



ESTADO DE RORAIMA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE RORAIMA – UERR
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO – PROPES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS - PPGEC

**O SOFTWARE EDUCACIONAL LIVRE COM ANIMAÇÃO INTERATIVA EM 3D E SUA
INTEGRAÇÃO COMO INSTRUMENTO POTENCIALIZADOR DE APRENDIZAGEM
NO ESTUDO DE MATÉRIA, ENERGIA E MUDANÇAS DE ESTADOS FÍSICOS SOB A
DA ÓTICA DA QUÍMICA FUNDAMENTADA NA TEORIA DE AUSUBEL**

LUCIANA DA SILVA BEKMAN

Dissertação de Mestrado
Boa Vista/RR, outubro de 2018



LUCIANA DA SILVA BEKMAN

**O SOFTWARE EDUCACIONAL LIVRE COM ANIMAÇÃO INTERATIVA
EM 3D E SUA INTEGRAÇÃO COMO INSTRUMENTO
POTENCIALIZADOR DE APRENDIZAGEM NO ESTUDO DE MATÉRIA,
ENERGIA E MUDANÇAS DE ESTADOS FÍSICOS SOB A ÓTICA DA
QUÍMICA FUNDAMENTADA NA TEORIA DE DAVID AUSUBEL**

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Universidade Estadual de Roraima – UERR, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências. Linha de pesquisa: Métodos Pedagógicos e Tecnologias Digitais no Ensino de Ciências.

Orientadora: Profa. DSc. Régia Chacon Pessoa de Lima.

Copyright © 2018 by Luciana da Silva Bekman

Todos os direitos reservados. Está autorizada a reprodução total ou parcial deste trabalho, desde que seja informada a **fonte**.

Universidade Estadual de Roraima – UERR
Coordenação do Sistema de Bibliotecas
Multiteca Central
Rua Sete de Setembro, 231 Bloco – F Bairro Canarinho
CEP: 69.306-530 Boa Vista - RR
Telefone: (95) 2121.0945
E-mail: biblioteca@uerr.edu.br

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

B424s BEKMAN, Luciana da Silva.

O software educacional livre com animação interativa em 3D e sua integração como instrumento potencializador de aprendizagem no estudo de matéria, energia e mudanças de estados físicos sob a da ótica da química fundamentada na Teoria de Ausubel. / Luciana da Silva Bekman. – Boa Vista (RR) : UERR, 2018.

145 f. : il. Color. 30 cm.

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Universidade Estadual de Roraima - UERR, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências, como linha de pesquisa: Métodos Pedagógicos e Tecnologias Digitais no Ensino de Ciências, sob a orientação da Prof^a. D. Sc. Régia Chacon Pessoa de Lima.

Inclui Produto (Guia).

Inclui apêndices.

Inclui anexos.

1. TIC 2. Ensino de Química 3. Aprendizagem significativa I. Lima, Régia Chacon Pessoa de (orient.) II. Universidade Estadual de Roraima - UERR III. Título

UERR.Dis.Mes.Ens.Cie.2018.24

CDD – 540.7 (19. ed.)

FOLHA DE APROVAÇÃO

LUCIANA DA SILVA BEKMAN

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Universidade Estadual de Roraima – UERR, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências. Tecnologias Digitais no Ensino de Ciências.

Aprovado em: 25/10/2018

Banca Examinadora



Profa. DSc. Régia Chacon Pessoa de Lima
Universidade Estadual de Roraima - UERR

Orientador



Profa. Dsc. Josimara Cristina de Carvalho Oliveira
Universidade Estadual de Roraima – UERR

Membro Interno



Profa. DSc. Maristela Bortolon de Matos
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Roraima- IFRR
Membro Externo

Boa Vista/RR
Outubro de 2018

Dedico esta dissertação a minha Mãe, Vó (em memória); e irmã Cláudia, mulheres que me ensinaram que por meio da educação, há possibilidades de ser e fazer a diferença.

E em especial aos meus filhos Gabriela, Gabriel e Luiza, que me impulsionaram a seguir no caminho da Educação.

AGRADECIMENTOS

Há uma força entre o céu e a terra, que tem me levado a fazer e ser diferente no modo de pensar e agir dentro da sociedade.

Ao meu esposo, que me apoia em todas as decisões, sejam elas fáceis ou difíceis, ao longo de 30 anos de companheirismo.

Ao departamento administrativo e corpo docente do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências da Universidade Estadual de Roraima – UERR, por contribuírem na formação de professores qualificados para o exercício da atividade de ensino na Educação Básica e Nível Superior.

A minha orientadora, Profa. DSc. Régia Chacon, pela simplicidade, paciência, humildade e o incentivo, que fez uma grande diferença na minha vida profissional e acadêmica. Sou grata por acreditar na minha potencialidade.

Aos colegas do mestrado, que participaram desse processo, onde dividimos as angústias, horas de estudos e as alegrias de cada avanço dentro dessa formação.

Aos meus alunos, que me ensinaram e ensinam a ser uma pessoa e profissional melhor.

E por fim, agradeço a gestão da Escola Estadual Gonçalves Dias, as professoras de Química e Português, bem como os alunos participantes que tiveram interesse e se dispuseram contribuir com essa pesquisa.

“(...) o mundo invisível é quem ordena o mundo visível”.

(Albert Einstein)

RESUMO

A presente pesquisa na linha “Métodos Pedagógicos e Tecnologias Digitais no Ensino de Ciências” do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências da Universidade Estadual de Roraima – UERR, teve como objetivo analisar o aprendizado dos conceitos da linguagem Química em alunos da primeira série do Ensino Médio da Escola Estadual Gonçalves Dias do município de Boa Vista-RR; potencializados por meio de uma sequência didática integrando um *Software* educacional livre com animação interativa em três dimensões (3D) no estudo conceitual científico do conteúdo de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos sob ótica da Química à luz dos princípios da Teoria de Ausubel. Esse estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos conforme o número do parecer 2.323.103. Sendo uma pesquisa de característica descritiva, de natureza mista qualitativa e quantitativa com enfoque nos aspectos qualitativos, um estudo de campo por meio da investigação participativa. Com base nas análises de dados obtidos por meio de questionário do perfil do aluno, pré-teste, atividades formativas e pós-teste. O resultado apontou, que o método de ensino integrando o *Software* educacional livre com animação interativa em 3D, teve um efeito significativo na aprendizagem dos alunos em relação aos conceitos científicos da linguagem macroscópica contidos nos conteúdos de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos, bem como apontaram implicações para a aquisição da linguagem microscópica. E como produto propõem-se, um guia de ensino para o desenvolvimento das linguagens macroscópica e microscópica da Química, utilizando-se o ambiente virtual com alunos do Ensino Fundamental II e Ensino Médio no estudo Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos.

Palavras-Chave: TIC. Ensino de Química. Aprendizagem Significativa.

ABSTRACT

The present research in the line "Pedagogical Methods and Digital Technologies in the Teaching of Sciences" of the Graduate Program in Teaching of Sciences of the State University of Roraima – UERR, the objective of this study was to analyze the learning of the concepts of the chemical language in students of the first high school of the Gonçalves Dias State School of the municipality of Boa Vista-RR; powered by a didactic sequence by integrating a free educational *Software* with three dimensional interactive animation (3D) in the scientific conceptual study of the content of Matter, Energy and Changes of physical states from the perspective of Chemistry in light of the principles of Ausubel Theory . This study was approved by the Committee of Ethics in Research with Human Beings according to the number of opinion 2.323.103. Being a research of descriptive characteristic, of mixed qualitative and quantitative nature with focus on the qualitative aspects, a field study through participatory research. Based on the data analysis obtained through a questionnaire of the student profile, pre-test, training activities and post-test. The result showed that the teaching method integrating free educational *Software* with 3D interactive animation had a significant effect on students' learning in relation to the scientific concepts of the macroscopic language contained in the contents of Matter, Energy and Changes of physical states, as well as pointed out implications for the acquisition of microscopic language. And as a product, a teaching guide for the development of macroscopic and microscopic languages of Chemistry, using the virtual environment with students of Elementary School II and High School in the study Matter, Energy and Changes of physical states

Keywords: ICT. Chemistry teaching. Meaningful Learning.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Esquema 1 – Três tipos gerais de Aprendizagem.....	25
Figura 1 – Processo de Assimilação.....	33
Figura 2 – Potencialidades do Átomos, elementos e moléculas.....	39
Figura 3 – Mudanças dos estados físicos da matéria.....	51
Figura 4a – Fachada da Escola Estadual Gonçalves Dias.....	52
Figura 4b – Imagem satélite da edificação da Escola Estadual Gonçalves Dias..	53
Esquema 2 – Fases da Pesquisa.....	56
Esquema 3 – Adaptado pela pesquisadora - Problemática da Pesquisa.....	58
Formulário de análises 1 – Transcrições das respostas dos alunos - pré-teste	74
Formulário de análises 2 – Respostas dos alunos - Atividade formativa.....	83
Figura 5a – Interface 1: Introdução dos conceitos de Matéria e seus estados Físicos.....	91
Figura 5b – Interface 2: Mudanças de estados físicos e Energia.....	91
Figura 5c – Interface 3: Aplicação de Atividades formais e prática dentro do ambiente.....	92
Formulário de análises 3 – Transcrições das respostas dos alunos - Atividade formativa - Utilização do <i>Software</i> educacional livre com animação interativa em 3D (App educacional de Química).....	96
Formulário de análises 4 – Transcrições das respostas dos alunos - pós-teste...	105

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Respostas dos participantes sobre atividades letivas e não letivas..	66
Gráfico 2 – Respostas dos alunos em relação as dificuldades de estudar e compreender a disciplina Química.....	67
Gráfico 3 – Respostas dos participantes em relação as atividades letivas.....	68
Gráfico 4 – Número de alunos que buscam informações do conteúdo das disciplinas.....	69
Gráfico 5 – Fontes de informações dos alunos.....	69
Gráfico 6 – Pontuação dos alunos nas questões do pré-teste.....	78
Gráfico 7 – Número de condutas dos alunos nas aulas expositivas.....	88
Gráfico 8 – Pontuação dos alunos na atividade formativa–Integração do App educacional de Química.....	99
Gráfico 9 – Pontuação dos alunos no pós-teste.....	112

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Relações entre Aprendizagem Significativa, Potencial Significativo, Significado Lógico e Significado Psicológico.....	27
Quadro 2 – Estrutura da Escola Estadual Gonçalves Dias.....	54
Quadro 3 – Transcrições dos participantes que apontaram as dificuldades em estudar e compreender a disciplina Química.....	67
Quadro 4 – Disciplinas de domínio e não domínio dos alunos.....	70
Quadro 5 – Categorias e parâmetro de conhecimento conceituais para as questões norteadoras do experimento.....	72
Quadro 6 – Desempenho dos alunos e o número de acertos nas questões da atividade formativa.....	86
Quadro 7 – Categorias utilizadas na observação sistemática – aula expositiva.....	87
Quadro 8 – Categorias e parâmetro dos conhecimentos químicos a nível macroscópico e microscópico dos conceitos Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos.....	94
Quadro 9 – Questões do pós-teste.....	102
Quadro 10 – Categorias e os parâmetros para as análises dos itens do pós-teste.....	103
Quadro 11 – Resultados de cada etapa da pesquisa – Pré-teste – Atividades formativas – Pós-teste dos participantes da pesquisa.....	114

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AVA – Ambiente virtual de aprendizagem
App – Aplicativo
BNCC – Base Nacional Comum Curricular
DCNEM – Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
3D – Três dimensões
EM – Ensino Médio
GD – Gonçalves Dias
iOS – *iPhone* OS
MB – *Megabytes*
OCEM – Orientações curriculares para o ensino médio
PCN+EM – Parâmetros Curriculares Nacionais mais Ensino Médio
PIBID – Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência
SI – Sistema Internacional de unidade
TALE – Termo de Assentimento Livre e Esclarecido
TAS – Teoria da Aprendizagem Significativa
TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TIC – Tecnologias da Informação e Comunicação
TV – Televisão
UERR – Universidade Estadual de Roraima

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	16
I – PROBLEMA DA PESQUISA.....	20
II – HIPÓTESE	20
III – JUSTIFICATIVA.....	20
IV – OBJETIVO GERAL	21
V – OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	21
CAPÍTULO 1 – TEORIAS DA APRENDIZAGEM.....	23
1.1. Aspectos centrais da Teoria de David Ausubel.....	24
1.1.1 As terminologias presentes na TAS	26
1.1.2 Organizadores prévios	27
1.1.3 Aprendizagem por Recepção X Aprendizagem por Descoberta	28
1.1.4 Tipos de Aprendizagem Significativa.....	29
1.1.5 Diferenciação Progressiva e Reconciliação Integradora.....	31
1.1.6 Teoria da Assimilação.....	32
1.1.7 Aquisição e Assimilação de Conceitos	34
1.1.8 A mediação da Estratégia de Ensino.....	35
1.1.9 Abordagens iniciais para as Tecnologias da Informação e Comunicação- (TIC)	36
1.1.10 Ambientes virtuais de Aprendizagem (AVA)	37
1.1.11 Átomos, elementos e moléculas – fomentando a construção do conhecimento	38
CAPÍTULO 2 – DIDÁTICA DE ENSINO: ANIMAÇÃO INTERATIVA EM 3D E APRENDIZAGEM COGNITIVA DOS CONCEITOS DA QUÍMICA.....	40
2.1 Didática do Ensino da Química	40
2.3 A integração da Animação interativa em 3D na Metodologia de Ensino	41
2.4 A integração da Animação interativa como recurso no Ensino da Química	43
2.5 Princípios da linguagem macroscópica e microscópica dos conceitos de Matéria, Energia e Mudanças de estados	45
CAPÍTULO 3 – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	52
3.1 Âmbito da Pesquisa	52
3.2 Sujeitos da Pesquisa.....	55
3.3 Caracterização da Pesquisa	55
3.4 Enfoque Misto	56
3.5 Pesquisa Participante.....	58
3.6 Sequência Didática da Pesquisa.....	59
CAPÍTULO 4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO	63
4.1 Das implicações da Pesquisa	63
4.1.1 Dos sujeitos da pesquisa	63
4.1.2 Da disponibilidade dos dispositivos móveis	64
4.1.3 Das dificuldades de operar o aplicativo educacional de animação em 3D.....	65
4.2 Do perfil dos participantes da pesquisa.....	65
4.2.1 Dos dados gerais dos participantes da pesquisa	65

4.2.2	Das questões letivas e não letivas dos participantes da pesquisa	66
4.3	Análises do pré-teste - Avaliação diagnóstica	71
4.3.1	Da análise qualitativa da Questão A.....	76
4.3.2	Da análise qualitativa da Questão B	76
4.3.3	Da análise qualitativa da Questão C	76
4.3.4	Da análise qualitativa da Questão D	77
4.3.5	Da análise quantitativa das Questões (A, B, C e D).....	77
4.4	Sequência didática à luz dos princípios da TAS.....	80
4.4.1	Análise da atividade formativa – Aula expositiva.....	80
4.4.2	Análise da atividade formativa – Aulas com a Integração do <i>Software</i> educacional livre com animação interativa em 3D (App educacional de Química)	89
4.5	Análises do pós-teste	102
CONSIDERAÇÕES FINAIS		117
REFERÊNCIAS.....		120
APÊNDICE A.....		123
APÊNDICE B.....		125
APÊNDICE C.....		126
APÊNDICE D		127
APÊNDICE E.....		128
APÊNDICE F.....		129
APÊNDICE G		130
ANEXO A.....		131
ANEXO B		136
ANEXO C		141

INTRODUÇÃO

Com a reforma curricular do Ensino Médio promovido pela legislação educacional básica vigente, os eixos para o direcionamento das propostas pedagógicas nas escolas públicas no Brasil estão no desenvolvimento de competências e habilidades, conforme as Orientações Curriculares Para o Ensino Médio (OCEM), Brasil, (2006).

Nas competências e habilidades gerais a serem desenvolvidas na educação básica, no ensino das Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, de acordo com Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCEM), (BRASIL, 2012), inclui-se a apropriação dos conhecimentos da Física, Química, Biologia e Matemática e suas interações ou desdobramentos como formas indispensáveis de entender e significar o mundo de modo organizado e racional; de forma a participar do encantamento que os mistérios da natureza exercem sobre o espírito de aprender a ser curioso, a indagar e descobrir.

Nesse sentido, as competências e habilidades cognitivas e afetivas desenvolvidas no ensino de Química deverão capacitar os alunos a tomarem suas próprias decisões em situações problemáticas, contribuindo assim, para o desenvolvimento do educando como pessoa humana e cidadão de acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais mais Ensino Médio (PCN+EM), (BRASIL, 2002).

Desde do ano de 2000, esses foram os discursos e leituras que participaram da minha formação continuada como docente da educação básica da rede pública do estado de Roraima, sendo referenciais que norteiam as nossas práticas de ensino na área de Química, e que servirá como base para nortear as mudanças necessárias a prática da Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

Em 2014 tive a oportunidade de participar do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) de Química da Universidade Estadual de Roraima (UERR) do município de Boa Vista/RR e as ações do programa fomentaram a reflexão das proposições envolvidas no processo de ensino e aprendizagem dentro da minha atuação profissional.

Como professora supervisora do PIBID, procurei métodos que promovessem no aluno da educação básica o interesse em aprender os conceitos da Química, com o

intuito de desconstruir o ensino instrucional como aponta Demo (2011), buscando colaborar com a formação dos futuros professores de Química que estavam sob a minha supervisão e ampliar os conhecimentos de Química dos alunos do Ensino Médio (EM).

As diferentes formas de expor os conteúdos de Química foram exploradas tanto com os alunos da educação básica quanto com os acadêmicos integrantes do PIBID. Em meio a esse processo foram surgindo inquietações sobre o quanto que cada método promovia a aprendizagem no aluno da educação básica, e como cada método contribuía com a formação dos acadêmicos de Química para futura atuação.

Somente ao ingressar no Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da UERR, após cursar as disciplinas de Epistemologias e Teorias da aprendizagem, foi possível compreender que no processo de ensino e aprendizagem se faz necessário ter o conhecimento de ambas as epistemologias, teorias as quais não fizeram parte da minha formação durante o curso de licenciatura; uma das possíveis razões que impediram de avaliar a eficiência e eficácia das metodologias de ensino aplicadas dentro das ações do PIBID.

Em meio aos recursos utilizados para ir além do ensino tradicional da aprendizagem mecânica, o maior desafio foi integrar as “tecnologias em educação”¹. Avaliar a eficiência dos *Softwares* educacionais livres, utilizados nas aulas de Química como instrumento de apoio para a aprendizagem do aluno, sendo uma das implicações que vivenciei quando tinha que descrever nos relatórios do PIBID, o qual atuei durante dois anos.

As discussões sobre o uso dos recursos das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), Cultura Digital na educação ou Tecnologias em Educação, são evidenciadas desde as últimas décadas do século XX até o presente. Vários autores, pensadores, especialistas e ativistas de diversas áreas, apontam que tais recursos podem ser utilizados com eficiência e eficácia como metodologia na promoção da aprendizagem do aluno da educação básica ou nível superior.

¹ Demo (2011), admite ser a expressão mais correta para definir como ferramenta disponíveis para o educador.

Na área de Química apresenta-se uma síntese das revisões bibliográficas de dissertações que apontam a atenção dada por alguns pesquisadores às Teorias da aprendizagem em suas pesquisas no contexto do EM em diferentes localidades do país que buscaram integrar as TIC em sua metodologia tais como:

Lara (2007), aplicou a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) complementando com a Teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud; Raupp (2010), buscou a integração de um *Software* educacional em três dimensões (3D) à luz da Teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud; Ayres (2011), aponta indícios de aprendizagem do aluno no conteúdo de Ligações Intermoleculares ocorridos após a aplicação de uma sequência didática integrando um *Software* educacional Livre de Ligações Intermoleculares, com base na Teoria Cognitiva da Aprendizagem multimídia de Richard E. Mayer.

Nesse sentido, o presente trabalho de natureza mista, com enfoque na pesquisa qualitativa, descritiva, um estudo de campo por meio da investigação participativa, buscou aplicar uma sequência didática utilizando instrumentos de pré-teste, atividades formativas, integrando um recurso das TIC e o pós-teste, partindo da seguinte problemática: Qual a possibilidade do *Software* educacional livre com animação interativa em 3D, promover a aprendizagem dos conceitos da linguagem Química, presente no conteúdo de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos em alunos da primeira (1ª) série do Ensino Médio da Escola Estadual Gonçalves Dias (GD) do município de Boa Vista – Roraima à luz dos princípios da Teoria de Ausubel?

Diante disso, esta pesquisa teve como objetivo analisar o aprendizado dos conceitos da linguagem Química em alunos da 1ª série do EM da Escola Estadual GD do município de Boa Vista-RR, após a aplicação de uma sequência didática integrando o *Software* educacional livre com animação interativa em 3D, que apresenta abordagens macroscópica e microscópica no estudo conceitual científico do conteúdo de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos sob a ótica Química à luz dos princípios da Teoria de Ausubel.

No estudo conceitual científico da linguagem Química no conteúdo Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos há termos bem particulares e específicos como: estado de agregação das moléculas, energia cinética, forças de coesão e repulsão,

calor, temperatura, pontos de fusão e ebulição e outros, os quais são contemplados em todo o currículo de Química do EM. Porém, os alunos apresentam dificuldades de compreensão e longevidade desses conceitos, sempre que estes termos são abordados ao longo do ano letivo inicial ou nas séries seguintes do EM; fato vivenciado pela pesquisadora durante dezesseis anos de docência na educação básica.

Para tanto, a escolha por esta linha de pesquisa deve-se ao interesse de contribuir com metodologia didática para Ensino de Ciências em Química apoiada em uma das Teorias da aprendizagem, no caso, princípios da Teoria de Ausubel, com vistas a aprimorar a formação de presentes e futuros professores que buscam potencializar a aprendizagem significativa do aluno da educação básica.

A pesquisa foi dividida em quatro capítulos, sendo o primeiro o da Fundamentação Teórica, subdivididos em: um recorte dos aspectos centrais da Teoria de Ausubel no processo de aprendizagem, direção das estratégias de ensino a mediação pedagógica e da integração das Tecnologias da Informação e Comunicação, como recurso colaborativo no processo de ensino e aprendizagem.

No segundo capítulo evidencia-se a didática da Química, a integração da animação interativa 3D na metodologia de ensino e a animação interativa como recurso no Ensino da Química baseadas em Teorias da aprendizagem, bem como os princípios da linguagem microscópica e macroscópica da Química dos conceitos de Matéria, Energia e Mudanças de estados.

No terceiro capítulo descrevem-se os aspectos metodológicos da pesquisa. E no quarto capítulo apresentam-se as análises dos resultados alcançados.

I – PROBLEMA DA PESQUISA

Qual a possibilidade do *Software* educacional livre com animação interativa em três dimensões 3D, promover a aprendizagem dos conceitos macroscópico e microscópico da linguagem Química presente no conteúdo de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos em alunos da 1ª série do Ensino Médio da Escola Estadual Gonçalves Dias do município de Boa Vista – Roraima à luz dos princípios da Teoria de Ausubel?

II – HIPÓTESE

É possível, que a proposta de metodologia de ensino aplicada integrando o *Software* educacional livre com animação interativa em 3D na abordagem dos conceitos científicos do conteúdo de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos, possa tornar a linguagem macroscópica e microscópica da Química acessível sem perder sua especificidade, excedendo o ensino instrucional, apontando indícios de aprendizagem significativa desses conceitos nos alunos da 1ª série do EM da Escola Estadual Gonçalves Dias do município de Boa Vista – Roraima.

III – JUSTIFICATIVA

Observa-se que os conceitos existentes dentro do conteúdo de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos são de grande importância no estudo da Química e da Física, pois possibilitam a percepção de vários fenômenos que ocorrem na natureza; sendo que estes termos são bastante explorados nos avanços científicos e tecnológicos de nossa sociedade ao longo da história da ciência.

No entanto, os conceitos macroscópicos e microscópicos da linguagem Química na 1ª série do EM são apresentados de forma limitada, promovendo no aluno uma concepção contínua e estática da matéria, onde são considerados apenas os atributos macroscópicos, o que implica a compreensão das características mais particulares da matéria a nível microscópico e simbólico por parte dos alunos, em conteúdos que vão além dessa perspectiva.

A lacuna conceitual de termos microscópicos e microscópicos utilizados pela

Química e Física como: estado de agregação das moléculas, energia cinética, forças de coesão e repulsão, calor, temperatura, pontos de fusão e ebulição e outros, inibem o avanço da abordagem científica e a aprendizagem de novos conceitos nessas áreas de conhecimentos.

Para tanto, a presente pesquisa justifica-se pelo interesse em examinar a aprendizagem significativa do aluno adquirida em relação a esses conceitos macroscópico e microscópico da linguagem Química, após uma sequência didática integrando o *Software* educacional livre com animação interativa em 3D que abordam esses termos a nível macroscópico e microscópico.

Os indícios de aprendizagem ao serem evidenciados nessa proposta metodológica no ensino de Ciências em Química, utilizando imagens e animação torna a linguagem Química acessível, e por se tratar do ensino de Ciências, a aprendizagem desses conceitos é de grande relevância para que os alunos continuem ampliando seus conhecimentos, compreendendo a importância do significado da ciência e da tecnologia na vida humana e social, construindo uma cidadania mais crítica para agir diante as inúmeras questões políticas, ambientais, sociais e cotidianas.

IV – OBJETIVO GERAL

Analisar o aprendizado dos conceitos da linguagem Química em alunos da 1ª série do EM da Escola Estadual Gonçalves Dias do município de Boa Vista-RR, após a aplicação de uma sequência didática integrando o *Software* educacional livre com animação interativa em 3D, que apresenta abordagens macroscópica e microscópica no estudo conceitual científico do conteúdo de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos sob a ótica da Química à luz dos princípios da Teoria de Ausubel.

V – OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Delinear o perfil dos participantes da pesquisa por meio de um questionário;
- Identificar os conhecimentos prévios dos alunos em relação aos conceitos de

Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos por meio da avaliação diagnóstica;

- Planejar com base nos resultados obtidos nas análises da avaliação diagnóstica uma sequência didática integrando o *Software* educacional livre com animação interativa em 3D;
- Aplicar a sequência didática e examinar o efeito e o avanço na aprendizagem dos alunos em relação aos conceitos científicos macroscópicos e microscópicos da linguagem Química contidos nos conteúdos de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos, segundo os princípios da Teoria de Ausubel;
- Propor um produto educacional para o desenvolvimento das linguagens macroscópica e microscópica da Química, utilizando o ambiente virtual de aprendizagem.

CAPÍTULO 1 – TEORIAS DA APRENDIZAGEM

A aplicação da sequência didática no estudo da Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos sob a ótica Química teve como aporte Teórico os princípios de David Ausubel, por estar voltada para aprendizagem escolar. Para tanto abre-se um breve histórico da origem das Teorias da aprendizagem.

Segundo Lefrançois (2013), o homem desde a Grécia antiga tem buscado compreender como o conhecimento humano é construído, ou seja, como aprendemos determinados eventos. Filósofos como Platão (428-347 a.C), Aristóteles (384-322 a.C) e outros ao longo da evolução do homem com bases em suas teorias inferiram respostas para tal questionamento. No século XVII, uma das mais influentes respostas foi apresentada pelo filósofo e matemático René Descartes quando propôs a seguinte solução sintetizada em uma das frases mais famosas: *Penso, logo existo*.

Para Lefrançois (2013), o dualismo interativo de Descartes, o qual considerava a mente e o corpo como objetos diferentes, separáveis, sendo ambos ligados ao cérebro e por meio desse um influenciava o outro, no entanto, acreditava que as ideias do homem eram promovidas apenas por Deus.

Partindo desse princípio, diversos filósofos conforme sua era, elaboram suas teorias na busca de responder à questão no início do segundo parágrafo, de acordo com suas correntes ou tendências filosóficas, definindo-se esse movimento como as Teorias do conhecimento ou Epistemologias do conhecimento.

O qual deu origem à psicologia e por meio dessas outras discussões nesse ramo, onde cada teórico segundo sua tendência defende o processo da aquisição do conhecimento, partindo disso, surge o movimento das Teorias da Aprendizagem, essa que Lefrançois (2013 p. 29), assim descreve em resumo:

As teorias da aprendizagem são tentativas de sistematizar e organizar o que é conhecido sobre a aprendizagem humana. São úteis para explicar, prever e controlar o comportamento e podem gerar novas informações.

Sendo essa uma das inúmeras definições, tendo diversos teóricos da área que buscaram construir suas epistemologias da aprendizagem; dentre as quais cita-se a do psicólogo educacional norte-americano David Paul Ausubel, que na linha da psicologia cognitivista, defende a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS).

1.1. Aspectos centrais da Teoria de David Ausubel

No século XX na década de 1960, David Paul Ausubel propôs a TAS, a qual até o presente citam-se muitos seguidores, dentre eles o brasileiro Marco Antônio Moreira, renomado pesquisador nessa área onde trabalha com ênfase na aprendizagem significativa crítica, sendo aquela que emancipa o aprendiz, como assim assegura:

É por meio da aprendizagem significativa subversiva que o aluno poderá fazer parte de sua cultura e, ao mesmo tempo, não ser subjugado por ela, por seus ritos, mitos e ideologias. É por meio dessa aprendizagem que ele poderá lidar construtivamente com a mudança sem deixar-se dominar por ela, manejar a informação sem sentir-se impotente frente a sua grande disponibilidade e velocidade de fluxo, usufruir e desenvolver a tecnologia sem tornar-se tecnófilo (MOREIRA, p.18; 2006).

Esses princípios são alicerçados na teoria de Ausubel (1980), que diz o seguinte:

O aluno deve também buscar uma participação completa através de um aprendizado ativo e crítico, tentando compreender e reter o que é ensinado, integrando novas informações a informações obtidas em experiências anteriores e experiência idiossincrática, traduzindo novas proposições para uma linguagem própria, dedicando um esforço necessário para dominar dificuldades inerentes a novos aprendizados, formulando questões pertinentes e envolvendo-se conscientemente na solução de problemas que lhe são dados para resolver (Ausubel, 1980, p. 30).

Entende-se que dentro desse processo segundo Ausubel (1980), a escola e os professores são responsáveis para que o aluno alcance esse nível, no qual o autor considera “uma vez que a educação não termina quando os estudantes deixam a escola” (AUSUBEL, 1980, p.30).

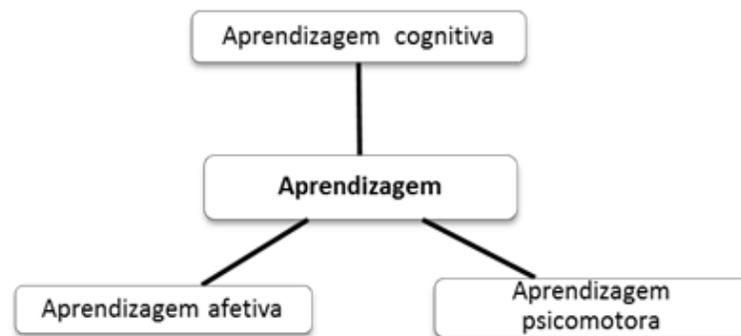
Para compreender o modelo teórico da Psicologia educacional² proposto por Ausubel (1980), se faz necessário distinguir os três tipos gerais de aprendizagem, como exposto no Esquema 1.

A aprendizagem cognitiva é aquela em que o sujeito recebe uma nova informação, organiza e acumula em sua mente, “esse complexo organizado é

² A Psicologia educacional de acordo com Ausubel define-se com uma “ciência aplicada que tem um valor social, interessada não em leis gerais da aprendizagem em si mesmas, mas em propriedades de aprendizagem, que possam ser relacionadas a meios eficazes de deliberadamente levar mudanças na estrutura cognitiva” (1968, p.8 , *apud* MOREIRA, 1982, p. 88).

conhecido como estrutura cognitiva” (Moreira, 1982). A aprendizagem afetiva são aquelas mais subjetivas a cada indivíduo obtidas por meio da vivência, tais como prazer e dor, satisfação e descontentamento, alegria ou ansiedade. Essas vivências afetivas se relacionam com aprendizagem cognitiva, ou seja, são concomitantes. E por fim, tem-se a aprendizagem psicomotoras sendo aquelas habilidades adquiridas diante da prática e treino que envolve respostas musculares, embora haja aquelas que necessitam da aprendizagem cognitiva para que ocorram, como, por exemplo, dançar balé (estudo da coreografia) e tocar piano (é necessário saber ler partituras).

Esquema 1 – Três tipos gerais de Aprendizagem.



Fonte: Adptado de Moreira, 1982.

A centralidade da teoria de Ausubel está na aprendizagem cognitiva muito embora ele não descarte os demais tipos de aprendizagem, mas esse busca compreender especificamente o processo de aquisição da “aprendizagem duradora, que envolve estruturas organizadas assimiladoras de conhecimento” (AUSUBEL, 1980, p. 9), as quais possibilitem orientar as atividades de sala de aula tendo como objetivo o aprendizado do aluno.

Para tanto, no processo da aprendizagem cognitiva proposto por Ausubel (1980), tem-se como foco a Aprendizagem significativa a qual o autor assim aduz a significação:

A essência do processo de aprendizagem significativa é que as idéias expressas simbolicamente são relacionadas às informações previamente adquiridas pelo aluno através de uma relação não arbitrária e substantiva (não literal). Uma relação não arbitrária e substantiva significa que as idéias são relacionadas a algum *aspecto relevante existente* na estrutura cognitiva do aluno, como, por exemplo, uma imagem, um símbolo, um conceito ou uma proposição (AUSUBEL, 1980, p. 34).

Diante disso, apresenta-se um recorte da Psicologia educacional de David Ausubel e os aspectos centrais de sua teoria voltadas para o processo de ensino e aprendizagem.

1.1.1 As terminologias presentes na TAS

De acordo com Ausubel (1980), a estrutura cognitiva do indivíduo amplia na medida em que esse adquire, armazena e organiza as novas informações e da relação de como essas novas ideias não arbitrarias (relação lógica) e substantiva (explicação com as próprias palavras em linguagem sinônima) interagem com as ideias relevantes anteriores a essas novas informações, para isso, Ausubel (1980), utiliza termos que determinam as condições para que haja a aprendizagem significativa tais como: subsunçores, ancoragem, organizadores antecipatórios, material potencialmente significativo e outros termos que diferem-se de conceitos utilizados por outros teóricos conforme a abordagem dessa seção.

Para Ausubel (1980, p. 48), os subsunçores são os conceitos relevantes inclusos ou preexistentes na estrutura cognitiva do aluno, que servem como ponto de ancoragem para novas ideias, ou seja, são pontos de apoio para que a nova informação adquira um significado.

Na compreensão desse modelo de aprendizagem, Ausubel (1980, p. 34), aponta questões fundamentais para que ocorra a aprendizagem significativa, dentre elas, o material aprendido precisa ser relacionável ou incorporável (potencialmente significativo) a estrutura cognitiva do aluno de modo não arbitrário e não literal, ou seja, precisa ter uma relação intrínseco com a estrutura de conhecimento do aluno.

Outra questão fundamental, o aluno deve manifestar disposição para relacionar o novo material a ser conhecido à sua estrutura cognitiva, a ausência dessa condição implica no processo da aprendizagem significativa. Pois se o aluno não tem intenção de inserir os novos conceitos na sua estrutura cognitiva, esse não aprenderá de forma significativa, ou seja, se a intenção do aluno for apenas de memorizar o novo material; o produto dessa aprendizagem será apenas, mecânica ou automática, não tendo uma longa duração na estrutura cognitiva do aprendiz.

Apresenta-se no quadro 1, uma síntese das ideias centrais do modelo de aprendizagem proposto por Ausubel (1980, p.35), onde é possível compreender a

relação dessas questões aqui expostas, o qual possibilita “transformar o significado lógico em psicológico no curso da aprendizagem significativa” (AUSUBEL, 1980, p. 42).

Quadro 1. Relações entre Aprendizagem Significativa, Potencial Significativo, Significado Lógico e Significado Psicológico.

A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA OU AQUISIÇÃO DE SIGNIFICADOS	Requer	(1) Material Potencialmente Significativo	E	(2) Disposição para a Aprendizagem Significativa
B POTENCIAL SIGNIFICATIVO	depende do (a)	(1) Significado Lógico (relação não arbitrária e substantiva do material de aprendizagem com as idéias correspondentemente relevantes que se encontram dentro do domínio da capacidade intelectual humana)	E	(2) A disponibilidade de tais idéias relevantes na estrutura cognitiva de um aluno particular
C SIGNIFICADO PSICOLÓGICO (SIGNIFICADO IDIOSINCRÁTICO FENOMENOLÓGICO)	é o produto da	Aprendizagem Significativa	ou do	Potencial Significativo e a Disposição para a Aprendizagem Significativa

Fonte: Ausubel (1980, p.35).

1.1.2 Organizadores prévios

Em caso de subsunções ausentes na estrutura cognitiva do aluno na abordagem de um novo material logicamente significativo, Ausubel (1980, p. 43-45), propõe que para o desenvolvimento dos mesmos, se faz necessário utilizar os organizadores prévios (outro termo muito importante dentro da teoria), descrito como sendo materiais preliminares apresentados antes do próprio material de aprendizagem, os quais servem de ponte para o novo material a ser aprendido.

De acordo com Ausubel (1980, p. 144), “a principal função do organizador prévio está em preencher o hiato entre aquilo que o aprendiz já conhece e o que precisa conhecer antes de poder aprender significativamente a tarefa com que se defronta”, ou seja, o uso dos organizadores prévios (antecipatórios) facilitam a aprendizagem significativa diminuindo as lacunas entre os novos conhecimentos a serem aprendidos.

Cabe ao professor construir esses organizadores antecipatórios de acordo com o material de aprendizagem, a idade do aprendiz e o grau de familiaridade com assunto a ser aprendido.

Nesse sentido, Ausubel (1980, p. 33-34), ressalta a importância da linguagem para aprendizagem significativa, quando afirma que:

O aperfeiçoamento da manipulação de conceitos e proposições por meio das propriedades representacionais das palavras, e através do refinamento das compreensões subverbais emergentes na aprendizagem significativa, ativa ou receptiva, clarifica tais significados e os torna mais precisos e transferíveis[...].

A função da linguagem aqui exposto, possibilita inferir por meio de significados claros, precisos, diferenciados e transferíveis indícios da aprendizagem significativa inclusos na estrutura cognitiva do aluno quando o instrumento aplicado com o aluno para essa verificação for plausível para tal diagnóstico.

Para tanto, se faz necessário distinguir os meios de aprendizagem, os tipos e formas envolvidos no processo de desenvolvimento da aprendizagem significativa expostas nas seções a seguir, segundo a perspectiva de Ausubel (1980).

1.1.3 Aprendizagem por Recepção X Aprendizagem por Descoberta

Para Ausubel (1980, p. 20) a aprendizagem escolar pode ocorrer por meio da aprendizagem receptiva ou por descoberta. Por recepção, toda nova informação a ser conhecida é apresentada para o aluno na sua forma final, como: exemplos do livro didático, um jogo pedagógico, um texto, filme, música, aula expositiva e outros, os conteúdos presentes nesses recursos podem interagir com os subsunçores e de modo gradativo são aprendidos e internalizados na estrutura cognitiva do aluno para que então, sejam acessíveis ou reproduzíveis em ocasiões futuras. Segundo Ausubel (1980, p. 20), “No caso da aprendizagem receptiva significativa, a tarefa ou material potencialmente significativo é compreendida ou tornada significativa durante o processo de internalização”.

Outro meio é a aprendizagem por descoberta, nesse caso a nova informação não é apresentada para o aluno, exige desse, atividade cognitiva e disposições de conceitos presentes em sua estrutura cognitiva exemplificada por Ausubel como sendo:

(1) tipos mais simples de operações de solução de problemas, onde a solução do problema imediato requer que o aluno seja capaz de formulá-lo como um

caso especial de um conceito ou proposição já significativos e mais gerais e (2) os tipos mais complexos de solução de problemas, onde os conceitos e proposições existentes podem ser desdobrados, elaborados, qualificados ou reorganizados de modo a satisfazer as exigências particulares das relações entre meios e fins que o aluno é obrigado a descobrir (AUSUBEL, 1980 p.79).

Segundo Ausubel (Op. cit, p.22), a aprendizagem por descoberta “envolve uma experiência prévia na solução de problemas antes que o significado emergja e possa ser internalizado”.

Embora o interesse do autor seja apenas a aprendizagem significativa, cabe destacar aqui, distinção e a relação entre a aprendizagem receptiva automática com os demais tipos de aprendizagem aqui apresentados, de acordo com a concepção de Ausubel (1980), na aprendizagem automática “a tarefa de aprendizagem não é potencialmente significativa e nem se torna significativa no processo de internalização”, falta ao aluno o conhecimento prévio onde são utilizados estratégias apenas para internalizar a nova informação de maneira arbitrária e literal. Porém Ausubel (1980), não descarta a relação perpendicular entre aprendizagem automática e significativa com as aprendizagens por recepção e descoberta, segundo o autor:

Em ambos os casos a aprendizagem significativa ocorre quando a tarefa de aprendizagem implica relacionar, de forma não arbitrária e substantiva (não literal), uma nova informação a outras com as quais o aluno já esteja familiarizado, e quando o aluno adota uma estratégia correspondente para assim proceder (AUSUBEL, 1980, p. 22-23).

Ou seja, os meios de aprendizagem por recepção ou descoberta são considerados um contínuo da aprendizagem automática ou da aprendizagem significativa.

1.1.4 Tipos de Aprendizagem Significativa

Ausubel (1980 p. 39), estabelece três tipos de aprendizagem significativa: aprendizagem representacional (1); aprendizagem de conceitos (2) e aprendizagem proposicional (3).

A aprendizagem representacional (1), é aquela em que o conceito adquirido tem “o mesmo significado que o significante”, ou seja, o significado da palavra ou símbolo

corresponde àquilo que os referentes do objeto representam. De acordo com Moreira (2012, p. 28), conforme citado por Assunção (2015, p.28):

Por exemplo, se para uma criança a palavra mesa (um símbolo linguístico) significa apenas a mesa de sua casa, ela não tem ainda o conceito de mesa, apenas uma representação. Ainda que a aprendizagem representacional seja próxima à aprendizagem mecânica, ela é significativa porque o símbolo significa um referente concreto. Na aprendizagem mecânica a relação símbolo – objeto/evento é apenas associativa, sem significado(MOREIRA. 2012, apud ASSUNÇÃO, 2015 p. 28.).

E a aprendizagem de conceitos (2), o qual Ausubel (1980, p. 74), define como sendo “objetos, eventos, situações ou propriedades que possuem atributos essenciais e são designados numa determinada cultura por algum signo ou símbolo aceito”, esses são obtidos por dois processos: formação de conceito ou assimilação de conceito.

A formação de conceito, o indivíduo adquire por meio da experiência direta e da interação com o objeto apresentando na estrutura cognitiva, uma interpretação geral e simplificada dos atributos essenciais desse objeto. Um exemplo disso para o autor ocorre na idade da pré-escola, a criança aprende o conceito de cachorro devido ao encontro constante com esse evento seguidos de formulação de hipótese e testes até que consiga generalizar os atributos essenciais do conceito cultural da palavra “cachorro”.

Já a assimilação de conceito, crianças em idade escolar, adolescentes e adultos aprendem à medida que ocorre à ampliação do vocabulário, relacionando os atributos essenciais dos novos conceitos com aqueles já adquiridos na estrutura cognitiva (AUSUBEL,1980, p.47-48).

Na aprendizagem proposicional (3), de acordo com Ausubel (Op. cit p. 48), a nova informação se relaciona com os conteúdos relevantes estabelecidos na estrutura cognitiva do aprendiz, e esse é capaz de reformular novas sentenças contendo sentidos denotativos e conotativos, ou seja, o aprendiz relaciona várias palavras produzindo uma nova proposição. Essa relação pode ocorrer por três formas de aprendizagem: subordinada, superordenada ou combinatória.

Quando a nova informação é relacionada a conteúdos preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz, tem-se a aprendizagem subordinativa. Ressalta-se que

a aprendizagem subordinativa pode ocorrer por subordinação derivativa, aquela em que: “[...] o material de aprendizagem é compreendido como um exemplo específico de um conceito estabelecido na estrutura cognitiva, ou é uma forma de sustentar ou ilustrar uma proposição geral previamente adquirida” (AUSUBEL, 1980, p. 49).

Bem como, por subordinação correlativa onde a nova informação relaciona-se com os subsunçores relevantes e mais inclusos na estrutura cognitiva do aprendiz sendo incorporada como uma extensão, elaboração, modificação ou qualificação do conceito anteriormente aprendido e o novo produto dessa interação não apresenta clareza e nem uma representação adequada.

Para Ausubel (1980, p.49), esses tipos de aprendizagens subordinativas podem ocorrer tanto na aprendizagem significativa como na aprendizagem mecânica.

Outra forma, é a aprendizagem superordenada, nesse caso, a nova informação ou material de aprendizagem potencialmente significativa é mais amplo e incluso do que os subsunçores preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Ao contrário da aprendizagem subordinativa, essa nova informação engloba todos os conceitos existentes adquiridos pelo aprendiz. Um exemplo disso segundo Ausubel (Op. cit p. 49-50), ocorre “[...] quando as crianças aprendem que os conceitos familiares de cenoura, ervilha, vagem, beterraba e espinafre podem todos ser agrupados sob um termo novo, vegetal”. Nesse exemplo, certamente a palavra “vegetal” mostra-se mais ampla e inclusiva do que cada termo citado.

E por fim, quando as novas informações não são relacionáveis aos conceitos relevantes presentes na estrutura cognitiva do aprendiz por meio das aprendizagens subordinativas ou superordenada, resulta-se a aprendizagem combinatória, onde recorre-se a um organizador antecipatório para relacionar os novos conhecimentos utilizando-se as comparações para facilitar a aprendizagem do aluno.

1.1.5 Diferenciação Progressiva e Reconciliação Integradora

O desenvolvimento cognitivo do indivíduo que acontece por meio da aprendizagem subordinativa, superordenada ou combinatória no processo da aprendizagem significativa envolve dois princípios apontados na teoria da assimilação proposto por Ausubel (1980), como descrito a seguir.

O princípio da diferenciação progressiva, que ocorre quando uma nova informação interage com as ideias preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz e essa informação relacionável por aprendizagem subordinada (forma mais adequada na abordagem de um novo conceito) é adicionada progressivamente a esses subsunçores, detalhando-se e diferenciando-se as especificidades do material de aprendizagem, de tal forma que, seja menos amplo do que as ideias iniciais do aprendiz (AUSUBEL, 1980, p.106-159).

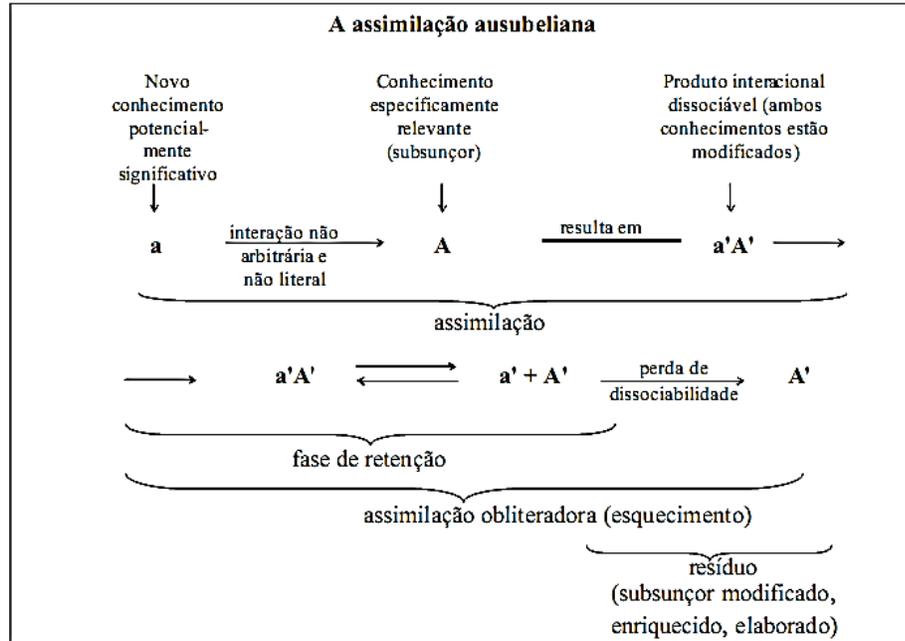
Já o princípio da reconciliação integradora relacionável a aprendizagem superordenada ou combinatória, ocorre quando uma nova informação se integra as ideias preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz por meio de uma relação não arbitrária e substantiva, onde os subsunçores existentes organizam-se e adquirem novos significados, ou seja, as ideias iniciais sofrem modificações e novos significados são adicionados na estrutura cognitiva e o aprendiz obtém um novo conhecimento (AUSUBEL, 1980, p.104).

1.1.6 Teoria da Assimilação

Com o intuito de esclarecer as particularidades do processo de aquisição e organização das novas ideias ou informações na estrutura cognitiva do aprendiz em consonância com as formas de aprendizagem, Ausubel (1980, p.57-56), propôs a teoria da assimilação, constituída na seguinte premissa: quando uma nova informação potencialmente significativa relaciona-se e/ou é assimilada pelos subsunçores existentes no mecanismo interno da mente do aluno, nesse processo, tanto a nova informação e as ideias preexistentes sofrem modificações de modo que resultam em um produto interacional e conseguinte origina-se uma estrutura cognitiva altamente diferenciada

O esquema utilizado por Moreira (1999), que reforça o processo de assimilação proposto por Ausubel, conforme citado por Assunção (2015, p.32), em sua análise, apresenta-se na Figura 1.

Figura 1 - Processo de Assimilação.



Fonte: MOREIRA, 1999, apud ASSUNÇÃO, 2015 p. 33.

No que concerne ao esquema (Figura 1), Assunção (2015) afirma que:

Segundo esse princípio, quando uma ideia, conceito ou preposição a potencialmente significativa é assimilado sob uma ideia, conceito ou preposição já estabelecida A, ou seja, um subsunçor, a nova informação a e o subsunçor A são modificados pela interação, onde ambos produtos dessa interação a' e A' permanecem relacionados tornando-se o produto interativo a'A'. Desta forma, o produto interacional característico do processo de assimilação na aprendizagem significativa não é apenas o novo significado a', mas, inclui também, a modificação de subsunçor, ou seja, um significado a'A'. Durante a fase de retenção esse produto é dissociável em a' e A', porém, à medida que o processo de assimilação continua e entra na fase obliteradora, a' A' reduz-se simplesmente a A', ocorrendo o esquecimento de a'. No entanto, é especificamente um resíduo, uma vez que o novo conhecimento a, que passou a ser A', de alguma forma está "dentro" de A'. Em função disso a reaprendizagem do que foi obliterado é possível e relativamente rápida, a figura 3³ demonstra o processo de assimilação. (MOREIRA, 1999, apud ASSUNÇÃO 2015, p.32).

Em outras palavras, “dependendo da natureza do material a ser aprendido e da estrutura cognitiva do aprendiz pode ocorrer uma subordinação correlativa ou derivativa, uma aprendizagem superordenada ou combinatória” (AUSUBEL, Op. cit. p.141).

³ A referida figura 3 equivale a figura 1 aqui exposta.

E concomitante a esses processos da aprendizagem ocorre o que Ausubel (1980, p.108), designa como sendo o segundo estágio da assimilação, a obliteração ou supressão da nova informação, de maneira espontânea e progressivamente menos dissociáveis de seus subsunçores, de forma que não sejam mais reproduzíveis como entidades individuais.

Dessa forma, “durante a aprendizagem significativa o novo material original a nunca poderá ser lembrado precisamente da forma que foi apresentado”. Ou seja, essa nova informação pouco a pouco torna-se parte da informação existente (subsunçor) na estrutura cognitiva do aprendiz até que não seja possível separá-las. “O centro desta teoria está na interação dos novos conhecimentos com conhecimentos específicos e relevantes contidos na estrutura cognitiva [...]” do aprendiz como descreve Assunção (2015, p.37).

1.1.7 Aquisição e Assimilação de Conceitos

Essa pesquisa, foi fundamentada no princípio da aprendizagem conceitual com ênfase na assimilação de conceitos como proposto por Ausubel (1980). Para tanto, se faz necessário rever a definição de “conceitos como objeto, eventos, situações ou propriedades que possuem atributos essenciais e são designados numa determinada cultura por signo ou símbolo aceito” (AUSUBEL, 1980, p.74).

Para Ausubel (1980), nos adolescentes e adultos a aquisição de conhecimentos acontece por assimilação de conceitos por meio da aprendizagem receptiva significativa como descrita na seção 1.1.2 (outro princípio da pesquisa).

Estes aprendem novos significados conceituais relacionando os atributos essenciais desses novos conhecimentos “a ideias relevantes estabelecidas em suas estruturas cognitivas, “[...] uma vez que uma das funções principais dos conceitos existentes na estrutura cognitiva é facilitar a aquisição de novos conceitos [...]” (AUSUBEL p.78-79).

Ausubel (1980), considera que a aquisição de conceito por aprendizagem receptiva significativa não ocorre de forma simples e passiva, desde que nesse processo envolva-se operações cognitivas ativas de diferenciação e integração com os

subsunçores existentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Segundo o teórico “quanto mais ativo este processo, mais úteis e significativos são os conceitos assimilados” (AUSUBEL, 1980, p.84).

Para tanto, Ausubel apresenta o seguinte argumento:

Aprender um conceito depende, em alguma medida, das propriedades da estrutura cognitiva existente e do estado geral do desenvolvimento e capacidade intelectual do aluno tanto quanto da natureza do conceito propriamente dito e da forma pela qual ele é apresentado (AUSUBEL, 1980, p.84).

Em outras palavras, “o fator singular mais importante que influencia na aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra o que ele sabe e baseie nisso os seus ensinamentos” (AUSUBEL, 1980, p.138).

1.1.8 A mediação da Estratégia de Ensino

A mediação do conhecimento planejada de acordo com os princípios da TAS, deve conter elementos que possibilite avaliar a aprendizagem do aluno dentro do processo.

De acordo com Rodrigues (2005), a mediação pedagógica dar-se-á com base em alguns elementos fundamentais da linha do construtivismo, que segundo Zabala (1998, p.91) buscam:

Promover a atividade mental auto-estruturante, que possibilita estabelecer relações, a generalização, a descontextualização e atuação autônoma, supõe que aluno entende o que faz e por que faz e tem consciência, em qualquer nível, do processo que está seguindo.

E para estabelecer essas relações à atuação do professor dentro do processo de ensino e aprendizagem segundo esse marco teórico é de extrema importância, assim como descreve Zabala (Op cit. p. 91):

Que o aluno compreenda o que faz depende, em boa medida, de que seu professor ou professora seja capaz de ajudá-lo a compreender, a dar sentido ao que tem entre as mãos; quer dizer, depende de como se apresenta, de como tenta motivá-lo, na medida em que lhe faz sentir que sua contribuição será necessária para aprender.

Segundo Mendonza (2009), conforme citado por Assunção (2015, p.41) para se obter um melhor resultado na aprendizagem é fundamental que:

Os elementos da direção do processo de ensino compreendem o seguinte: o professor apresenta o objetivo de ensino de determinado conteúdo, após, inicia o assunto para os alunos, explicando-o de modo que estes compreendam. Durante a aprendizagem, o professor pode coletar informações que lhe serão úteis para corrigir os erros percebidos por meio do diagnóstico, assim, a direção do processo de estudo torna-se mais eficaz. (MENDOZA, 2009).

E esses elementos, possibilitam inferir se a estratégia de conhecimento aplicada, favorecem a aprendizagem do aluno.

1.1.9 Abordagens iniciais para as Tecnologias da Informação e Comunicação- (TIC)

Entre as várias invenções do homem uma das mais importantes foi a prensa, um equipamento aperfeiçoado por Johannes Gensfleisch zur Laden zum Gutenberg, um alemão nascido na cidade de Móguncia no século XV, essa tecnologia possibilitou reproduzir cópias de livros em grandes escalas, técnica que antes era um trabalho manual exercida pelos monges nesse período, para Tas (2008, p. 205-206), esse recurso ajudou a difundir o conhecimento de forma extraordinária na Idade Média. Sendo uma das primeiras mídias de comunicação que revolucionou a troca de informação entre vários estudiosos do mundo; colaborando para o avanço do conhecimento científico.

Desde então, o homem foi melhorando suas várias formas de se comunicar, veio o telégrafo, o telefone, o rádio, a televisão (TV), e desse conjunto primeiro, veio a era da informática e a comunicação digital; vejamos aqui uma síntese que Tas (2008, p. 203) faz sobre o tempo que cada mídia levou para ser alcançada por diversos usuários entre o século XX e XI: O telefone levou 74 anos para atingir 50 milhões de usuários; o rádio, 38 anos; a TV, 13 anos; o computador pessoal, 16 anos; o celular, 5 anos; *World Wide Web*; a internet, 4 anos; o *Skype*, apenas 22 meses. A quantidade de informação e a velocidade de acesso a essas em massa teve um avanço acelerado nos últimos 20 anos.

1.1.10 Ambientes virtuais de Aprendizagem (AVA)

Faz-se necessário antes de abordar o AVA (Ambiente virtual de aprendizagem), conhecer a origem desse recurso e seus efeitos no ensino. Segundo Pretto e Assis (2008), a propagação das TIC foi um marco importante do século XXI, esses destacam que as pesquisas no campo da Inteligência Artificial e a facilidade do acesso rápido à rede de internet, modificaram a forma de obter o conhecimento, conceitos, valores, saberes e o comportamento das pessoas a partir das relações com as TIC.

Para Chassot (2016), esses avanços alcançaram as Escolas⁴ e essas, deixaram de ser a detentora da informação, hoje o conhecimento chega nas instituições de ensino de todas as formas e com diferentes qualidades; exigindo dos professores uma mudança de postura, do professor informador para o professor formador. Nessa Escola não há espaço para o professor transmissor de conteúdo, em razão disso, se faz necessário repensar o que devemos e como podemos ensinar nessa era acelerada pelo acesso rápido à informação. Entre os recursos das TIC, cabe aqui destacar o AVA em consonância com Valentin e Soares (2010),

Entendemos que um ambiente virtual de aprendizagem é um espaço social, constituindo-se de interações cognitivo-sociais sobre, ou em torno, de um objeto de conhecimento: um lugar na Web, “cenários onde as pessoas interagem”, mediadas pela linguagem da hipermídia, cujos fluxos de comunicação entre os interagentes são possibilitados pela interface gráfica. O fundamental não é a interface em si mesma, mas o que os interagentes fazem com essa interface. Nesse sentido, o plano pedagógico que sustenta a configuração do ambiente é fundamental para que o ambiente possa ser um espaço onde os interagentes se construam como elementos ativos, coautores do processo de aprendizagem.

Apropria-se de princípios e de recursos das TIC com essa finalidade nas aulas de Química é um grande desafio para os professores que buscam integrar tais ferramentas na promoção da aprendizagem do aluno.

⁴ Para Chassot (p. 17, 2016), a Escola com letra maiúscula se refere a qualquer estabelecimento de ensino formal da Educação infantil à pós-graduação no nível superior.

1.1.11 Átomos, elementos e moléculas – fomentando a construção do conhecimento

Com os avanços da informática, nesse trabalho optou-se por um *Software* educacional livre com animação interativa em 3D, um aplicativo compatível para qualquer dispositivo móvel denominado de Átomos, elementos e moléculas, desenvolvido pela Evo Digital Media Consultoria e Tecnologia Ltda⁵.

Características técnicas:

- Nome: Átomos, elementos e moléculas.
- Tamanho: 138 MB.
- Idioma: Português e Inglês.
- Compatibilidade: Requer *Androide* superior 2.3 e *iOS* 6.0. e demais dispositivos móveis (*Windows, Linux, Chrome e Realidade virtual*)
- Versão: *iOS* 3.0 e *Android* 2. 92
- Classificação do conteúdo: Livre
- Aplicativo (App): Gratuito
- Versão para baixar em: *Google Play* e *App Store*

Este aplicativo possibilita aos aprendizes, interpretar e compreender por meio de modelos virtuais interativos dinâmicos, conceitos do qual o acesso real é muito difícil (inerentes aos conceitos da Química) como aponta Chassot (2014, p.256).

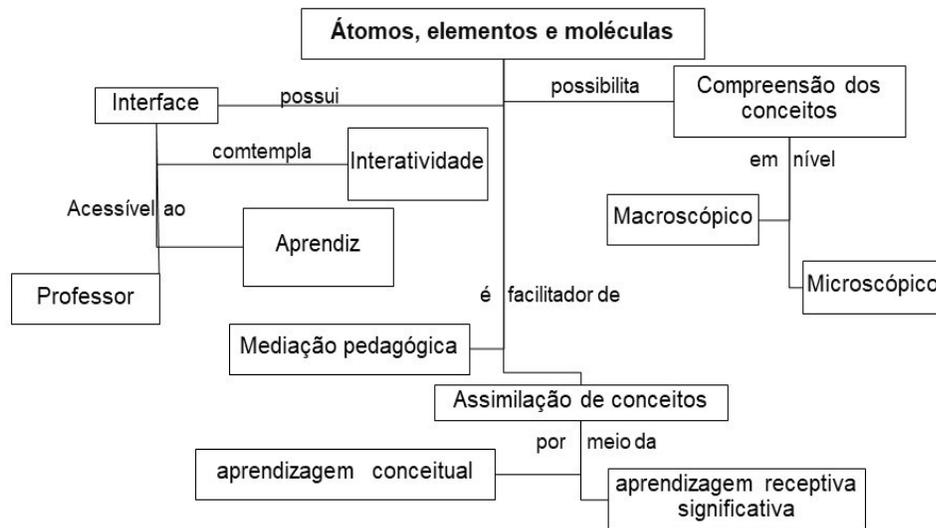
De acordo com Rodrigues (2005), cada princípio disponível no aplicativo propicia novas situações, novas descrições onde o design pode contemplar o pensamento criativo nas formas de incorporar as informações segundo os processos cognitivos de Ausubel, na construção do conhecimento.

Justifica-se a opção do uso do Átomos, elementos e moléculas, “devido algumas características relevantes inerentes ao mesmo que podem contribuir de forma positiva para inovação da prática pedagógica”, Rodrigues (Op. cit. p.54), bem como, potencializar a aprendizagem do aluno, seguindo alguns elementos pontuais do

⁵ Evo Digital Media Consultoria e Tecnologia Ltda: Empresa brasileira que desenvolve conteúdo digital para educação.

trabalho de pesquisa de Rodrigues (2005), como descrito na adaptação exposta na Figura 2.

Figura 2- Potencialidades do Átomos, elementos e moléculas.



Fonte: Adaptado de Rodrigues (2005, p. 55).

CAPÍTULO 2 – DIDÁTICA DE ENSINO: ANIMAÇÃO INTERATIVA EM 3D E APRENDIZAGEM COGNITIVA DOS CONCEITOS DA QUÍMICA

Nesse capítulo evidencia-se a didática da Química, a integração da animação interativa 3D na metodologia de ensino e a animação interativa como recurso no Ensino da Química baseada nos princípios da TAS, bem como os princípios da linguagem microscópica e macroscópica da Química dos conceitos de Matéria, Energia e Mudanças de estados.

2.1 Didática do Ensino da Química

No processo de ensino e aprendizagem da Química na 1ª série do EM, no contexto atual, observam-se as dificuldades dos docentes em inovar nas suas práticas de ensino, o conhecimento dessa ciência em grande parte, são pautados no treino excessivo de memorização de conceitos e fórmulas, como meio de fazer com que os alunos compreendam as especificidades da Química.

Essa prática de ensino promove na maior parte dos aprendizes desse nível, o desinteresse por essa ciência, pois esses encaram a disciplina como algo descontextualizado da sua realidade pela forma isolada a qual é desenvolvida em sala de aula, a relação dos conhecimentos dessa ciência com as outras disciplinas, em boa parte fica ausente, acarretando nos aprendizes, uma formação simplificada, limitada e fragmentada de conceitos que implicam na compreensão e nos avanço dos conhecimentos científicos dessa ciência ao longo das séries seguintes do EM.

Em geral os professores não avaliam os conhecimentos prévios dos alunos, muitos dos conceitos transmitidos, não partem daquilo que os alunos já conhecem, esses são apresentados de forma estática, inquestionáveis e esquematizados como conhecimentos prontos e acabados, determinados por modelos, fórmulas ou teorias, implicando a criatividade e o desenvolvimento de uma postura crítica dos alunos diante da exposição dos conceitos da Química.

A maior responsabilidade do ensino de Ciência, e cabe aqui incluir o ensino de Química, “é procurar que nossos alunos e alunas se transformem, com o ensino que fazemos, em homens e mulheres mais críticos. E [...] os estudantes possam tornar-se

agentes de transformações - para melhor - do mundo em que vivemos.” Chassot (2014, p. 55).

Para tanto, a sala de aula deve ser um espaço de reciprocidade na construção conhecimento científico da ciência Química onde aprendizes e professores assumem o papel de participantes do processo de aprendizagem.

Nesse sentido, toma-se o pensamento de Assunção (2015. p. 45), que enfatiza:

Então, os dois lados podem tanto ensinar como aprender, uma vez que o processo de interação garante que ambos os lados se beneficiem por serem seres com uma bagagem de conhecimento própria. Dessa forma, por meio da aprendizagem, professor e aluno podem desenvolver diferentes posturas, atuando diretamente no crescimento intelectual dos dois lados.

Impactar no aluno o interesse pela construção do conhecimento e possibilitar essa busca de forma contínua, é uma das contribuições do professor no ensino de Ciências.

2.3 A integração da Animação interativa em 3D na Metodologia de Ensino

Diversas discussões se intensificaram desde as últimas décadas do século XX até o presente, sobre o uso dos recursos das TIC, Cultura Digital na educação ou Tecnologias em Educação, vários autores, pensadores, especialistas e ativistas de diversas áreas, apontam que tais recursos podem ser utilizados com eficiência e eficácia como metodologia na promoção da aprendizagem do aluno da educação básica.

No que se refere à aplicação de máquinas (computadores) e programas (*Softwares*), um dos primeiros pesquisadores que fomentou a construção do conhecimento apoiada em recursos da informática, de acordo com Cardoso *et al* (2013), foi Seymour Papert, que desenvolveu pesquisa na área de educação buscando integrar computadores no processo de ensino e aprendizagem alicerçada no construtivismo, sendo este uma referência nas pesquisas e projetos de implantação, que buscavam integrar essa ferramenta no processo de ensino por volta dos anos de 1970 no Brasil.

Na mesma linha de estudo nos tempos atuais, Valente (2013, p. 40), descreve que os elementos da TIC são recursos que possibilitam a aprendizagem, pois envolvem imagens, sons e animação e essas características são elementos que podem ser facilmente processados pelo aluno na consolidação da construção do conhecimento.

Dentre essas categorias citada por Valente (2013), têm-se os *Softwares* de animação interativa 3D como meio eficiente de potencializar a aprendizagem dos conceitos da Química, pois a modelagem computacional apresentada na interface do aplicativo permite “compreender um mundo ao qual o acesso real é muito difícil” como aponta Chassot (2014, p.256).

Expõem-se aqui, algumas características que merecem destaque segundo Rodrigues (2005, p.59) em relação animação interativa, o qual adequa-se para esse estudo, levando em considerações os mesmos aspectos internos da animação interativa como descrito na pesquisa do autor, porém voltados para a Química onde se lê Física:

Características próprias de comunicação e expressão, podendo incorporá-las num processo educativo formativo.
 Favorece a intencionalidade educativa e é potencializadora da Aprendizagem Significativa (processo metacognitivo, ressignificação, apropriação, reconstrução).
 Representação de imagens de ações (mundo ideacional ou mundo real) sob a forma de operações de conceitos presentes na Física (quadros, animações, formas individuais e coletivas, descrições, gráficos, representações).
 Triangulação: aprendiz - informação - conhecimento.

E no que se refere aos aspectos externos da animação interativa ainda conforme as perspectivas de Rodrigues (2005, p.59), a:

Mediação Semiótica dos fenômenos estudados, possibilitando a interatividade onde o aprendiz avalie soluções alternativas e teste suas decisões e concepções, imagens e valores acerca do conhecimento.
 Heterogeneidade, propiciando múltiplas representações: atos comunicacionais, imagens fixas ou de movimento, pluralidade de mídias.
 Permite que o aprendiz externalize seus próprios conhecimentos e desta forma represente suas interpretações pessoais e sua forma de ver o mundo.

Estando em conformidade com Rodrigues (2005), a eficácia desse recurso como facilitador da construção do conhecimento depende da prática de ensino

coerente, pois envolve a objetividade da ferramenta (modelos aproximados que dispomos para compreender aquilo que não é perceptível) e a subjetividade cognitiva do aprendiz (a particularidade do aprendiz em assimilar esse conhecimento), o qual exige do professor a elaboração de uma sequência de didática eficiente que integre animação interativa 3D a fim de obter indícios que apontem resultado da aprendizagem do aluno.

2.4 A integração da Animação interativa como recurso no Ensino da Química

Há muitos trabalhos na literatura à luz das teorias da aprendizagem, principalmente na área de Física fundamentadas na TAS, onde essas apontam indícios de aprendizagem de conceitos científicos dessa ciência, após a integração de *Software* animação interativa, a importância dessas pesquisas para o ensino de Ciências e Química são relevantes, pois muitos dos conceitos são comuns entre esses currículos.

No entanto, no ensino da Química no Brasil, pesquisas alicerçadas na TAS com a integração de *Software* de animação interativa aplicadas com estudantes, seja da educação básica ou nível superior ainda são incipientes.

Há ausência de literatura com estudo nessa área, e nos poucos trabalhos encontrados e analisados, muitos se embasaram à luz de outras Teorias da aprendizagem. Dentre os quais apresenta-se uma síntese das pesquisas que buscaram integrar *Software* de animação interativa fundamentadas nos princípios da TAS e demais teorias.

Como Santos (2014), que utilizou um *Software* que realiza simulação e apresentam modelações sendo integrados a atividades didáticas na metodologia de ensino, possibilita ao aprendiz uma melhor compreensão dos conceitos químicos, pois o aluno participa ativamente das atividades.

E por meio da análise dos mapas conceituais produzidos pelos alunos após a aplicação das atividades, a pesquisadora inferiu indícios da aprendizagem significativa na maior parte dos alunos da educação de jovens e adultos (sujeitos do estudo) em relação aos conceitos da Química Orgânica (Funções orgânicas e isomeria óptica).

Para Ayres (2011), no estudo de ligações intermoleculares, as ferramentas tecnológicas que envolvem visualizações de átomos, de ligações e moléculas

possibilitam promover no aluno o entendimento conceitual das representações Químicas no nível macroscópico, microscópico e simbólico, bem como compreender as propriedades dos materiais, sendo sua pesquisa à luz de Richard E. Mayer.

Raupp (2010), reforça que esses recursos aplicados no ensino da isomeria geométrica da Química Orgânica realizadas com alunos do nível superior, segundo os princípios da Teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud apresentaram-se:

Com mais capacidade tecnológica, como representações múltiplas linkadas, ferramentas de construção baseadas em computadores externalizam as relações visuais ou conceituais entre representações químicas e auxiliam os estudantes a fazer translações entre vários tipos de representações.

Mathias et al (2009), ao aplicar no estudo da estrutura atômica, evidenciaram as vantagens de integrar esse recurso, tais como: as informações não ficam centradas no professor, pois o material informativo presente no *Software* possibilita ao docente instigar a crítica, orientar a organização do trabalho, estimular e verificar a participação do aluno nas atividades individuais ou em grupo.

Considerando o recurso fundamental, pois possibilitou aos alunos da 1ª série do EM, usarem o imaginário para compreender o comportamento microscópico do material em determinadas situações Físicas e Químicas de forma significativa.

Diante do exposto, observa-se que a integração dos *Softwares* de animação interativa nessas pesquisas, promoveram a aprendizagem dos alunos em relação aos conceitos da Química, segundo alguns princípios da psicologia cognitiva, mostrando no processo de ensino e aprendizagem uma forma dinâmica e participativa entre os sujeitos envolvidos em cada estudo, indo além das aulas tradicionais, expositivas e descritivas com ênfase na memorização de fórmulas e resolução de exercícios.

Cabe aqui ressaltar que ambas as pesquisas apontam reflexões quanto ao uso desses recursos, e compreendem que esses não são os meios que solucionaram as implicações que há no processo de ensino e aprendizagem da Química e no ensino de Ciências.

2.5 Princípios da linguagem macroscópica e microscópica dos conceitos de Matéria, Energia e Mudanças de estados

No estudo conceitual científico da linguagem Química no conteúdo Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos há termos bem particulares e específicos como: estado de agregação das moléculas, energia cinética, forças de coesão e repulsão, e aqueles mais gerais como: energia, calor, temperatura, estados físicos da matéria, pontos de fusão e ebulição e outros, os quais são contemplados em todo o currículo de Química do EM.

Observa-se que os conceitos existentes dentro do conteúdo de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos são de grande importância no estudo da Química e da Física, pois possibilitam a percepção de vários fenômenos que ocorrem na natureza; sendo que estes termos são bastante explorados nos avanços científicos e tecnológicos de nossa sociedade ao longo da história da ciência.

Buscando-se investigar o aprendizado dos conceitos da linguagem Química em alunos da 1ª série do EM da Escola Estadual Gonçalves Dias do município de Boa Vista-RR, após a aplicação de uma sequência didática integrando o *Software* educacional livre com animação interativa em 3D, que apresenta abordagens macroscópica e microscópica no estudo conceitual científico do conteúdo de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos.

Com esse propósito, expressa-se os conceitos básicos mais gerais e os particulares e/ou específicos do conteúdo Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos. Princípios fundamentados em Russel (1994), Atkins & Jones (2012) e Brady et al (2000). Divididos em categorias de interpretação, compreensão e exposição de ideias dos conceitos a nível macroscópico e microscópico da Química. Para uma compreensão conceitual dos alunos da educação básica.

Segundo Brady et al (2000), essa abordagem possibilita o aluno ter percepções dos conceitos acessíveis aos sentidos relacionando-os com eventos que ocorrem no nível molecular; promovendo-se assim, um aprendizado progressivo em Química.

Categorias de interpretação, compreensão e exposição de ideias dos conceitos a nível macroscópico:

- **Matéria**

Para Atkins & Jones (2012), tem um significado operacional simples, é qualquer coisa que tem massa e ocupa lugar no espaço; “é essência” – esta não é uma definição muito sofisticada, mas um meio para introduzir a idéia de que a matéria tem existência física real”. Russel (1994, p. 8). E, Brady et al (2000, p. 4), inclui que: “É dela que nosso universo é feito, e as substâncias químicas que compõem as entidades tangíveis, desde rochas até pizzas, constituem exemplos de matéria.

- **Massa**

Os autores Russel (1994, p.9) e Brady et al (2000, p. 4), compartilham do mesmo princípio, “Massa é a medida de uma quantidade de matéria”, o qual Atkins & Jones (2012), diz ser, uma propriedade física que pode ser observável ou medida sem mudar a identidade da substância, ou seja, é uma grandeza física que tem como unidade de medidas: quilograma (kg), gramas (g) e miligramas (mg), as quais são mensuradas no instrumento denominado de balança.

- **Peso**

Para Brady et al (2000, p. 4), “é a força que atuam sobre o objeto quando ele está em um campo gravitacional.” De acordo com o autor, um objeto com uma certa quantidade de matéria, ou seja, uma certa massa, pode ter peso diferentes; na superfície da Terra pesa aproximadamente seis vezes mais do que se estivesse na superfície da Lua. O peso de um objeto é maior ao nível do mar do que no topo do monte Everest (RUSSEL, 1994).

- **Substâncias Puras e Misturas**

Uma substância pura apresenta composição característica e um conjunto de propriedades definidas; exemplo: água, sal, ferro, gás de oxigênio e outros. Misturas são junções de substâncias puras observáveis a “olho nu” (rocha de granito composta

por: quartzo branco, mica preta) ou em aparelho de alta resolução como microscópicos para visualizar seus componentes; há misturas de difícil percepção, por exemplo, água com sal, apresenta ser uma mistura que parece ser água pura (RUSSEL, 1994).

- **Energia**

Atkins & Jones (2012), tem uma definição prática para esse conceito, descreve como a medida da capacidade de realizar trabalho, definindo trabalho como um movimento contra uma força em oposição. Sendo representada pela seguinte relação: Energia = força x distância.

Um objeto realiza trabalho quando ele altera a velocidade (em módulo) de outro objeto. Por exemplo, um carro em movimento possui energia, pois altera a velocidade de outro carro ao colidir com ele (BRADY et al, 2000), ou seja, quanto maior a energia de um objeto, maior será sua capacidade de realizar trabalho (ATKINS & JONES, 2012).

A unidade de energia pelo Sistema Internacional de unidade (SI), é o joule (J), $1\text{J} = 1\text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$.

Há muitas formas de energia, dentre elas cita-se calor, luz, mecânica que pode ser cinética ou potencial. A lei de conservação de energia estabelece que a energia pode ser transformada em diferentes formas (RUSSEL, 1994).

- **Temperatura e Calor**

Segundo Russel (1994, p. 44), “Calor é a forma de energia que é transferida de um objeto mais quente para o mais frio. O calor (energia calorífica) absorvido por um objeto pode aumentar sua temperatura, ou causar uma mudança de estado, tal como a fusão (ponto de fusão) ou ebulição (ponto de ebulição)”, ou seja, para Atkins & Jones (2012), é a energia transferida em consequência de uma diferença de temperatura entre um sistema vizinhança, em outras palavras é energia em trânsito, a unidade de medida pelo SI do calor é dada em joule (J).

A “temperatura de uma substância é a medida da energia cinética média das partículas constituintes da substância” (RUSSEL, 1994). Pelo SI as escalas de

temperatura são Fahrenheit (°F), Celsius (°C) e Kelvin (K). Tendo como instrumento de medida o termômetro.

- **Pressão**

Pressão é definida em geral, como a quantidade de força atuando perpendicular a uma superfície, dividida pela área; razão entre a força (f) e área (A). Representada pela Equação $P = f/A$. A força (peso) é a mesma, mas a pressão, ou seja, força por unidade de área, nos seus ombros é muito menor quando o peso é distribuído sobre as alças largas. A razão da força pela área, a pressão, é menor e você pode sentir a diferença (BRADY et al, 2000 p. 307).

Já a força da gravidade da Terra que age sobre a massa de ar da atmosfera, criando uma força de oposição, ou seja, aquela que o ar exerce sobre a superfície da Terra é denominada de pressão atmosférica, para medir a pressão atmosférica, usa-se um instrumento simples denominado de barômetro de mercúrio ou de Torricelli. Pelo SI, a pressão atmosférica é medida em pascal (Pa), tendo a seguinte unidade de representação padrão: $1 \text{ atm} = 101.325 \times 10^5 \text{ Pa}$.

- **Volume**

Volume é uma quantidade de espaço que uma amostra ocupa. Tem-se as seguintes unidades derivadas do SI: metro cúbico (m^3), litro (L), mililitros (mL), decímetro cúbico (dm^3) e centímetro cúbico (cm^3) (RUSSEL, 1994, p.33).

Categorias de interpretação, compreensão e exposição de ideias dos conceitos a nível microscópico:

- **Energia cinética**

Na definição de calor percebe-se que este está associado à transferência de energia cinética de objetos em diferentes temperaturas, para Brady et al (2000, p.169), esse conceito é parte de um modelo maior para descrever o comportamento da matéria, chamado teoria cinética da matéria, modelo que explica que átomos e moléculas se comportam como minúsculas esferas rígidas, sujeitas às leis da Mecânica Newtoniana.

Então, para compreensão dessa forma de energia Brady et al (2000), define que Cinética vem do grego *Kineticos*, que significa “de movimento”, e utilizar o termo energia cinética molecular, para indicar que é a energia de movimento armazenada em átomos e moléculas, que possibilita movimentos aleatórios nos gases, enquanto que nos sólidos os movimentos oscilam em torno de posição de equilíbrio. Russel (1994), denomina esses movimentos das partículas, de energia cinética média.

- **Forças de atração e repulsão**

São as forças intermoleculares que definem o estado físico da matéria. As forças que mantêm as moléculas unidas são denominadas de forças de atração (coesão) de modo a formar um material compacto (condensado), possibilitando um arranjo organizado entre as moléculas. Já as forças de repulsão são aquelas que causam o afastamento entre essas entidades químicas do material, ou seja, o desarranjo entre as moléculas do material, de modo que a forma do material é menos compressiva (ATKINS & JONES, 2012).

Esses conceitos microscópicos da Química, possibilitam compreender as propriedades físicas da matéria, bem como as mudanças de estado físico. Em outras palavras, “grande parte das propriedades físicas das substâncias são controladas pelas intensidades das interações intermoleculares” (BRADY et al, 2000, p. 338).

E como base nesses conceitos, tem-se as definições para o estado físico da matéria e mudanças de estados:

As substâncias e ou a matéria existem em três estados físicos mais comuns: sólido, líquido e gasoso que apresenta os seguintes conceitos.

- **Estado Sólido**

Para Russel (1994), a matéria nesse estado, “é uma substância que apresenta suas partículas (moléculas) constituintes dispostas num arranjo interno regularmente ordenado” formando uma substância rígida devido a força de atração entre as moléculas. (RUSSEL, 1994, p. 409), de modo que, o sólido conserva o seu volume e a sua forma, independentem do tamanho e da forma do recipiente que contém o sólido.

- **Estado Líquido**

Nesse estado as partículas (moléculas) da substância apresentam um arranjo não tão ordenado, as moléculas apresentam um certo movimento devido as entidades estarem mais afastadas, a força de atração e repulsão têm atuações quase equivalentes (as moléculas não estão tão próximas e tampouco separadas), o que conserva o volume, mas a forma depende do recipiente em qual esteja contido a substância (RUSSEL, 1994, p.454).

- **Estado Gasoso**

No estado gasoso de acordo com Russel (1994), as partículas constituintes apresentam um arranjo desordenado, a força de repulsão predominante, promovendo colisões (choques) entre as moléculas, e desse modo, tanto o volume como a forma dos gases são variáveis. Fenômeno que impossibilita a visualização das substâncias nesse estado.

São essas interações entre as moléculas das substâncias que permitem as mudanças de estados físicos da matéria.

- **Mudança dos estados físicos da matéria**

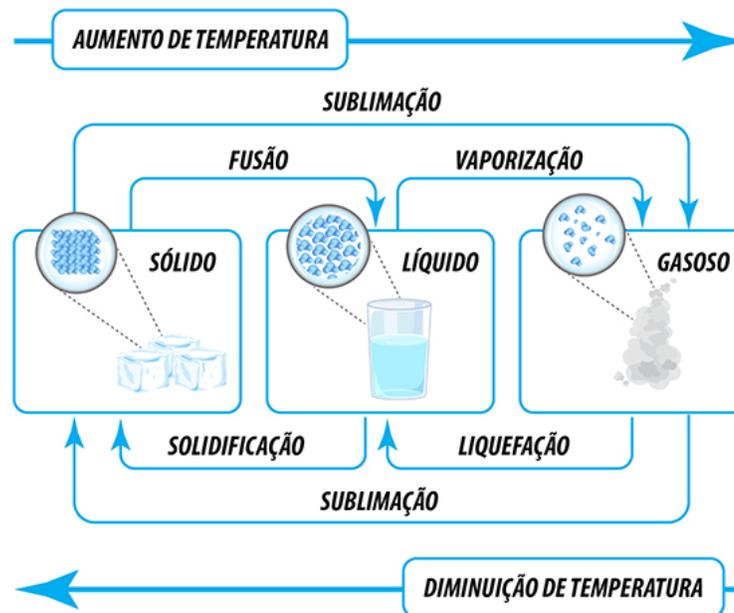
São alterações que ocorrem na forma e volume da substância quando passa de um estado físico para outro, de acordo com Russel, (1994), Brady et al (2000) e Atkins & Jones (2012).

Segundo os autores, ao fornecer calor para a substância, aumenta-se a energia cinética média das moléculas, devido a diminuição das forças de atração (força intermolecular) entre essas entidades, a força de repulsão (força intermolecular) predomina, elevando-se a temperatura da substância, possibilitando as mudanças de estados físicos por meio de processos denominados de: fusão (sólido para o líquido); vaporização (líquido para o gasoso) e sublimação (sólido para o gasoso).

Retirando-se o calor da substância, a energia cinética média das moléculas, baixam, a força de atração atua, aproximando as entidades e a temperatura da substância diminui, propiciando as mudanças de estados físicos por meio dos processos denominados de: liquefação e/ou condensação (gasoso para o líquido); solidificação (líquido para o gasoso) e sublimação (gasoso para o sólido).

Na Figura 3 resumisse essas mudanças de estados físicos de forma genérica.

Figura 3 – Mudanças dos estados físicos da matéria.



Fonte: <http://www.universiaenem.com.br/sistema/faces/pagina/publica/conteudo/texto-html.xhtml?redirect=83153448243435214993499258297>

É evidente que para cada mudança de estado físico, leva-se em considerações todos os conceitos científicos abordados até aqui conforme as literaturas consultadas, e esses ao integrar *Software* educacional livre com animação interativa em 3D, como metodologia de ensino à luz da TAS, serão inclusos, diferenciando-se de forma gradual conforme a compreensão do aluno.

CAPÍTULO 3 – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Nesse capítulo descreve-se os aspectos metodológicos deste trabalho, apontando-se as características fundamentais do âmbito e os participantes da pesquisa, bem como sua caracterização e organização para esse estudo.

3.1 Âmbito da Pesquisa

Para investigar alguns princípios do modelo teórico da Psicologia educacional proposto por Ausubel (1980), conforme os objetivos deste trabalho, o âmbito escolar desta pesquisa foi a Escola Estadual Gonçalves Dias como disposta na Figura 4a e 4b limitada pelo círculo. Esta escola é mantida pela Secretaria de Estado da Educação e Desporto do Estado de Roraima, onde são ofertadas as modalidades de Ensino: Médio Regular e Médio Integrado ao Profissionalizante.

Localizada na Avenida Getúlio Vargas, n.º 4333, bairro Canarinho da Zona Norte do município de Boa Vista; segundo a edificação da imagem de satélite da Figura 3b. A proposta de criação e aprovação da Escola ocorreu em 24 de março de 1977, a partir do Decreto n.º 12, assinado pelo governador Fernando Ramos Pereira em exercício, na época do Território Federal de Roraima.

O Nome da escola é em homenagem ao poeta lírico Antônio Gonçalves Dias, natural da cidade de Caxias, no estado do Maranhão, considerado um dos maiores representantes do Romantismo no contexto da literatura nacional (RORAIMA,2017).

Figura 4a – Fachada da Escola Estadual Gonçalves Dias.



Fonte: Google Maps, 2017.

Figura 4b – Imagem satélite da edificação da Escola Estadual Gonçalves Dias



Fonte: Google Maps, 2017.

No ano letivo 2017 a escola apresentava um quadro total de 742 alunos matriculados, distribuídos em: oitos turmas de 1ª série, oito turmas de 2ª série e nove turmas de 3ª série do Ensino Médio Regular. Tendo somente duas turmas de Ensino Médio Integrado ao Profissionalizante.

A Razão da opção por essa escola, deve-se ao fato da pesquisadora desse estudo ter atuado por três anos nessa escola como professora efetiva, ministrando aulas de Química em todas as séries da modalidade do Ensino Médio Regular e Integrado ao Profissionalizante nos anos de 2013 a 2016; onde entre os anos de 2014 a 2015 acompanhou os alunos de graduação do curso de Química do PIBID da UERR do Campus de Boa Vista/RR como professora supervisora.

De acordo com o Censo Escolar do ano de 2015, nos dados cadastrais como descritos no Quadro 2, a escola tem a seguinte estrutura:

Quadro 2 – Estrutura da Escola Estadual Gonçalves Dias.

Infraestrutura	Dependências	Equipamentos
<ul style="list-style-type: none"> → Água filtrada → Água da rede pública → Energia da rede pública → Esgoto da rede pública → Lixo destinado à coleta periódica → Acesso à Internet → Banda larga 	<ul style="list-style-type: none"> → 18 de 22 salas de aulas utilizadas → Sala de diretoria → Sala de professores → Laboratório de informática → Laboratório de ciências → Sala de recursos multifuncionais para Atendimento Educacional Especializado (AEE) → Quadra de esportes coberta → Quadra de esportes descoberta → Alimentação escolar para os alunos → Cozinha → Biblioteca → Sala de leitura → Banheiro dentro do prédio → Banheiro adequado à alunos com deficiência ou mobilidade reduzida → Dependências e vias adequadas a alunos com deficiência ou mobilidade reduzida → Sala de secretaria → Banheiro com chuveiro → Refeitório → Despensa → Auditório → Pátio coberto → Área verde 	<ul style="list-style-type: none"> → Computadores administrativos → Computadores para alunos → TV → Copiadora → Equipamento de som → Impressora → Equipamentos de multimídia → TV → Videocassete → DVD → Retroprojeto → Impressora → Projeto multimídia (datashow)

Fonte: Microdados do Censo Escolar 2015.

3.2 Sujeitos da Pesquisa

A pesquisa tinha como amostra 29 alunos matriculados em uma turma da primeira série 1ª série do EM regular desta escola, caracterizado como grupo único, tendo uma faixa etária entre 15 a 18 anos. Para a qualificação desse trabalho, esse era o quantitativo de participantes da turma escolhida de forma aleatória.

No entanto, no momento da aplicação da pesquisa, esses foram substituídos por 15 participantes, da mesma série, de turmas diferentes, com a mesma faixa etária de idade matriculados no turno vespertino dessa escola. Evento relatado no resultado dessa pesquisa, não impedindo o desenvolvimento do trabalho.

A opção de desenvolver o conteúdo com esses participantes, deve-se ao fato de estar previsto em todo o currículo da 1ª série e nas séries seguintes (2ª e 3ª série) do EM, o que possibilitou a investigação.

3.3 Caracterização da Pesquisa

O enfoque da pesquisa buscou analisar o efeito da aprendizagem conceitual científico da linguagem Química no estudo do conteúdo de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos nos alunos da 1ª série do EM da Escola Estadual GD do município de Boa Vista-RR, aplicando-se uma sequência didática integrando o *Software* educacional livre com animação interativa em 3D, como metodologia de ensino à luz dos princípios TAS. A pesquisa caracterizou-se como mista, com enfoques qualitativo e quantitativo, de modo que, o enfoque qualitativo é mais perceptível nos resultados. Por se tratar, de uma pesquisa de processos de aprendizagem, os dados obtidos não sofreram um tratamento estatístico, pois nesse estudo de investigação buscou-se compreender o efeito do método de ensino na aprendizagem do aluno, bem como o avanço na assimilação do conteúdo.

Os indícios da aprendizagem conceitual foram inferidos por meio das categorias interpretação, compreensão, e exposição das ideias conceituais da linguagem Química a nível macroscópico e microscópico do conteúdo de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos, tendo parâmetros e escalas de pontuações, para a avaliação diagnóstica, atividade formativa da aula com a integração do *Software* educacional livre

com animação em 3D e do pós-teste.

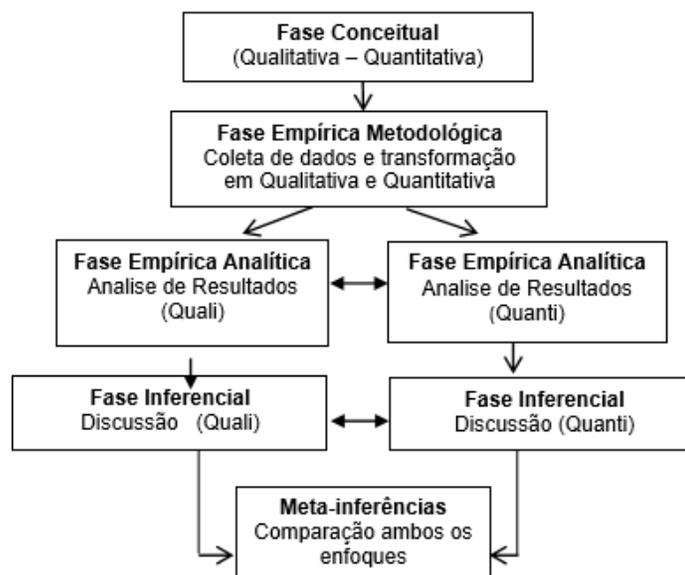
O procedimento foi por meio da pesquisa participante, relacionado com a assimilação de conceitos científicos do conteúdo de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos, com estudo de campo pré-experimental, por se tratar de um único grupo a ser estudado de acordo com Gil, (2008, p. 53-57).

3.4 Enfoque Misto

Na pesquisa foram realizadas análises da ocorrência da aprendizagem dos conceitos em cada aluno (sujeito da pesquisa), bem como, as análises de desempenho de cada participante no processo, por meio do pré-teste, atividades formativas e no pós-teste, buscando investigar, fundamentando-se nos princípios da TAS, a ênfase do princípio da assimilação dos conceitos a nível macroscópico e microscópico da Química do conteúdo de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos, conforme as etapas da sequência didática, o qual integrou-se o *Software* educacional livre com animação interativa em 3D.

Para tanto, foi utilizado os procedimentos de análises qualitativas e quantitativas, como mostra o Esquema 2, tendo como referência Mendonza (2009), conforme citado por Assunção (2015, p.68).

Esquema 2 – Fases da Pesquisa.



Fonte: Mendonza, apud Assunção, 2015, p. 68.

Na sequência didática, inicialmente foi delineado os aspectos do comportamento dos sujeitos da pesquisa por meio da aplicação de um questionário, conforme Anexo A, para ter um registro referente às atividades letivas e não letivas, bem como outras dimensões de comportamento desses sujeitos com o objetivo de estimular o interesse, compensar deficiências, atender as necessidades e dificuldades para os ajustes de cada etapa da sequência didática, como aponta Haidt (1994, p.124-148).

Logo após foi aplicado o instrumento de pré-teste para diagnosticar os conhecimentos prévios dos alunos em relação aos conceitos de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos como descrito no Anexo B.

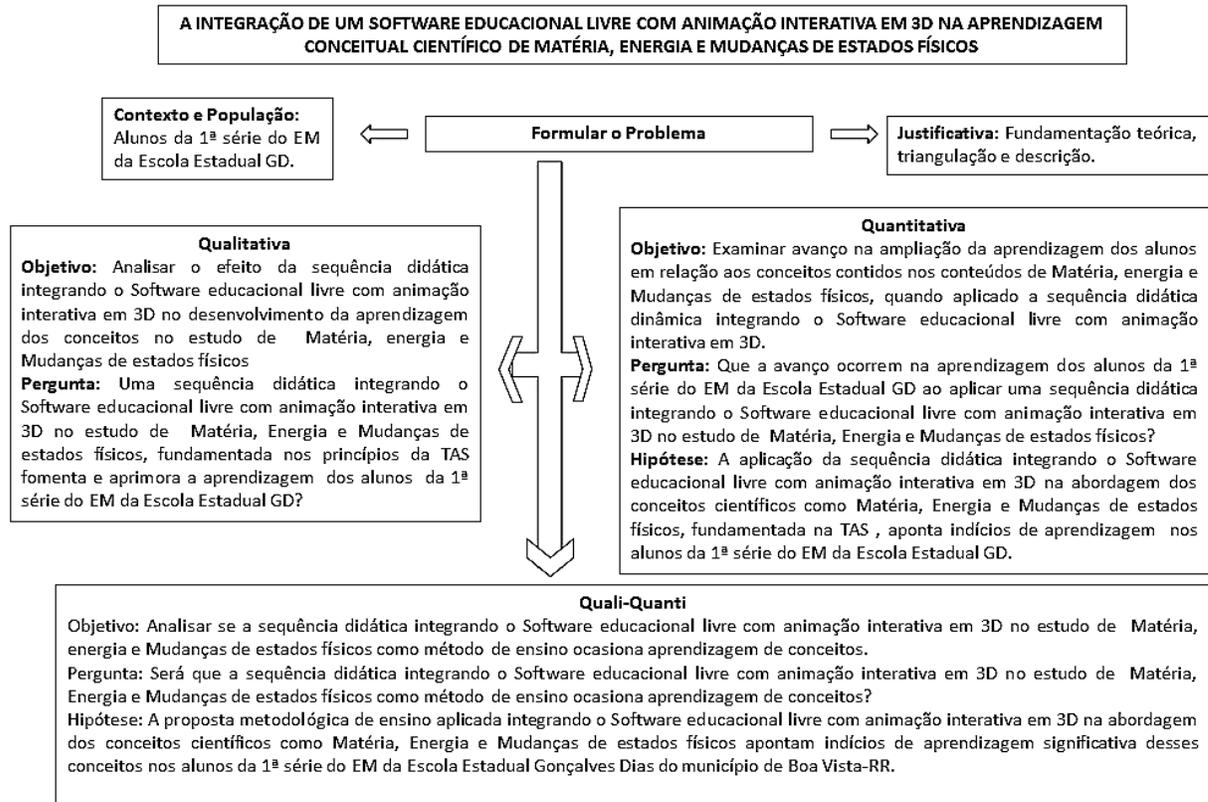
Posterior as análises de dados, foi investigado a hipótese da pesquisa com objetivo de examinar o efeito da aplicação da sequência didática ao integrar o *Software* educacional livre com animação interativa 3D no desenvolvimento da aprendizagem de conceitos de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos assimilados pelos sujeitos da pesquisa.

Onde os dados coletados em pré-teste, atividades formativas e pós-teste (Anexo C) serviram de suporte para a construção dos resultados, tendo como apoio as anotações do diário de pesquisa e a observação sistemática realizada no contexto da sala de aula das aulas expositivas.

O pré-teste, as atividades formativas e o pós-teste realizadas pelos alunos foram transcritas para formulários de análises de dados, seguindo-se a descrição dos aspectos qualitativos e posterior os aspectos quantitativos, e ambos os aspectos serviram para a fase inferencial dos resultados aplicando-se a descrição comparativa entre os dois enfoques (ASSUNÇÃO, 2015, p. 68).

Segundo o esquema utilizado por Sampieri (2003), conforme aponta Assunção (2015, p.69), a organização da problemática da pesquisa ocorreu no âmbito qualitativo triangulando com o quantitativo. De modo que possibilitou a compreensão e examinar os indícios da aprendizagem nos alunos em relação aos conceitos científicos presentes no conteúdo de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos amparando-se nestes dois enfoques, conforme a adaptação no Esquema 3.

Esquema 3 - Adaptado pela pesquisadora - Problemática da Pesquisa.



Fonte: Adaptado de Sampieri, 2003, apud Assunção, 2015, p. 69.

Segundo Assunção (2015), os elementos “contexto e população” e justificativa utilizados na aplicação do método conforme cada etapa, permitiu analisar de forma transparente a aprendizagem do aluno. E a triangulação dos dados entre os métodos, teoria e resultados possibilitaram dar veracidade ao produto da pesquisa.

3.5 Pesquisa Participante

A pesquisa caracterizou-se como pesquisa participante, pois no processo envolveu tanto o pesquisador como os pesquisados (GIL, 2008, p.31). E a interação entre esses pares, segundo Chassot (2014, p. 200) possibilita-se analisar “[...] de forma dialógica, os diferentes significados atribuídos ao conhecimento e as diferentes formas de construção desse conhecimento.” Para tanto a instituição participante da pesquisa recebeu uma carta de apresentação, uma cópia do projeto da pesquisa disponibilizado para consulta na coordenação pedagógica da escola.

E antes da intervenção com as atividades da sequência didática, os alunos e seus responsáveis tiveram acesso para as assinaturas dos: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) em Pesquisas com Seres Humanos como disposto no Anexo A e do Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) Anexo B, contendo nesses termos uma breve explicação sobre o estudo desenvolvido, o período do estudo (4º bimestre do ano letivo de 2017, com início em 16 de outubro e término em 22 de dezembro), o número de dez (10) aulas, equivalentes a 20 horas aulas, dentre outras informações da pesquisa como, risco e benefícios, detalhando-se as ações nos termos, a redução dos riscos durante o processo de aplicação desse estudo..

No TALE e TCLE, apontou-se as medidas para assegurar a preservação da imagem e citações anônimas dos participantes nos resultados da pesquisa, no relatório final, na dissertação, nas apresentações em encontros científicos e publicação em revistas especializadas. Em cumprimento à exigência do curso de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Universidade Estadual de Roraima.

3.6 Sequência Didática da Pesquisa

Para Zabala (1998, p.18), uma sequência didática é “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelo professor como pelos alunos.” É uma intervenção reflexiva no qual é possível planejar, aplicar e avaliar o processo de ensino e aprendizagem.

E nesse sentido a sequência didática desse trabalho, envolveu atividades de experimentação (pré-teste), aula expositiva com atividade formativa, observação sistemática, atividade formativa pós integração do *Software* educacional livre com animação interativa em 3D e o pós-teste. Para tanto, a pesquisa foi dividida da seguinte forma:

1º momento: Conhecer os sujeitos da pesquisa

O perfil dos alunos foi delineado por meio de um questionário, conforme o Apêndice A, as análises desses dados possibilitou a pesquisadora conhecer os aspectos dos alunos referentes as atividades letivas e não letivas, instrumentos

importantes, pois apontaram as particularidades de cada participante da pesquisa, auxiliando na compreensão das necessidades de correção e implantação das atividades da sequência didática durante o processo de execução da pesquisa.

2º momento: Buscou-se identificar os conhecimentos prévios dos participantes da pesquisa.

A avaliação diagnóstica, seguindo os princípios da TAS, teve como objetivo identificar os conhecimentos prévios (subsunçores) dos alunos referentes, aos conceitos da linguagem macroscópico e microscópico da Química do conteúdo de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos, sendo analisados por meio do experimento exposto no Apêndice B (pré-teste).

Foi identificado por meio desse instrumento (transcrito para um formulário) que alguns alunos não possuíam subsunçores, e outros usaram de forma inadequada os conceitos da linguagem macroscópico do conteúdo de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos. Porém, reconheceram que a Água era mesma substância nos três estados físicos por meio de conhecimentos mais gerais dessa substância.

Cabe ressaltar, que nas análises qualitativas e quantitativas do pré-teste (questões abertas), atividade formativa integrando o *Software* e no pós-teste (questões abertas), aplicou-se análises de conteúdo de Bardin (1977).

Para a autora “em uma análise qualitativa, o que serve de informações é a frequência com que surgem certas características do conteúdo” (BARDIN, p.21,1977). Assim sendo, para as leituras das transcrições dos dados usou-se as categorias de análises: *i)* Interpretação, compreensão e exposição de ideias da linguagem Química macroscópica dos conceitos de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos e *ii)* Interpretação, compreensão e exposição de ideias da linguagem Química microscópica dos conceitos de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos e com base nessas categorias determinou-se parâmetros e escalas para quantificar o avanço do aluno conforme o método de ensino proposto.

Diante dos resultados do pré-teste, planejou-se a sequência didática tendo-se as seguintes etapas:

1ª etapa: aula expositiva – atividade formativa:

Com base nas análises do pré-teste, o planejamento de ensino da sequência

didática na abordagem do conteúdo Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos sob a ótica Química, partiu da temática Água como organizador prévio. Segundo Ausubel, (1980), na ausência dos subsunçores (conhecimentos prévios), parte-se dos conhecimentos mais gerais para os mais específicos. Como foi apontado pelos alunos o conhecimento das características mais comuns da água.

Fez-se necessário o uso desse princípio da TAS, optando pela aprendizagem por recepção por meio das aulas expositivas; utilizando essa temática para a formação (novos subsunçores) e reformulação de subsunçores nos alunos, aplicando-se a linguagem macroscópica e progressivamente incluindo a linguagem microscópica da Química na abordagem da temática seguindo-se a hierarquia dos conceitos e o nível de compreensão dos aprendizes.

A coleta de dados nessa etapa foram: a atividade formativa e as observações sistemáticas do comportamento dos participantes durante o processo.

2ª Etapa: Aula com a Integração do Software educacional livre com animação interativa em 3D – Atividade Formativa

O *Software* educacional livre com animação interativa em 3D, foi integrado na sequência didática fundamentando-se nos princípios de Ausubel (1980), guiando-se pela aprendizagem receptiva, do tipo conceitual e de forma subordinativa na assimilação de conceito científicos do conteúdo de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos.

O *Software* foi utilizado nos celulares dos alunos e disponibilizados em outros dois dispositivos móveis pela pesquisadora, possibilitando desse modo, que todos tivessem interação com o recurso.

Na busca de potencializar e reorganizar a assimilação dos conceitos estudados em Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos, partindo do princípio daquilo que os alunos da pesquisa conheceram dos conceitos da Química, abordados na temática Água, como proposto por Ausubel, (1980).

Nessa etapa da pesquisa, por meio de aulas expositivas dialogadas, integrou-se o *Software* educacional livre com animação interativa em 3D (App educacional de Química), como método inovador de ensino, sendo um recurso colaborativo de texto, visualização e experimentação de abordagem dos conceitos macroscópico e

microscópico da linguagem Química do conteúdo Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos em ambiente virtual.

Tendo-se uma atividade formativa no qual os alunos construíram as respostas das questões utilizando o simulador e os conceitos disponíveis no *Software*; a coleta desses dados foram transcritas para o formulário de análises, buscando examinar nos alunos a interpretação, compreensão e apropriação dos conceitos macroscópico e microscópico da Química estudados em Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos.

Nessa fase, após a avaliação da atividade formativa, houve a necessidade de corrigir e organizar as exposições de ideias da linguagem macroscópico e microscópico da Química dos conceitos de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos.

Reformulando as ideias mais gerais (macroscópica) e integrando-se as mais particulares e específicas (microscópica), de acordo com o princípio da aprendizagem subordinativa de Ausubel, (1980). Tendo uma atividade formativa como guia para essa internalização de conceitos de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos.

E por fim, o pós-teste possibilitou analisar o efeito e o avanço da aprendizagem dos alunos em relação aos conceitos científicos macroscópico e microscópico da linguagem Química contidos nos conteúdos de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos, seguindo os princípios da Teoria de Ausubel.

Examinando qualitativamente o avanço dos alunos, distinguindo-se a clareza, precisão, diferenciação e transferência dos termos científicos presentes nos dados desse instrumento.

Ao final do resultado do pós-teste fez-se um comparativo partindo-se da avaliação diagnóstica apresentando um panorama do efeito da integração do *Software* educacional livre com animação interativa em 3D (App educacional de Química) na sequência didática.

Diante de todas as etapas da pesquisa e da análise dos dados coletados, inferiu-se o efeito da sequência didática utilizada no ensino de Ciências à luz dos princípios da TAS na promoção aprendizado dos conceitos da linguagem Química do conteúdo Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos sob da ótica Química, nos alunos da 1ª série da Escola Estadual GD.

CAPÍTULO 4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diante da aplicação e obtenção dos resultados da sequência didática desenvolvidas com os sujeitos desta pesquisa, nesse capítulo apresenta-se e discute-se cada etapa da pesquisa.

Durante esse processo, buscou-se compreender, corrigir e organizar a sequência didática com o intuito de potencializar o aprendizado do aluno e possibilitar a aprendizagem significativa dos conceitos de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos, sob à luz dos princípios da TAS.

Quanto ao tratamento ético da pesquisa, não serão mencionados nomes pessoais, com o objetivo de preservar os participantes. Logo, adotaremos letras e números para identificá-los como: A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9 e A10, A11, A12, A13, A14 e A15 que caracteriza os alunos em ordem de respostas, sendo do número um ao número quinze.

Sendo uma pesquisa descritiva de natureza mista qualitativa e quantitativa com enfoque qualitativo nas análises de dados obtidos por meio de questionário do perfil do aluno, pré-teste, atividades formativas e pós-teste.

4.1 Das implicações da Pesquisa

Evidenciasse nessa seção as implicações ocorridas durante o processo da pesquisa, informações necessárias para presentes e futuros pesquisadores dessa linha de estudo no mestrado profissional em ensino de ciências.

4.1.1 Dos sujeitos da pesquisa

Do processo da qualificação até a aplicação desta pesquisa, mesmo tendo feito uma visita prévia para afirmar a participação dos sujeitos da pesquisa como descrito no procedimento metodológico do trabalho do projeto, ocorreu a necessidade de realizar uma adequação desses sujeitos no momento da aplicação da pesquisa, pois a turma consultada antes da qualificação, alegaram o não interesse em participar do processo, devido ao término do ano letivo; sendo substituídos por um grupo de apenas 15 alunos

da 1ª série de duas turmas do EM da Escola GD, que após o convite e apresentação do projeto, mostraram interesse e disponibilidade para fazerem parte da pesquisa.

Nessa ação, foram fundamentais as participações e colaborações das Professoras de Química e Português desta escola, que durante o turno de suas aulas, cederam esses alunos, estimulando-os a participarem do estudo; o qual foi realizado na sala de reforço disponibilizada pela gestão dessa unidade de ensino.

Por ser um ano letivo atípico com aulas de reposição nos feriados e aos sábados, resultados de uma longa greve dos professores da rede de ensino estadual, ocorrido em 2015, e que comprometeu todo o calendário escolar dos anos seguintes, registra-se nas análises das atividades formativas a ausência de alguns participantes dessa pesquisa, devido a frota de transportes coletivo ser reduzida nesses dias e muitos deles não tinham como chegar na escola.

Estes fatos trouxeram implicações à pesquisadora, a qual teve que adequar-se à essa realidade do calendário vigente. No entanto, a ênfase do resultado final desse estudo, foram os comparativos entre os instrumentos de pré-teste e pós-teste, no qual todos os participantes fizeram-se presentes no momento das coletas desses dados.

Levou-se em consideração a participação desses durante as aulas que antecederam as aplicações das atividades formativas e do pós-teste. Aplicando-se o afirmado no TALE e TCLE, onde há um item que diz que essa participação do aluno é voluntária em qualquer fase da pesquisa, e ocorrendo fatos eventuais não haverá qualquer penalidade ou modificação na forma de tratamento pela pesquisadora, ou seja, todo e qualquer tipo de participação são válidas para incluí-los no processo de estudo e não ocorrer prejuízo a pesquisa realizada.

4.1.2 Da disponibilidade dos dispositivos móveis

Foi feito antes do início da pesquisa uma consulta sobre o dispositivo móvel de fácil acesso para esse grupo de 15 alunos. Com a colaboração desses, optou-se por utilizar no celular pessoal dos alunos o *Software* educacional livre com animação interativa em 3D, nesse caso, o Aplicativo (App) educacional de Química. Dos 15 alunos, envolvidos na pesquisa, oito tinham celulares com memória para armazenamento e compatibilidades para o uso do App educacional de Química.

Sendo que na atividade com a utilização desse recurso, esses oito alunos concordaram em compartilhar seus dispositivos com os colegas em grupos formados durante essas aulas, momentos em que a pesquisadora disponibilizou outros dois dispositivos móveis, possibilitando que todos tivessem interação com o material.

4.1.3 Das dificuldades de operar o aplicativo educacional de animação em 3D

Nas aulas com o uso do *Software* educacional livre com animação interativa em 3D (App educacional de Química), observou-se que os alunos mostraram dificuldades motoras em operar o recurso, sendo dedicado um tempo para que esses se familiarizassem com o ambiente dessa ferramenta, tendo a mediação da pesquisadora que explorou, por meio de projeção, usando um *tablet* e o *data-show* a funcionalidade de cada ícone dispostos no App educacional de Química.

4.2 Do perfil dos participantes da pesquisa

Como aponta Haidt (1994, p.124-148), por meio da aplicação do questionário foi possível conhecer os aspectos do comportamento dos alunos referentes as atividades letivas e não letivas, expondo-se os resultados desse instrumento muito importante, pois apontaram a particularidade de cada participante da pesquisa, auxiliando na compreensão das necessidades de correção e implantação das atividades durante o processo de execução da pesquisa.

4.2.1 Dos dados gerais dos participantes da pesquisa

Dos 15 alunos participantes da pesquisa, 11 apresentavam faixa etária variando entre 15 e 17 anos e quatro são maiores de 18 anos, tendo-se nesse grupo cinco participantes do sexo feminino e 10 do sexo masculino. Desses, seis declararam morar com pai e mãe, quatro morar somente com a mãe, um morar com o pai e madrasta, um morar com a mãe e padrasto e três moram com outros responsáveis. Da localidade residencial, nove afirmaram residirem em bairros próximos da escola e seis anunciaram residirem em bairros da zona oeste da cidade de Boa Vista/RR. Em relação as

profissões, cinco alunos declaram como autônomos os seus responsáveis e entre os dez alunos restantes, as profissões declaradas variaram entre: administrador, secretária, comerciante, manicure, doméstica, arquiteto, agricultor e outros.

4.2.2 Das questões letivas e não letivas dos participantes da pesquisa

Quando questionados sobre as práticas de atividades além dos estudos, tendo essa questão mais de uma opção como resposta, foram obtidos os seguintes resultados como apresenta o gráfico 1.

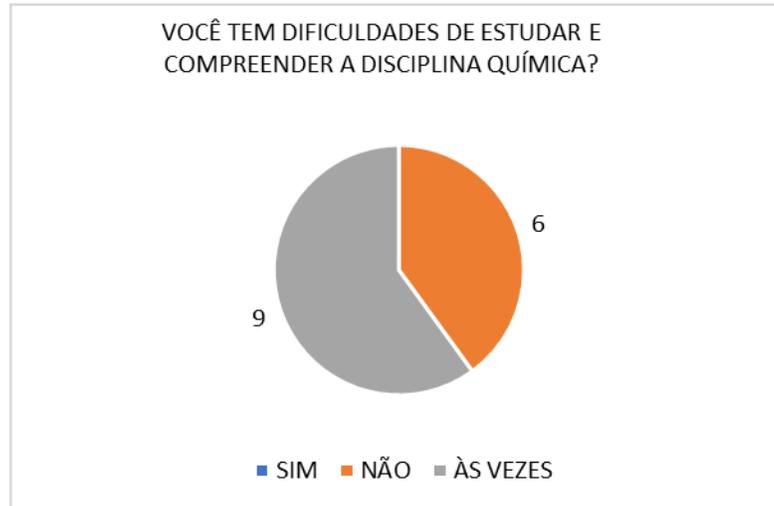
Gráfico 1- Respostas dos participantes sobre atividades letivas e não letivas.



Dos 15 participantes, cinco declararam trabalhar meio período com remuneração, e quando solicitado a atividade do trabalho, apenas um aluno (A5), citou o desempenho como chaveiro. Desses, sete disseram praticar atividade física, três manifestaram estudar outra língua estrangeira, três assinalaram fazer curso técnico em horário oposto, dois afirmaram que faziam cursinho preparatório para o vestibular e dois não responderam essa questão.

Quando perguntado para esses alunos sobre as dificuldades de estudar e compreender a disciplina Química, obteve-se as seguintes respostas, como mostra o gráfico 2.

Gráfico 2 - Respostas dos alunos em relação às dificuldades de estudar e compreender a disciplina Química.



Nesse questionamento havia três opções como respostas: sim, não e às vezes, dos 15 participantes, nove responderam que às vezes apresentam dificuldades em estudar e compreender a disciplina Química e desses, sete descreveram as dificuldades como exposto no quadro 3. Os outros seis disseram não terem dificuldades, e nenhum aluno afirmou ter dificuldades de estudar e compreender a disciplina Química, ficando ausente o sim na cor azul do gráfico 2.

Quadro 3 - Transcrições dos participantes que apontaram as dificuldades em estudar e compreender a disciplina Química.

A1	<i>"má compreensão da explicação do professor".</i>
A4	<i>"Entender sobre Tabela Periódica".</i>
A5	<i>"O conteúdo".</i>
A8	<i>"Eu busco na internet, ai eu entendo".</i>
A9	<i>"Por o idioma".</i>
A11	<i>"Por que tipo fico sem entender as vezes e também difícil compreender com as explicações".</i>
A12	<i>"Acho que é meio complexo, as vezes".</i>

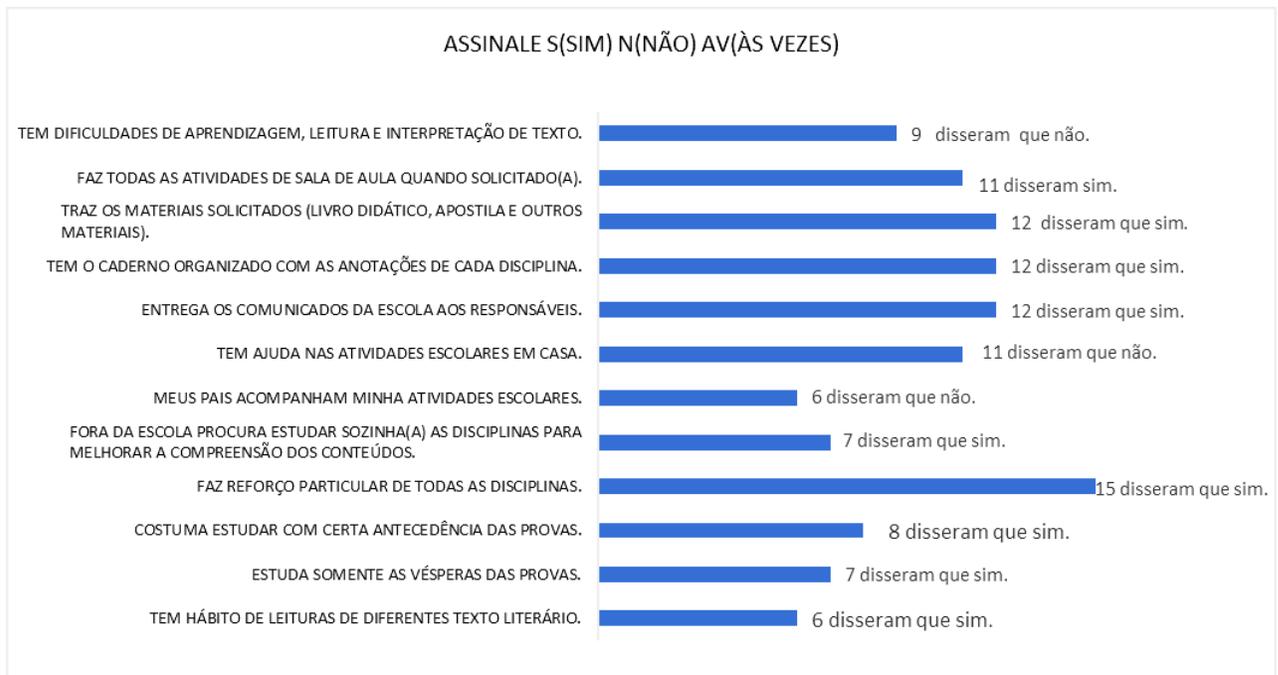
O participante (A9), tem nacionalidade venezuelana, por isso, ressaltou a dificuldade de entender o idioma. E embora não tenha manifestado nenhuma dificuldade o aluno (A14), é da mesma nacionalidade.

Sobre as atividades letivas, para cada pergunta os participantes tinham que fazer o uso das opções: sim, não ou às vezes, em relação ao processo de aprendizagem; têm-se os resultados no gráfico 3, as opções mais indicadas como respostas pelos 15 participantes.

Desses, nove afirmaram não terem dificuldades de aprendizagem, leitura e interpretação de texto, 11 disseram fazer todas as atividades de sala de aula quando solicitado, 12 expuseram que trazem os materiais solicitados pela professora como (livro didático, apostila e outros materiais), 12 afirmaram ter o caderno organizado com as anotações de cada disciplina, bem como entregam os comunicados da escola aos responsáveis, 11 afirmaram não terem ajuda nas atividades escolares em casa, seis não contam com o acompanhamento dos pais nas atividades escolares e apenas sete procuram estudar fora da escola sozinho(a) as disciplinas para melhorar a compreensão dos conteúdos.

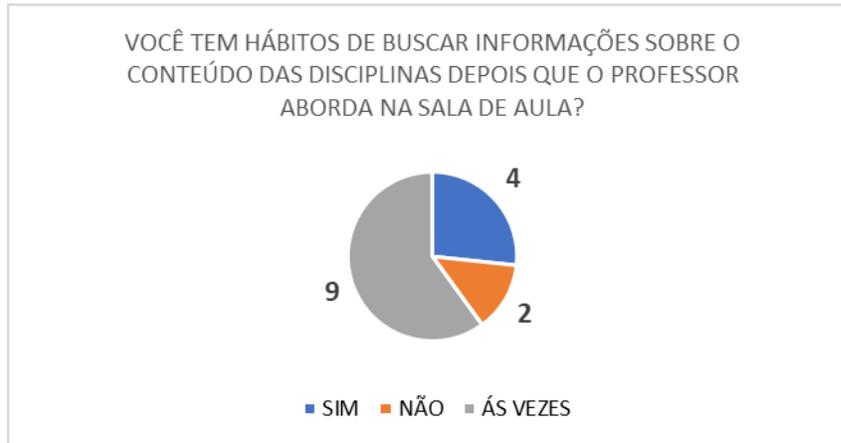
Porém os 15 alunos declararam fazer reforço particular de todas as disciplinas e desses, oito costumam estudar com certa antecedência das provas e sete estudam somente as vésperas das provas, tendo nesse grupo apenas seis com hábitos de leituras de livros com diferentes gêneros: literários (romance e drama) e não-literários (ficção e aventura).

Gráfico 3 - Respostas dos participantes em relação as atividades letivas.



Quando questionados sobre o hábito de buscarem informações do conteúdo das disciplinas, depois que o professor aborda na sala de aula, apresenta-se no gráfico 4 as respostas dos 15 participantes.

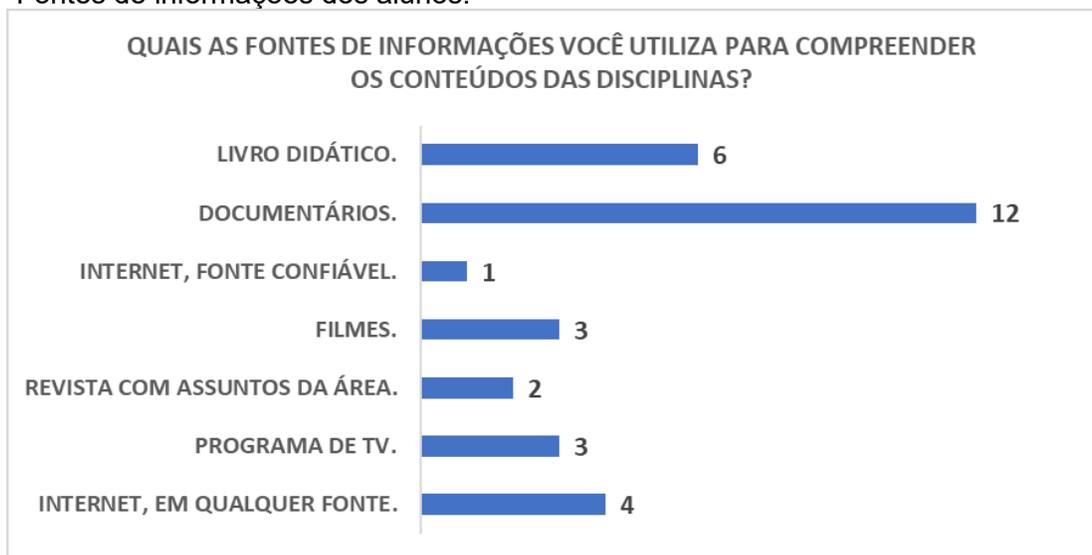
Gráfico 4 - Número de alunos que buscam informações do conteúdo das disciplinas.



Na quinta questão, onde havia três opções de respostas (sim, não e às vezes), quatro afirmaram buscar informação sobre o conteúdo, dois disseram não ter esse hábito e nove declararam que às vezes buscam informações sobre o assunto.

E ao informar as fontes de obtenção para compreender os conteúdos das disciplinas, as repostas mais citadas pelos os 15 participantes encontram-se no gráfico 5.

Gráfico 5 - Fontes de informações dos alunos.



Tendo mais de uma escolha essa interpelação, fez-se as seguintes análises: a opção mais citada como fonte de consulta dos alunos são os documentários (apontada 12 vezes), seguida do livro didático (indicada seis vezes), depois a internet, em qualquer fonte (assinalada quatro vezes), filmes e programa de TV, ambos com três indicativos; e em revistas com assuntos da área, essa foi citada apenas duas vezes e por fim, a internet, com fonte confiável apareceu apenas uma vez como acesso de consulta de informação.

Em relação ao domínio e não domínio das disciplinas do currículo do Ensino Médio, os resultados desta questão aberta são apontados no quadro 4.

Quadro 4 - Disciplinas de domínio e não domínio dos alunos.

Aluno	Domina/Disciplina	Não domina / Disciplinas	Menos a disciplina
A1, A4, A8 e A14	Todas		
A2	Todas		Espanhol
A3	Todas		Física
A5		Física, Química, Biologia e Matemática	
A6		Matemática	
A7		Física, Matemática e Geografia	
A9	Não respondeu		
A10	Todas		Física
A11		Física, Geografia, Sociologia e Filosofia.	
A12	Apenas Artes, Matemática e História		
A13	Apenas Biologia	Matemática	
A15	Todas		Espanhol

Fonte: Elaborado pela autora da pesquisa, 2018.

Nessas análises, têm-se a seguinte interpretação conforme apontadas por esses 15 alunos sobre as disciplinas: os quatro alunos (A1, A4, A8, e A14) afirmaram terem domínio de todas, dois alunos (A2 e A15), disseram dominar todas, exceto Espanhol; os dois alunos (A3 e A10) não dominam Física, o aluno (A6) não domina Matemática, três alunos (A5, A7 e A11) asseguraram não dominar as disciplinas conforme descrito na terceira coluna do quadro 4; um aluno (A12) respondeu ter domínio apenas de Artes, Matemática e História, um outro (A13), afirmou ter domínio apenas de Biologia e não ter domínio da disciplina Matemática e o aluno (A9) deixou em branco essa questão.

Delineando-se por meio desse instrumento o perfil dos hábitos letivo e não letivo desses alunos, que possibilitou a pesquisadora conhecer as particularidades de cada participante da pesquisa.

4.3 Análises do pré-teste - Avaliação diagnóstica

Na avaliação diagnóstica, as análises dos conhecimentos prévios dos 15 participantes da pesquisa foram feitas por meio do experimento descrito no Apêndice B (pré-teste) como método de coleta de dados para diagnosticar os subsunçores existentes na estrutura cognitiva desses alunos sobre os conceitos de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos.

Tendo como referência o trabalho de Lisboa, (2010), nesse instrumento os alunos responderam quatro questões norteadoras, denominadas de:

Questão A) Ocorreu alguma alteração na parte externa do copo com Água à temperatura ambiente? Descreva de acordo com sua compreensão.

Questão B) O que apareceu na parede externa do copo no qual foi colocado às pedras de gelo? Descreva suas observações conforme sua compreensão.

Questão C) Explique segundo sua compreensão o fenômeno ocorrido, descrevendo os conceitos de acordo com o seu conhecimento, ou seja, com suas palavras.

Questão D) Na sua observação qual é o fator que interfere nas mudanças de estado físico da substância Água? Cite conforme sua compreensão.

Os conhecimentos químicos essenciais a nível macroscópico e microscópico da Química sobre os conceitos de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos, que cada aluno teria que demonstrar ao responder cada questão norteadora, estão dispostos no quadro 5, uma adaptação da pesquisadora extraídos das Orientações curriculares para o ensino médio (OCEM), (BRASIL, 2006).

Para as análises qualitativa e quantitativas das transcrições dos alunos de cada questão norteadora (A, B, C e D) do pré-teste, foi baseado nas categorias de: *i)* interpretação, compreensão e exposição de ideias dos conceitos a nível macroscópico e *ii)* interpretação, compreensão e exposição de ideias dos conceitos a nível microscópico da Química sobre os conceitos de Matéria, Energia e Mudanças de

estados físicos seguida dos parâmetros para cada questão; tendo as análises quantitativas as seguintes escalas:

- Valor de um ponto, para conhecimentos prévios ausentes, não atendendo os parâmetros das categorias *i* e *ii*;
- Valor de dois pontos, para conhecimentos prévios parcialmente satisfatório atendendo um dos parâmetros das categorias *i* e *ii*;
- Valor de três pontos, para conhecimentos prévios satisfatório atendendo todos os parâmetros das categorias *i* e *ii*;

Quadro 5 – Categorias e parâmetros de conhecimento conceituais para as questões norteadoras do experimento.

Categoria:	Parâmetros da Questão A	Parâmetros da Questão B	Parâmetros da Questão C	Parâmetros da Questão D
<i>i)</i> Interpretação, compreensão e exposição de ideias da linguagem Química macroscópica dos conceitos de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos	O aluno apontará algumas propriedades física da substância água como (estado líquido, volume, forma e temperatura).	O aluno identificará variáveis que modificam a estrutura e organização do estado físico da substância água. descrevendo o conceito de temperatura, forma, volume, calor e termos de condensação/liquefação para fundamentar a resposta.	O aluno descreverá as mudanças dos estados físicos da substância água correlacionando aos conceitos fusão, solidificação, vaporização, condensação, temperatura, pressão e calor, inferindo apenas mudança física da substância água no fenômeno observado.	O aluno correlacionará as mudanças físicas da substância água em função do aumento ou diminuição da temperatura relacionando ao calor fornecido ou retirado,
<i>ii)</i> Interpretação, compreensão e exposição de ideias da linguagem Química microscópica dos conceitos de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos	O aluno descreverá que as moléculas (vapor) da água presente no ambiente não condensam em contato com o copo d'água em temperatura ambiente.	O aluno utilizará conceitos de interação entre as moléculas (vapor d'água) ou diminuição da energia cinética das moléculas relacionando com os conceitos das mudanças de estado físico da água para justificar a questão.	O aluno deduzirá que a estrutura microscópica (composição química da molécula) da substância água é a mesma em todo os estados físicos no fenômeno examinado.	O aluno incluirá que esse fator não altera a composição da química da molécula de água nos três diferentes estados físicos.
Palavras-chave	Estado líquido, temperatura/ temperatura ambiente, vapor d'água, Moléculas de Água	Condensação, vapor de água, moléculas, água, diminuição da agitação, diminuição da energia cinética estado gasoso, ar frio, ar quente.	Fusão (derreter), condensação, (liquefação), solidificação, vaporização, temperatura, calor, ar quente, ar frio, moléculas de água.	Aumento /diminuição da temperatura, moléculas de água, composição química.

Fonte: Adaptado das OCEM, (Brasil, 2006).

Considerando-se assim, no total os seguintes intervalos de pontuação: de um a 11 pontos para conhecimentos prévios ausentes (não alcançando os parâmetros de ambas as categorias), de 12 a 17 pontos para conhecimentos prévios parcialmente satisfatórios (alcançando parcialmente um dos parâmetros em uma das categorias) e de 18 a 24 pontos para conhecimentos prévios satisfatórios (alcançando todos os parâmetros de ambas as categorias).

Com base nessas escalas quantitativa do instrumento, inferiu-se o conhecimento prévio de cada aluno.

Justifica-se, que a pontuação com valor zero para as análises quantitativas desse e demais instrumentos da pesquisa, foram atribuídos somente em casos de questões não respondidas pelos alunos. Fora a esse evento, qualquer produtividade do participante teve pontuação mínima igual a 1, mesmo estando inadequadas suas respostas, tal medida foi proposta para valorizar qualquer esforço do aluno durante a tentativa de responder o (s) instrumento (s), por se tratar de uma pesquisa de processo de ensino e aprendizagem, critério utilizado conforme Assunção (2015, p. 79)

No Formulário de análises 1, apresenta-se as transcrições dos participantes da pesquisa. Para as descrições qualitativas, utilizou-se a Análise de Conteúdo de Bardin (1977, p.21), para a autora “em uma análise qualitativa, o que serve de informações é a frequência com que surgem certas características do conteúdo”.

Para tanto, nas leituras das transcrições dos dados das questões, usou-se as categorias de análise: Interpretação, compreensão e exposição de ideias dos conceitos a nível macroscópico e microscópico da Química, os parâmetros de cada questão e as palavras-chave (quadro 5), analisando as ausências e/ou presenças das linguagens microscópica e macroscópica da Química sobre os conceitos de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos presente no vocabulário dos participantes da pesquisa.

Formulário de análises 1 – Transcrições das respostas dos alunos - pré-teste

(contínuo)

Aluno	Questão A	Questão B	Questão C	Questão D
A1	<i>“Nada, continuou normal e seco”.</i>	<i>“Ele acumulou água no exterior, condensação do ar frio e o ar quente. As moléculas de água se condensam”.</i>	<i>“Fusão, o copo de gelo ao chegar na temperatura ou passar de 0° começa a derreter e virar água em estado líquido”.</i>	<i>“A temperatura”.</i>
A2	<i>“Nada, continua na temperatura ambiente”.</i>	<i>“Houve uma condensação, e ficou uma água no fundo do copo”.</i>	<i>“Foi uma fusão, quando a temperatura chega 0° ela vira água”.</i>	<i>“Temperatura do ambiente”.</i>
A3	<i>“Não”.</i>	<i>“Ele ficou embaçado, devido a condensação”.</i>	<i>“Foi um fenômeno físico, pois podemos congelar, descongelar e fazer ferver, assim então, condensação, fusão, evaporação”.</i>	<i>“a mudança da temperatura, porém não modifica a molécula”.</i>
A4	<i>“Não”.</i>	<i>“Ele ficou embaçado, devido a condensação”.</i>	<i>“Foi um fenômeno físico, pois podemos congelar, descongelar e fazer ferver, assim então, condensação, fusão, evaporação”.</i>	<i>“a mudança da temperatura, porém não modifica a molécula”.</i>
A5	<i>“ela não mudou nada”.</i>	<i>“a parte externa ficou humidecida (molhada.)”.</i>	<i>“no copo com gelo ocorreu a fusão que é a passagem do sólido para o líquido”.</i>	<i>“a Temperatura ela altera o estado físico da matéria mais não altera a estrutura por que é um fenômeno físico”.</i>
A6	<i>“Não continua do mesmo jeito”.</i>	<i>“Ficou humidecido (molhado)”.</i>	<i>“No copo com gelo, ocorreu a fusão (derretimento do gelo), molhando a parte externa do copo”. No copo com água, nada aconteceu”.</i>	<i>“A temperatura”.</i>
A7	<i>“Não, porque o estado da água continua o mesmo depois de alguns minutos, assim como o copo também não aconteceu nada”.</i>	<i>“Sim, Aconteceu na parte externa do copo a condensação”.</i>	<i>“ocorreu um fenômeno conhecido como físico: porque não vai mudar o estado dele”.</i>	<i>“Porque o gelo não está na temperatura ambiente dele, por isso ele derrete”.</i>

Fonte: Elaborado pela autora da pesquisa, 2018.

Formulário de análises 1 – Transcrições das respostas dos alunos - pré-teste.

(continuação)

Aluno	Questão A	Questão B	Questão D	Questão D
A8	<i>“não, porque está em temperatura ambiente”.</i>	<i>“Está aparecendo as gotículas deslizando no copo”.</i>	<i>“O fenômeno ocorrido é fenômeno físico, porque dependendo do ambiente ele pode mudar de forma a água se eu colocar no congelador, pode ficar em gelo”.</i>	<i>“A água só mudaria se tivesse na geladeira ou fervendo, agora como ela tá em temperatura ambiente muda nada”.</i>
A9	<i>“Não porque está no estado natural”.</i>	<i>“Apareceu na parte externa do copo gotas de água pero copo do gelo não esta em uma temperatura ideal com isso ocorre condensação”.</i>	<i>“Ocorre um fenômeno físico”.</i>	<i>“Porque o gelo não está na sua temperatura ambiente por isso derrete”.</i>
A10	<i>“Não, porque está no seu estado natural”.</i>	<i>“Apareceu na parede externa como gotas de água pelo fato do gelo não estar em uma temperatura ideal com isso ocorre a condensação”.</i>	<i>“Ocorreu um fenômeno físico”.</i>	<i>“Porque o gelo não está na sua temperatura ambiente por isso ele derrete”.</i>
A11	<i>“Não, porque está na temperatura ambiente dela”.</i>	<i>“Acontece que as gotas das águas no lado de fora do copo acontece quando a água no estado vapor no ar em contato com o copo, se condensa”.</i>	<i>“Ocorreu uma desfeito do gelo p/ Água normal”.</i>	<i>“no copo com gelo teve uma transpiração de gelo e no copo com água Ambiente ele fica normal, por que está na temperatura natural”.</i>
A12	<i>“Não aconteceu nada”.</i>	<i>“está formando gotículas de água”.</i>	<i>“O copo com a água está em temperatura ambiente então nada acontece, já o copo com gelo, o gelo está condensando”.</i>	<i>“O copo com gelo está se formando gotículas de água, por conta da temperatura”.</i>
A13	<i>“Não tem alteração, porque está em temperatura ambiente”.</i>	<i>“Na parte externa está suando”.</i>	<i>“fenômeno físico. O gelo esta derretendo e ficando na forma líquida”.</i>	<i>“No copo com água em temperatura ambiente não aconteceu nada o fator por que ela está em temperatura ambiente”.</i>
A14	<i>“Não, por que água está em temperatura ambiente”.</i>	<i>“tá saindo água ou tá condensando a água, por que a temperatura está mais alta que o gelo”. “O gelo esta em temperatura mais baixa que a temperatura ambiente, fazendo que ele se condense e o gelo pase de estados sólido a líquido; fazendo que as paredes externas por estas frio a parte externa do copo cria água”.</i>	<i>“a água a com água a temperatura ambiente ela está conforme a temperatura de fora do copo; em cuanto o copo com gelo derrete por que o gelo está frio e o quente da temperatura afora descongela ou condensa o gelo”.</i>	<i>“a temperatura, a temperatura atua no gelo devido a mudança ou troca de temperatura”.</i>
A15	<i>“Não ocorreu nenhuma alteração. Por que a água está em seu estado físico natural”.</i>	<i>“Por não está na sua temperatura ideal o gelo vai derretendo fazendo com que aja uma condensação”.</i>	<i>“ocorreu um fenômeno físico por que não mudou o estado físico da matéria.”</i>	<i>“A temperatura ambiente, o gelo não está na sua temperatura ideal.”</i>

Fonte: Elaborado pela autora da pesquisa, 2018.

4.3.1 Da análise qualitativa da Questão A

Dos 15 participantes, seis (A1 A3, A4, A5, A6 e A12), responderam, que “*não*” ocorre alterações na parte externa do copo, sem justificar, ou descrever os conceitos envolvidos no processo; outros nove (A2, A7, A8, A9, A10, A11, A13, A14 e A15), além de responder “*não*”, justificaram suas respostas, descrevendo que a Água dentro do copo estava em temperatura ambiente.

4.3.2 Da análise qualitativa da Questão B

Nessa questão, dos 15 participantes, cinco (A2, A3, A4, A7 e A11), em suas respostas relacionaram a “condensação” à formação das gotículas de Água na parte externa do copo, sem inferir essa relação com a temperatura, cinco (A5, A6, A8, A12 e A13), mencionaram a formação das gotas de Água sem utilizar o termo condensação e sua relação com a temperatura e os outros cinco (A1, A9, A10, A14 e A15) inferiram que nesse processo a condensação das gotículas de água dá-se por interferência da temperatura.

4.3.3 Da análise qualitativa da Questão C

Dentre esses participantes, seis (A3, A4, A7, A8, A13 e A15), descreveram que o fenômeno ocorrido é físico, e desses somente dois (A3 e A4), relacionaram esse processo à fusão, conceito das Mudanças dos estados físicos da matéria; três (A1, A2 e A5), utilizaram a palavra fusão para descrever suas observações, deixando ausente o tipo de fenômeno, sendo que (A1 e A2) relacionaram o processo à temperatura; três (A6, A12 e A14), usaram o termo fusão, condensação e temperatura de forma não adequada com os conceitos envolvidos no fenômeno da experimentação; dois (A9 e A10), tiveram como respostas apenas a ocorrência de um fenômeno físico e um (A11), não descreveu o fenômeno, citando somente a mudança do estado físico da Água.

4.3.4 Da análise qualitativa da Questão D

Nessa questão, 12 alunos (A1, A4, A6, A7, A8, A9, A10, A11, A12, A13, A14 e A15), relacionaram a temperatura às mudanças do estado físico da água e apenas três participantes (A3, A2 e A5), além de inferir a temperatura apontaram que não ocorreu modificações na estrutura da molécula.

Cabe ressaltar que dentre as questões norteadoras (A, B, C e D) havia um quadro onde esses alunos tinham que preencher estimando-se o tempo, a temperatura em torno do sistema de cada copo e a mudança de estado físico ocorrida, por dificuldades relatadas por esses alunos em estimar a temperatura, essa ação foi dispensada não interferindo nos resultados das análises do instrumento.

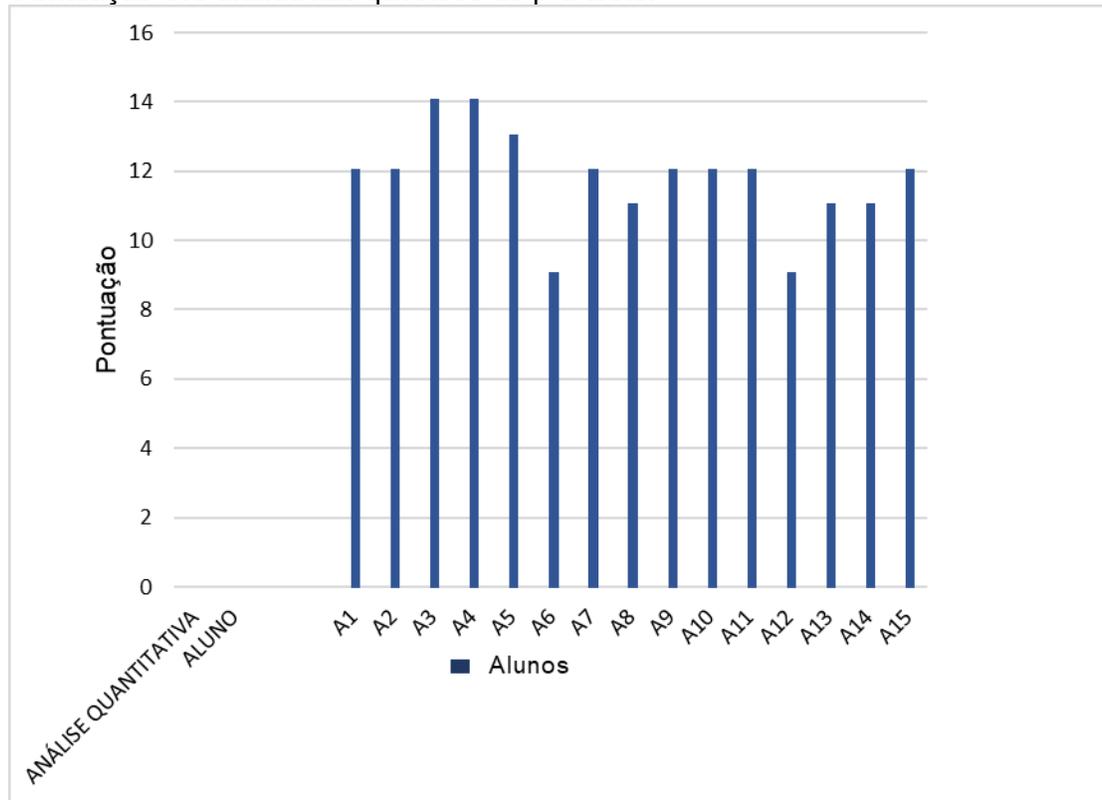
O material da experimentação foi disponibilizado para duplas, no entanto as respostas dos questionamentos tinham que ser individuais e mesmo diante dessas orientações da pesquisadora, dois dos participantes (A3 e A4) aparecem com respostas únicas na coleta desse material, pois fizeram em dupla. Fato que não ocasionou nenhuma interferência nas análises, respeitando-se a inclusão desses alunos na atividade, como amparados no TALE e TCL para essa pesquisa.

4.3.5 Da análise quantitativa das Questões (A, B, C e D)

Fica evidente nas transcrições e análises qualitativas dos dados, que nos 15 participantes da pesquisa, há ausência de concepções macroscópicas e microscópicas da Química, que são estudados no conteúdo de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos.

Na tabela de análises quantitativas elaborada no Excel, obteve-se a pontuação alcançada pelos alunos nas quatro questões norteadoras do pré-teste como mostra o gráfico 6.

Gráfico 6- Pontuação dos alunos nas questões do pré-teste.



Analisando os resultados, observou-se que dos 15 participantes, cinco alunos (A6, A8, A12, A13, e A14) embora apontem palavras-chaves nos dados dos questionamentos (A,B, C e D) como descrito no Formulário de análises 1; os somatórios das pontuações dos alunos (A6 e A12) são de nove pontos; os alunos (A8, A13 e A14) obtiveram 11 pontos, de acordo com os critérios estabelecidos na quantificação das questões (A, B, C e D), esses participantes, estão dentro do intervalos da pontuação de um a 11, apresentando portanto os conhecimentos prévios ausentes nas análises quantitativas do pré-teste.

Já os 10 alunos (A1, A2, A3, A4, A5, A7, A9, A10, A11 e A15), tiveram uma pontuação intervaladas; os alunos (A1, A2, A7, A9, A10, A11 e A15), um alcance de 12 pontos, o participante (A5), 13 pontos, e os alunos (A3 e A4), ambos com 14 pontos, e segundo os critérios estabelecidos na quantificação das questões, esses participantes, estão dentro do intervalos da pontuação de 12 a 17, sendo assim, apresentaram conhecimentos prévios parcialmente satisfatórios nas análises quantitativas do pré-teste.

Não tendo nessas análises de dados, alunos com conhecimentos prévios considerados satisfatórios, como proposto nos critérios de quantificação desse instrumento, com intervalos entre 18 a 24 pontos, justificando-se assim a ausência dessas pontuações no gráfico 6.

Vale destacar que, desses 10 alunos, sete (A1, A4, A5, A8 A9, A10, A11 e A11) apontaram no questionário do perfil do participante que às vezes apresentam dificuldades em estudar e compreender a disciplina Química e descreveram essas dificuldades como disposto no quadro 3.

Nesta perspectiva, as implicações do vocabulário simplificado dos alunos diante dos questionamentos da experimentação do pré-teste, o qual apontam-se a ausência ou o uso inadequado da linguagem macroscópica e microscópica da Química dos conteúdos Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos, está no fato, dessas dimensões não serem trabalhadas com ênfases nas aulas de Química na série final (9º ano) do Ensino Fundamental II, onde estes têm uma introdução dos conteúdos da Química. E no início da 1ª série ao longo do Ensino Médio, essas lacunas permaneceram, caso o professor de Química não utilize essas dimensões de forma clara durante as abordagens dos conceitos dessa ciência.

Diante da avaliação diagnóstica, identificou-se que os alunos reconheceram que a Água é a mesma substância nos três estados físicos, observados na experimentação, mesmo demonstrando relações inadequadas dos conceitos envolvidos no processo.

Entretanto, esses resultados mostram informações relevantes que necessitam de elucidação por meio da ótica macroscópica e microscópica da Química, para então, incluir-se novos conceitos (particulares e específicos) envolvidos no conteúdo de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos. Segundo Ausubel (1980, p.48), “são esses subsunçores que servem como ponto de ancoragem para novas ideias”, ou seja, são pontos de apoio para que as novas informações adquiram um significado.

Partindo desse pressuposto, o professor deve intervir para organizar ou ampliar o conhecimento do aluno; e nesse caso “o material aprendido precisa ser relacionável ou incorporável (potencialmente significativo) a estrutura cognitiva do aluno de modo não arbitrário e não literal”, ou seja, a nova informação precisa ser lógica e explícita

com alguma(s) outra(s) ideia(s) preexistente(s) na estrutura cognitiva do aprendiz (AUSUBEL, 1980, p.34).

Em outras palavras, “o fator singular mais importante que influencia na aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra o que ele sabe e baseie nisso os seus ensinamentos”. Sendo esse um dos princípios mais importantes da TAS, que antecede qualquer intervenção na sala de aula (AUSUBEL, 1980, p.138).

4. 4 Sequência didática à luz dos princípios da TAS

Após a avaliação diagnóstica, foi elaborada a sequência didática que contemplou: 1. aulas expositivas com atividades formativa, 2. observações sistemáticas; 3. aulas demonstrativas com integração do *Software* educacional livre com animação interativa em 3D (App educacional de Química) associado a atividade formativa e o pós-teste.

O *Software* foi utilizado como metodologia de ensino, dividida por etapas em consonância com os princípios da TAS, levando-se em consideração o objetivo de potencializar nos alunos a capacidade de ler, interpretar, compreender e expor ideias dos conceitos científicos que foram apresentados no conteúdo de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos, a nível macroscópico e microscópico da Química.

4.4.1 Análise da atividade formativa – Aula expositiva

Na primeira etapa, aprendizagem por recepção, a pesquisadora por meio de aulas expositivas apresentou a temática Água como organizador prévio, oportunizando aos aprendizes, relacionarem as informações relevantes apontadas nos resultados do pré-teste, com os conceitos envolvidos no estudo dessa substância; criando-se possibilidades de ponto de ancoragem para aprendizagem conceitual dos termos científicos mais particulares e específicos presentes no conteúdo de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos.

Nesse caso, o ponto de partida sai daquilo mais geral para o mais específico, como descreve Ausubel, (1980). Partindo da suposição que os alunos conhecem as características mais comuns (estados físicos) da Água, bem como sua aplicação no dia

a dia em diferentes estados físicos; na abordagem dos conceitos mais gerais para os mais particulares e específicos dessa substância, aplicando a linguagem macroscópica e progressivamente incluindo a linguagem microscópica da Química na abordagem da temática.

Por meio do princípio da aprendizagem por recepção, utilizando a temática Água como organizador prévio, para possibilitar a formação de novos subsunçores nos alunos (A6, A8, A12, A13 e A14), e mobilizar os conhecimentos prévios parciais dos alunos (A1, A2, A3, A4, A5, A7, A9, A10, A11 e A15), como mostram os resultados do pré-teste.

Nas aulas expositivas, as apresentações dos conceitos foram elaboradas em *slides*, utilizando-se imagens animadas (GIF) associadas aos textos, em que as informações da temática Água foram abordadas com especificidades, enfatizando as propriedades macroscópica e microscópica da Química da substância fundamentando-se os conceitos nas obras de Russel (1994), Brady et al (2000) e Atkins & Jones (2012). Sendo as aulas dialogadas para que os alunos estruturassem e reestruturassem as ideias preexistentes, apontadas no pré-teste, e assimilassem os significados dos conceitos.

Feito isso, aplicou-se uma atividade formativa que podia ser respondida em dupla ou de forma individual, o qual foi orientado pela pesquisadora que antes, esses podiam debater as situações apresentadas, e então respondessem a atividade formativa (Apêndice E), instrumento utilizado a fim de investigar se os alunos apropriaram-se das propriedades macroscópicas e microscópicas da Água, interpretando e relacionando as proposições com os conceitos científicos abordados.

Apresentou-se o resultado dessa atividade aplicada em sala de aula durante essa etapa por meio do Formulário de análises 2. Sendo uma atividade formativa com quatro questões: duas de múltipla escolha, uma de associar e por fim uma para completar um esquema das mudanças dos estados físicos da água. O objetivo desta atividade foi analisar se os alunos interpretam e fazem relações das proposições com os conceitos das mudanças de estados físicos da Água e os fatores que interferem nessas modificações utilizando os conhecimentos macroscópicos e microscópicos da Química.

Como descrito no Formulário de análises 2, na questão um, de múltipla escolha (diferenciar a variação da temperatura ocorrida na mudança de estado físico da água), seis alunos (A2, A5, A6, A10, A11 e A12) distinguiram de forma adequada que a água muda de estado em função da diminuição da temperatura, dois alunos (A13 e A14) afirmam de maneira inadequada que a mudança ocorre pelo aumento da temperatura e quatro alunos (A1, A8, A9 e A15) de modo inadequado assinalaram que esse processo acontece em temperatura ambiente.

Na questão dois, de associação de sete situações cotidianas da Água com as respectivas mudanças dos estados físicos da substância; os alunos (A1, A5, e A15) relacionaram de forma adequada todas as situações apresentadas; os alunos (A2, A6 e A10) tiveram seis associações apropriadas, apresentando uma situação inadequada; os alunos (A12 e A14) apontaram quatro proposições adequadas e três inadequadas; os alunos (A9 e A11) assinalaram duas situações adequadas e cinco inadequadas; o aluno (A8) fez quatro relações adequadas, quatro inadequadas e não respondeu dois itens dessa questão; o aluno (A13) associou três de maneira adequada e relacionou quatro de forma inadequada.

Formulário de análises 2 – Respostas dos alunos - Atividade formativa - Aula expositiva.
(contínuo)

Questão 1

Aluno	Questão 1. Vapor d'água passa para o estado líquido por:		
	a) diminuição da Temperatura.	b) aumento da Temperatura.	b) em Temperatura ambiente.
A1			Inadequada
A2	Adequada		
A3	Não respondeu		
A4	Não respondeu		
A5	Adequada		
A6	Adequada		
A7	Faltou		
A8			Inadequada
A9			Inadequada
A10	Adequada		
A11	Adequada		
A12	Adequada		
A13		Inadequada	
A14		Inadequada	
A15			Inadequada
Resultado Final: 6 Adequadas e 6 Inadequadas			

Questão 2

Questão 2. Relacionar as situações com as referentes mudanças de estados físico da água.																
Respostas dos Alunos																
Situações	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	
I	1	1	NR	NR	1	1	F	2	1	1	1	1	1	1	1	1
II	5	5	NR	NR	5	5	F	5	3	5	1	1	5	4	5	5
III	3	3	NR	NR	3	3	F	4	4	3	2	3	3	3	3	3
IV	4	4	NR	NR	4	4	F	2	2	4	3	5	2	1	4	4
V	1	5	NR	NR	1	1	F	NR	2	5	1	1	1	1	1	1
VI	2	2	NR	NR	2	1	F	NR	2	2	4	1	4	2	2	2
VII	2	2	NR	NR	2	2	F	1	5	2	5	2	5	5	2	2
Resultado Final	7 Ad	6 Ad/ 1 Ina			7 Ad	6 Ad/ 1 Ina		1 Ad/ 4 Ina	2 Ad/ 5 Ina	6 Ad/ 1 Ina	2 Ad/ 5 Ina	4 Ad/ 3 Ina	3 Ad/ 4 Ina	4 Ad/ 3 Ina	7 Ad	

Legenda Questão 2: **NR**- Não respondeu; **F**- Faltou; Números de relações Adequada -**Ad** e Inadequada -**Ina**.

Legendas das Situações:

- I. A roupa secando no varal
- II. Água do café no fogo do fogão.
- III. O copo com água no congelador da geladeira
- IV. O "derretimento" do picolé ou sorvete.
- V. A poça de água que seca depois da chuva
- VI. A formação das nuvens de chuva.

Legendas das relações para as mudanças de estados físicos da água:

1. Vaporização – evaporação.
2. Condensação
3. Solidificação
4. Fusão.
5. Vaporização – ebulição.

Fonte: Elaborado pela autora da pesquisa, 2018.

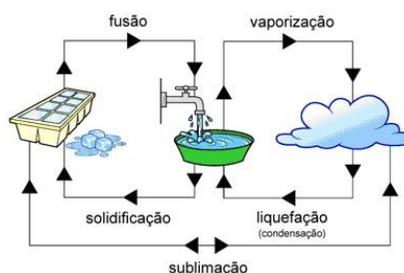
Formulário de análises 2 – Respostas dos alunos - Atividade formativa - Aula expositiva.
(continuação)

Questão 3

Aluno	Questão 3: Nas situações acima sobre a mudança do estado da água, que fator interfere nessas mudanças?		
	a) Somente a Temperatura.	b) Somente o calor.	c) A Temperatura e calor.
A1			Adequada
A2	Inadequada		
A3	Não respondeu		
A4	Não respondeu		
A5	Inadequada		
A6	Inadequado		
A7	Faltou		
A8	Inadequada		
A9	Inadequada		
A10			Adequada
A11	Inadequada		
A12	Inadequada		
A13			Adequada
A14			Adequada
A15			Adequada
Resultado Final: 5 Adequadas e 7 Inadequadas			

Questão 4.

Identificar as mudanças de estados físicos da água utilizando as seguintes linguagem da química: Fusão, solidificação, condensação, vaporização e sublimação.



Fonte: <https://www.soq.com.br/conteudos/em/introducao/p3.php>

Categoria	Alunos														
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15
Identificação adequada	X	X	X	X	X	X	F	NR	NR	X	X	X			X
Identificação inadequada							F					X	X		
Resultado final	10 adequadas; 2 inadequadas; 2 NR e 1 F.														

Legenda: Faltou-F; Não respondeu- NR.

Para a questão três, os participantes tinham que indicar os fatores que interferem nas mudanças de estados físicos da Água nos diferentes itens apresentados na questão dois. Antes desse momento, no quadro foi feita a errata (onde se lê: “que fator interfere nessas mudanças”, leia-se: “que fator(es) interfere(em) nessas mudanças) para a pergunta da questão, pois somente no andamento do processo foi percebido por alguns alunos um erro no enunciado da questão.

Obtendo os seguintes resultados da questão três: os alunos (A2, A5, A6, A8, A9, A11 e A12) responderam de forma inadequada que é somente a temperatura que interfere nessas mudanças de estados físicos da água e os alunos (A1, A10, A13, A14 e A15) responderam de maneira adequada que a temperatura e o calor são fatores que interferem nas mudanças de estados físicos da água nas proposições da questão dois.

Relata-se aqui que na aula em que foi entregue a atividade formativa haviam 14 participantes, o aluno (A7) havia faltado, e os alunos (A3 e A4) não mostraram interesse em responder às questões um, dois e três desse instrumento durante a aula, fato observado pela pesquisadora; após uma conversa de incentivo feito pela mesma, esses se propuseram a responder em dupla apenas a questão quatro da atividade formativa.

Eventos em que não houve prejuízo para esses alunos (A3, A4 e A7), pois dentro da análise do pré-teste, esses apresentaram conhecimentos prévios parcialmente satisfatórios e assistiram às aulas expositivas com abordagem da temática. E nesse caso, foi levado em consideração que a ênfase do resultado da pesquisa, está no comparativo qualitativo entre os resultados do pré-teste e o pós-teste.

Sendo assim, apresenta-se, a análise da questão quatro desse instrumento; os alunos tinham que completar um esquema (Formulário de análises 2) das mudanças de estado físico da Água com os termos: fusão, solidificação, condensação, vaporização e sublimação, tendo-se os seguintes resultados: dos 14 participantes, 10 alunos (A1, A2, A3, A4, A5, A6, A10, A11, A12 e A15) completaram de maneira adequada os termos com as referentes mudanças da Água, dois alunos (A13 e A14) tiveram as associações inadequadas e os alunos (A8 e A9) não responderam essa questão.

Nas análises quantitativas de desempenho de cada aluno, considerando-se as quatro questões da atividade formativa; utilizou-se as seguintes categorias e indicadores: satisfatório para acertos de três a quatro questões; parcialmente

satisfatório para acertos de duas questões e insatisfatório para acerto de uma ou nenhuma questão, tendo-se o resultado do desempenho desses alunos no quadro 6.

Quadro 6 - Desempenho dos alunos e o número de acertos nas questões da atividade formativa.

Desempenho dos alunos nas Questões da Atividade Formativa - Aula expositiva			
Aluno	Satisfatório /Número de acerto de Questão	Parcialmente Satisfatório/Número de acerto de Questão	Insatisfatório/ Número de acerto de Questão
A1	3 Questões		
A2	3 Questões		
A3			1 Questão
A4			1 Questão
A5	3 Questões		
A6	3 Questões		
A7	Faltou	Faltou	Faltou
A8			Nenhuma Questão
A9			Nenhuma Questão
A10	4 Questões		
A11		2 Questões	
A12	3 Questões		
A13			1 Questão
A14			1 Questão
A15	3 Questões		

Fonte: Elaborado pela autora da pesquisa, 2018.

Com 14 participantes nessa atividade formativa, infere-se que, sete alunos (A1, A2, A5, A6, A12 e A15) mostraram desempenho satisfatórios com acertos de três questões e o aluno (A10) com acertos de todas as questões (considerando-se que esse tenha relacionado apenas um item inadequado entre sete, da questão dois da atividade formativa) sendo aceitável seu desempenho nessa questão.

O aluno (A11), teve um desempenho parcialmente satisfatório tendo acerto de duas questões; e dentre esses participantes, dois (A3 e A4), responderam apenas uma questão da atividade formativa, considerando-se nesse caso, seus desempenhos insatisfatórios apenas na atividade formativa; e os participantes (A8 e A9), não responderam de forma adequada três questões e deixaram uma sem resposta, tendo desempenhos insatisfatórios. Já os alunos (A13 e A14) cada um entre as quatro

questões, obtiveram apenas uma resposta adequada, alcançando-se um resultado insatisfatório.

Conclui-se que, por meio das aulas expositivas utilizando *slides* e trabalhando com a temática Água, foi possível promover indícios de subsunçores nos alunos (A6 e A12) e melhorar os conhecimentos prévios dos participantes (A1, A2, A5, A10 e o A15), ao comparar-se com os resultados do pré-teste.

Observou-se que os alunos (A8, A13 e A14) mantiveram subsunçores ausentes, como apontado na avaliação qualitativa do pré-teste; enquanto que os participantes (A3 e A4) mesmo tendo respondido apenas a questão quatro da atividade formativa, a qual as relações estavam adequadas, é possível que tenham reestruturado seus subsunçores apenas com a participação nas aulas expositivas; bem como o aluno (A7); e os alunos (A9 e A11), conservaram seus subsunçores, mantendo um conhecimento com lacunas como apontado no resultado da avaliação diagnóstica.

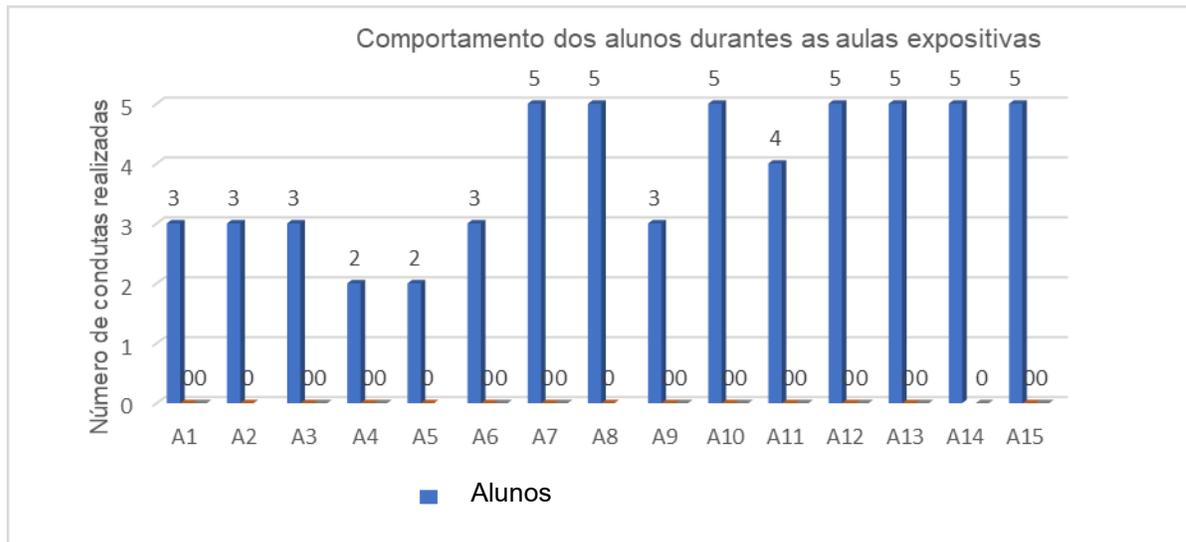
Das aulas expositivas apresenta-se uma síntese da observação sistemática do comportamento desses participantes, durante esse processo, utilizando-se sete categorias denominadas de condutas **a**; **b**; **c**; **d**; **e**; **f**, e **g** descritas no quadro 7; instrumento o qual a pesquisadora considerou importante para o acompanhamento dos alunos durante essa ação da sequência didática.

Quadro 7 - Categorias utilizadas na observação sistemática – aula expositiva.

Número de Categorias	Categorias da observação sistemática
1	conduta a) Ficou atento às explicações da pesquisadora.
2	conduta b) Fez pergunta quando não entendeu a explicação.
3	conduta c) Prestou atenção às perguntas feitas pelos colegas.
4	conduta d) Anotou no caderno as informações que considerou importante.
5	conduta e) Fez pergunta além do conteúdo abordado na aula.
6	conduta f) Utilizou exemplos do dia a dia para expor a compreensão do conteúdo.
7	conduta g) Participou das discussões que ocorreram durante a aula na abordagem do conteúdo.

Fonte: Elaborado pela autora da pesquisa, 2018.

Gráfico 7 - Número de condutas dos alunos nas aulas expositivas.



Das setes categorias observadas, fez-se as seguintes análises do gráfico 7, os participantes (A4 e A5), ambos tiveram duas das condutas: **a** e **g**; os alunos (A1, A2, A3 A6 e A9), tiveram três condutas: os alunos (A1 e A2), as condutas: **a**, **c** e **g**; os alunos (A3 e A9), as condutas: **a**, **c** e **d** e o aluno (A6), as condutas: **a**, **d** e **g**; o aluno (A11), as condutas: **a, c, d** e **g**.

Os participantes (A7, A8, A10, A12, A13, A14 e A15), cada um com cinco condutas as: **a**, **b**, **c**, **d** e **g**; os alunos (A7 e A8), destaca-se aqui, a pergunta que ambos fizeram em relação aos conceitos das propriedades específicas da Água, como exemplos, a “temperatura do gelo quando está derretendo” e a “diferença entre os nomes científicos de pontos de fusão e ebulição da substância Água”; momento em que foram manifestadas pelo alunos (A10 e A12), uma outra dúvida, as quais eles não conseguiam compreender: “o porquê da química utilizar palavras tão complexas para substituir os termos “derreter e ferver” nas mudanças de estados físicos da Água.

Para os alunos (A13, A14 e A15), a pergunta feita, foi para esclarecimento das “diferenças entre calor e temperatura e das forças de coesão e repulsão que eles desconheciam que existiam nas moléculas de Água”, esses foram os únicos que fizeram perguntas durante as explicações das aulas expositivas.

Embora os 15 alunos não tenham feito perguntas além do conteúdo abordado e não terem em meio as aulas, utilizado outros exemplos do dia a dia que não fosse a

substância Água; as condutas agregam melhoria na aprendizagem desses alunos; fato perceptível no desempenho dos participantes (A1, A2, A5 A6, A10, A12 e A15), descritos no resultado das análises da atividade formativa dessa seção.

4.4.2 Análise da atividade formativa – Aulas com a Integração do *Software* educacional livre com animação interativa em 3D (App educacional de Química)

Durante a etapa para elaboração e reestruturação dos subsunçores utilizando-se a temática Água como organizador prévio, ficou evidente nos resultados das análises da atividade formativa da seção anterior, que os alunos (A8, A9, A13 e A14) não tiveram um desempenho esperado, apresentando lacunas em apropriar-se dos conceitos científicos envolvidos no estudo da temática Água; esses não conseguiram relacionar os nomes científicos das mudanças de estados físicos, que ocorrem com essa substância; e nem inferir os fatores que contribuem para essas modificações de estados físicos, com percepções da ótica macroscópico e microscópico da Química, que foram abordadas durante as aulas expositivas.

Na busca de reorganizar a assimilação dos conceitos estudados em Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos, partindo do princípio daquilo que os alunos da pesquisa conheceram dos conceitos químicos, abordados na temática Água, como proposto por Ausubel, (1980), sendo o meio utilizado como organizador prévio.

Nessa fase da pesquisa, integrou-se o *Software* educacional livre com animação interativa em 3D (App educacional de Química) como método inovador de ensino, sendo um recurso colaborativo de texto, visualização e experimentação que abordam os conceitos macroscópico e microscópico da linguagem Química do conteúdo Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos em ambiente virtual.

A integração desse recurso inovador, nesse caso, o Aplicativo Átomos, elementos e moléculas, visa alcançar o sugerido por Rodrigues (2005), porém voltados para Química onde se lê Física:

Características próprias de comunicação e expressão, podendo incorporá-las num processo educativo formativo.

Favorece a intencionalidade educativa e é potencializadora da Aprendizagem Significativa (processo metacognitivo, ressignificação, apropriação, reconstrução).

Representação de imagens de ações (mundo ideacional ou mundo real) sob a forma de operações de conceitos presentes na Física (quadros, animações, formas individuais e coletivas, descrições, gráficos, representações).
Triangulação: aprendiz - informação – conhecimento (RODRIGUES, 2005, p. 59)

Os participantes saíram de abordagem de métodos tradicionais de apresentação de conceitos em quadro branco, livro didático, apostilas e outros; sendo motivados a explorarem esse recurso; algo nunca utilizado por eles antes, segundo os relatos dos 15 participantes; quando a pesquisadora indagou se esses já haviam utilizado recurso como esse.

O desafio dessa etapa foi orientar e reorientar o processo de ensino, para alcançar o objetivo proposto pela pesquisa, pois envolveu compreender, corrigir e organizar esse método de acordo com princípios de Ausubel (1980): da aprendizagem receptiva, do tipo conceitual e de forma subordinativa na assimilação dos conceitos científicos do conteúdo de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos.

Para essa etapa da assimilação de conceitos, houve a necessidade de quatro aulas, onde foram realizadas atividades de exploração do Aplicativo Átomos, elementos e moléculas para que os alunos se familiarizassem com as interfaces do ambiente virtual; e as aulas demonstrativas dos conceitos de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos, abordadas dentro do ambiente virtual.

Com o uso do recurso, aplicou-se o princípio da aprendizagem por recepção, onde toda nova informação a ser conhecida foi feita pelo *Software* educacional livre com animação interativa em 3D (App educacional de Química), nesse ambiente virtual foram abordados cada especificidade macroscópica e microscópica da Química dos conceitos de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos como mostra as figuras 5a, 5b e 5c.

Possibilitando aos alunos compreenderem por meio de modelos virtuais interativos dinâmicos, conceitos dos quais o acesso real é muito difícil (inerentes aos conceitos da Química) como aponta Chassot (2014, p.256). Cada princípio disponível no aplicativo, como o simulador experimental que descreve as variáveis que interferem nas mudanças de estados físicos da matéria, propiciou novas situações, novas descrições, onde o *design* contemplou o pensamento criativo nas formas de incorporar as informações e possibilitar o processo de aquisição da “aprendizagem duradoura que

envolve estruturas organizadas assimiladoras de conhecimento” (AUSUBEL,1980, p.9).

O princípio da aprendizagem conceitual propicia-se à ampliação do vocabulário do aluno, de forma subordinativa à medida em que ele relaciona os atributos essenciais dos novos conceitos com aqueles já adquiridos em sua estrutura cognitiva; e por esse processo ocorre a assimilação de conceitos como presume Ausubel, (1980).

Na figura 5a, por meio da interação com a interface, o aluno pode explorar cada conceito envolvido no estudo de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos, além do conceito, o App apresenta com animação o comportamento das moléculas da matéria (sólido, líquido e gasoso) por meio de modelos esquemáticos em 3D.

Figura 5a - Interface 1: Introdução dos conceitos de Matéria e seus estados físicos.



Fonte: Evo Digital Media Consultoria e Tecnologia Ltda.

Na interface da figura 5b, o simulador apresenta o comportamento das moléculas de acordo com as mudanças de estados físicos ao fornecer o calor.

Figura 5b - Interface 2: Mudanças de estados físicos e Energia.



Fonte:Evo Digital Media Consultoria e Tecnologia Ltda.

E como exposto na figura 5c, o aluno pode revisar nessa interface os conceitos, tendo o ciclo da Água como temática nas atividades interativas do recurso.

Figura 5c - Interface 3: Aplicação de Atividades formais e prática dentro do ambiente.



Fonte: Evo Digital Media Consultoria e Tecnologia Ltda.

Então, diante do uso desses recursos nas aulas realizadas na pesquisa, utilizando essas interfaces como aprendizagem por recepção, foi aplicada uma atividade formativa (Apêndice F), no qual os alunos tiveram que responder: dois questionamentos e duas situações cotidianas, utilizando o simulador e os conceitos do *Software* educacional livre com animação interativa em 3D (App educacional de Química), essa atividade formativa tinha como objetivo investigar nos alunos a interpretação, compreensão e apropriação dos conceitos macroscópico e microscópico da Química estudados em Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos.

De acordo com a obra de Pereira (2002), essas foram as perguntas; abordadas no instrumento, identificadas por:

Questão A) O que ocorre com as substâncias, em relação às suas moléculas, quando são aquecidas ou sofrem resfriamentos? (Uso do simulador e conceitos)

Questão B) O ponto de Fusão da água corresponde a 0°C . O que isso significa? (Uso do simulador e conceitos)

Situação 1: Felipe verificou que sua mãe sempre abaixa o fogo do fogão quando a água em uma panela inicia a fervura. Ele indagou: - Por que você faz isso, mãe? Ela respondeu: - Estou aplicando um conhecimento que aprendi na escola, sobre mudança de estado físico. Que conhecimento a mãe de Felipe se refere? (Aplicação dos conceitos)

Situação 2: É comum ouvir em nosso dia a dia: - Vou usar o termômetro para medir o calor de seu corpo. Você parece febril. Explique por que cientificamente esta frase não está correta. (Aplicação dos conceitos)

Os conhecimentos químicos essenciais a nível macroscópico e microscópico de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos, que cada aluno deveria demonstrar ao responder os itens desse instrumento, estão dispostos no quadro 8, uma adaptação da pesquisadora extraídos das OCEM, (BRASIL, 2006).

Os critérios utilizados para as descrições qualitativa e quantitativas dessa atividade formativa, onde haviam 2 questões (A e B) e as situações (1 e 2), foram de acordo com as categorias: *i)* Interpretação, compreensão e exposição de ideias dos conceitos da linguagem Química macroscópica dos conceitos de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos e *ii)* Interpretação, compreensão e exposição de ideias dos conceitos da linguagem Química microscópica dos conceitos de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos seguidas de seus parâmetros para cada item do instrumento, sendo atribuídas as seguintes escalas de valores:

- Valor de um ponto, quando não relaciona as linguagens Química macroscópica e microscópica dos conceitos de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos de acordo com os parâmetros;
- Valor de dois pontos, quando relaciona apenas a linguagem Química macroscópica dos conceitos de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos e/ou quando relaciona apenas a linguagem Química microscópica dos conceitos de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos, segundo os parâmetros;
- Valor de três pontos quando relaciona as linguagens Química macroscópica e microscópica dos conceitos de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos conforme os parâmetros.

Considerando no total os seguintes intervalos de pontuação: de um a cinco pontos, conhecimentos insatisfatórios não atendendo as relações adequadas das linguagens Química macroscópica e microscópica dos conceitos de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos, como descritos nos parâmetros; de seis a nove pontos, conhecimentos parcialmente satisfatórios apresentando uma das relações, linguagem

macroscópica ou microscópica da Química dos conceitos de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos como demonstrado nos parâmetros; e de 10 a 12 pontos para conhecimentos satisfatórios atendendo os parâmetros das duas categorias.

Para análises descritivas qualitativas, aplicou-se Análise de Conteúdo de Bardin (p.21, 1977), para a autora “em uma análise qualitativa, o que serve de informações é a frequência com que surgem certas características do conteúdo”; assim sendo, para as leituras das transcrições dos dados desse instrumento do Formulário 3; usou-se as categorias de análise: *i)* Interpretação, compreensão e exposição de ideias da linguagem Química macroscópica dos conceitos de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos e *ii)* Interpretação, compreensão e exposição de ideias da linguagem Química microscópica dos conceitos de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos interpretando cada item de acordo com os parâmetros do quadro 8.

Quadro 8 - Categorias e parâmetro dos conhecimentos químicos a nível macroscópico e microscópico dos conceitos Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos.

Categoria	Parâmetros da Questão A	Parâmetros da Questão B	Parâmetros para Situação 1	Parâmetros para Situação 2
<i>i)</i> Interpretação, compreensão e exposição de ideias da linguagem Química macroscópica dos conceitos de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos	Compreensão dos conceitos de calor, energia e temperatura e a sua dependência com a natureza da substância.	Entendimento que há uma mudança de estado físico da água do sólido para o líquido a uma temperatura constante de 0°C.	Compreensão do conceito de ponto de ebulição e sua relação com a pressão atmosférica que mantém se constante na mudança de estado físico da substância mesmo fornecendo calor.	Reconhecimento de unidades de medidas usadas para diferentes grandezas como calor e temperatura. bem como os aparelhos utilizados para essas medições.
<i>ii)</i> Interpretação, compreensão e exposição de ideias da linguagem Química microscópica dos conceitos de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos	Reconhecendo que o calor fornecido aumenta a energia cinética média das moléculas elevando a temperatura da substância e ao retirar-se o calor, a energia cinética das moléculas diminui baixando-se a temperatura.	Identificando que a energia cinética média das moléculas de água permanece constante não elevando a temperatura da substância água.	Reconhecendo que a energia cinética média das moléculas de água permanece constante mantendo a temperatura a 100°C a nível do mar.	Identificando que o termômetro mede a energia cinética média das moléculas do corpo.

Fonte: Adaptado das OCEM, (Brasil, 2006).

Conforme as transcrições do Formulário de análises 3, evidencia-se os conceitos da linguagem química macroscópico e microscópico de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos utilizados pelos alunos na atividade formativa.

Formulário de análises 3 – Transcrições das respostas dos alunos - Atividade formativa – Utilização do Software educacional livre com animação interativa em 3D (App educacional de Química)

Aluno	Questão A	Questão B	Situação 1	Situação 2
A1	"Elas se agitam e expandem, por causa da energia cinética".	"Ela está passando do estado sólido para o líquido".	"A água aquece quando chega a 100°C totalmente".	Porque calor e temperatura são diferentes. O termômetro não mede o calor, mais sim a temperatura".
A2	"Elas se agitam quando são aquecidas, e quando resfriam ficam paradas".	"Que ela está passando do sólido pro líquido".	"De que a água aquece só até a 100°C".	Pois o termômetro não mede calor ele mede sua temperatura".
A3	"Quando são aquecidas a energia cinética aumenta. Quando são resfriadas ocorre o inverso há pouca produção de energia cinética".	"Que ela sai do sólido para o líquido".	"Que quando a água começa a ferver a 100°C ela entra em processo de ebulição, que continua com a mesma temperatura".	"Porque o termômetro mede a temperatura".
A4	"Quando são aquecidas a energia cinética aumenta. Quando são resfriadas ocorre o inverso há pouca produção de energia cinética".	"Que ela sai do sólido para o líquido".	"Que quando a água começa a ferver a 100°C ela entra em processo de ebulição, que continua com a mesma temperatura".	"porque o termômetro mede a temperatura".
A5	"A energia cinética: quando tá quente se agita e quando ta fria fica parada."	"Quando esta saindo do estado sólido para o líquido".	"A água só ferve até 100°C".	O termômetro não mede o calor mais sim a temperatura".
A6	"Quando são aquecidas a energia cinética aumenta quando são resfriadas ocorre o inverso há pouca produção de energia cinética".	"Significa que depois que ele atinge o ponto de fusão a temperatura se fixa em 0°C".	"Quando a água entra no processo de ebulição a temperatura continua a mesma".	"Por que o termômetro mede a temperatura".
A7	AUSENTE	-	-	-
A8	AUSENTE	-	-	-
A9	"Com o aumento da temperatura há um aumento na energia cinética das partículas da substância. Essa energia relaciona de movimento das partículas é chamada de energia cinética".	"Ponto de fusão é a temperatura em que a substância passa do estado sólido para o estado líquido".	"Influence da Temperatura".	"por que o termômetro mede a temperatura não calor".
A10	"Quando são aquecidas elas ficam alteradas e separadas e quando elas esfriam elas se agrupam".	"Quando a temperatura esta em 0°C ela está na forma líquida já a 100°C é vapor".	"Ela baixou porque estava ocorrendo a ebulição e a evaporação ocorre a 100°C".	"Porque o termômetro não marca o calor do nosso corpo e sim a temperatura".
A11	"Quando são aquecidas Elas ficam agitadas e aumenta a temperatura".	"temperatura a substância passa do estado solido ao estado líquido. ou seja começa ferver dar aquele calor e também pressão".	"solido, liquido e gasoso. Vaporização: passagem de fase líquida para a gasosa. Água ferve e se transforma em vapor de água".	Porque o termômetro mede a temperatura mas, também nesse caso medirse calor".

Formulário de análises 3 – Transcrições das respostas dos alunos - Atividade formativa – Utilização do Software educacional livre com animação interativa em 3D (App educacional de Química). (continuação)

Aluno	Questão A	Questão B	Situação 1	Situação 2
A12	AUSENTE	-	-	-
A13	AUSENTE	-	-	-
A14	<i>“quando elas são aquecidas elas se alteram e as partículas começa se movimentar; se espalham. e o esfriamento as partículas ficam juntas a energia cinética é menor”.</i>	<i>“que é nesse grau que as partículas serão agitadas pela temperatura fazendo que elas se juntem e que tenham menos energia sinéticas”</i>	<i>Ao estado da matéria, dependendo em que estado se encontra a matéria ela vai fazer trocas tanto de volume como de forma”.</i>	<i>Porque o termômetro ele mede a nossa temperatura e também o calor só que ele fala errado”</i>
A15	“com o aumento da temperatura, há um aumento na energia, e as moléculas se agitam, é a energia sinética é menor a baixamos a temperatura as moléculas se agrupam, ficam juntas é a energia sinética	“que a água vai passar do estado sólido para o líquido, que a 0°C as moléculas de água vão começar ter menos energia sinética, é as moléculas não vão ficar tão juntas”.	“se refere ao fenomeno de ebulição, que água passa do estado líquido para o gasoso”.	“Porque o termômetro mede a temperatura não calor do corpo”.

Fonte: Elaborado pela autora da pesquisa, 2018.

No Formulário de análises 3 observa-se que na Questão A, apenas os alunos (A9 e A15), justificaram suas respostas usando as duas categorias e de acordo com os parâmetros do quadro 8; e seis participantes (A1, A3, A4, A5, A6 e A14), utilizaram apenas a linguagem microscópica da Química para respaldar suas respostas atendendo um dos parâmetro da questão.

Dois alunos (A2 e A10), não utilizaram os conceitos da linguagem macroscópica e microscópica da Química de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos ficando ausentes em seus registros os parâmetros do quadro 8; e o aluno (A11), em sua resposta apropriou-se apenas da linguagens Química macroscópica de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos.

Na Questão B, oito alunos (A1, A2, A3, A4, A5, A6, A9, A11), responderam à pergunta aplicando apenas a linguagem macroscópica da Química de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos em consonância com o parâmetro da questão.

O aluno (A10), inferiu de forma implícita na questão, a mudanças de estado físico da água por meio da fusão, ficando subentendido que tal fenômeno ocorre a temperatura constante de 0°C , fazendo um comparativo com o ponto de ebulição, em que a vaporização da água acontece a 100°C , contemplando assim, apenas o parâmetro da linguagem macroscópica da Química de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos.

Já o aluno (A14) não fez relações adequadas das linguagens macroscópica e microscópica dos conceitos de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos, não atendendo os parâmetros, como descrito em sua resposta da questão. O Aluno (A15) cita a linguagem macroscópica da Química de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos e relaciona de forma inadequada os conceitos microscópicos da Química no resultado dessa questão não atingido o parâmetro do quadro 8.

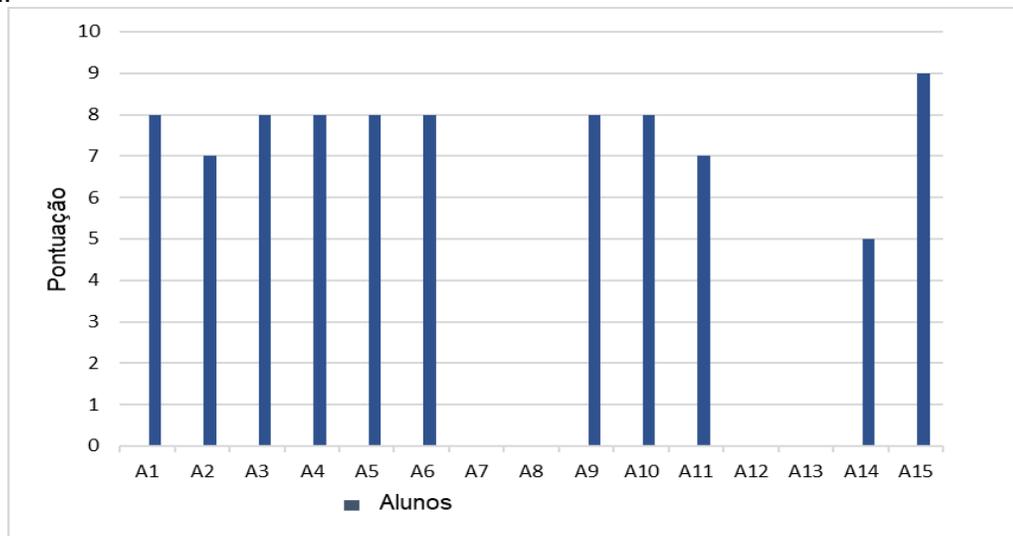
Na situação 1, nove alunos (A1, A2, A3, A4, A5, A6, A10, A11 e A15) apresentaram em seus argumentos, apenas a linguagem macroscópica da Química de Matéria, Energia e Mudanças de estados em conformidade com o parâmetro para a situação; e dois dos alunos (A9 e A14) fizeram relações sem coerência com os parâmetros, não atendendo as linguagens macroscópica e microscópica dos conceitos de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos.

Para situação 2, os 11 alunos mencionados no parágrafo anterior, tiveram como resposta apenas a linguagem macroscópica da Química de Matéria, Energia e Mudanças de estados como exposto nas transcrições desses dados, sendo atendido apenas um dos parâmetros para a situação 2.

Na tabela de análise quantitativa elaborada no Excel, pontuou-se cada item respondido pelos alunos nessa atividade formativa, de acordo com as categorias e parâmetros e valores mencionados nessa seção.

No gráfico 8, apresenta-se a pontuação de cada participante nesse instrumento.

Gráfico 8 – Pontuação dos alunos na atividade formativa - Integração do App educacional de Química.



Ocorreu um avanço significativo nessa etapa com o uso do *Software* educacional livre com animação interativa em 3D (App educacional de Química), apenas um aluno, o (A14), teve a pontuação igual a cinco apresentando conhecimentos insatisfatórios, não atendendo as relações adequadas das linguagens Química macroscópica e microscópica dos conceitos de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos. Dentro dos intervalos de 6 a 9 pontos, dez alunos (A1, A2, A3, A4, A5, A6, A9, A10, A11 e A15), mostraram com essas escalas de pontuações, conhecimentos parcialmente satisfatórios, apresentando uma das relações da linguagem macroscópica ou microscópica da Química em consonância com os parâmetros do quadro 8.

Não tendo nesse instrumento alunos com pontuações entre os intervalos 10 a 12, considerados com conhecimento satisfatórios, quando relacionam as linguagens

Química macroscópica e microscópica dos conceitos de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos, conforme os parâmetros de cada item do instrumento, portanto ficando ausente no gráfico 8, essas pontuações.

Justifica-se a ausência das pontuações de quatro participantes (A7, A8, A12 e A13) no gráfico 9 devido esses não terem comparecido na data da aplicação dessa atividade formativa, pois esse dia letivo era um feriado utilizado para reposição de aula conforme o calendário escolar, mesmo sendo explicado pela pesquisadora a importância da participação de todos nessa fase, porém na data marcada para essa ação e conforme o cronograma exposto para todos, esses alunos não compareceram na aula.

Fatos que necessitam serem relatados, pois é comum a falta de alunos em dias letivos como esse, realidades que fazem parte do cotidiano escolar.

No entanto, esses alunos participaram das aulas de integração do *Software* educacional livre com animação interativa em 3D (App educacional de Química) durante a sequência didática, sendo válidos para a pesquisa, pois no instrumento de pós-teste tinha-se a possibilidade de avaliar a potencialidade desse método de ensino no aprendizado desses alunos.

Assim sendo, na atividade formativa integrando o recurso, nos resultados fica evidente que os participantes permanecem com o vocabulário limitado e com conceitos macroscópico e microscópico da Química não relacionáveis.

Mesmo abordados por meio da aprendizagem por recepção, (*Software* educacional livre com animação interativa em 3D), as especificidades macroscópica e microscópica da Química dos conceitos de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos como mostra as figuras 5a, 5b e 5c; alicerçado no princípio da aprendizagem conceitual (aquela que possibilita a ampliação do vocabulário relacionando os novos conceitos com aqueles já adquiridos), como aponta Ausubel, (1980).

Nos resultados das análises dos quatro itens desse instrumento, fica evidente que há uma maior apropriação da linguagem macroscópica dos conceitos de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos, ficando ausente a linguagem microscópica na maior parte das respostas desse instrumento.

Para tanto, foi necessário corrigir e rever os conceitos macroscópico e

microscópico da Química no estudo desse conteúdo. Utilizando o *Software* educacional livre com animação interativa em 3D (App educacional de Química), buscou-se sanar a dificuldade de relacionar os conceitos desse conteúdo aplicando as duas óticas da Química.

No momento das correções dessa atividade formativa, foi exposto os parâmetros de cada questão e situação, apontando-se as relações entre as linguagens macroscópica e microscópica da Química dos conceitos de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos.

Proporcionando aos participantes apropriarem-se dessas linguagens da Química, explorando todas as questões do instrumento no ambiente virtual, com o intuito de que esses assimilassem os conceitos científicos de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos.

Para essa aula foi elaborada uma atividade formativa (Apêndice G), para que esses, utilizando o *Software* educacional livre com animação interativa e respondessem com as percepções macroscópica e microscópica os aspectos físicos e dinâmicos dos estados físicos da matéria.

Instrumento utilizado com o intuito de corrigir e reformular as ideias mais gerais (macroscópica) e integrar as mais particulares e específicas (microscópica), de acordo com o princípio da aprendizagem subordinativa, é possível relacionar novas informações com os conteúdos preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz (Ausubel, 1980).

Essa atividade formativa, tendo os conceitos tratados de forma objetiva, foi um reforço para a abordagem de tais conteúdos, não foi necessário passar por uma análise como foi feito com os demais instrumentos.

Infere-se que nesta etapa da pesquisa, os avanços são gradativos nos alunos, pois como exposto pelos mesmos, de forma verbal, os conceitos da Química nunca foram tratados dessa forma com eles, por isso a dificuldade de construir as respostas tendo essas duas óticas da Química.

4.5 Análises do pós-teste

Após a sequência didática foi aplicado o pós-teste, com o objetivo de examinar o aprendizado dos conceitos científicos de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos assimilados pelos alunos ao integrar na sequência didática o *Software* educacional livre com animação interativa em 3D (App educacional de Química).

No pós-teste, examina-se a apropriação e a ampliação conceitual das especificidades macroscópica e microscópica da Química dos conteúdos de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos; para inferir a assimilação dos conceitos científicos, buscando nas respostas dos alunos a clareza, precisão, diferenciação e transferência dos termos de acordo com a categoria de análises e os parâmetros para cada questão como descrito no quadro 10.

Para tanto, no instrumento aplicado, os alunos tiveram que ler e interpretar a letra da música “Chuva” (Interprete Gaby Amarantos) dos compositores Freitas e Rennó (2012), (Apêndice C) e transcrever para a linguagem Química estudada, os trechos da música, fazendo o papel inverso, saindo da abordagem da linguagem do senso comum para abordagem dos conceitos científicos contemplados durante a sequência didática. No instrumento haviam os seguintes itens: Questão 1: trechos da música **a**, **b** e **c**; e a questão 2 – com um terceiro trecho da música; ao todo quatro itens para análises como detalhado no quadro 9.

Quadro 9 – Questões do pós-teste.

No trecho da música:		
a) Ar quente vai subir Ar frio vai descer Vapor que vem do mar Geleiras vão derreter.	b) As nuvens vão se condensar E, depois, vão dissolver.	c) Porque quando o Sol aquece a Terra Muita água se libera E a gravidade da atmosfera Faz pressão que nem panela.
<p>1) De acordo com sua compreensão, transcreva as frases utilizando os conceitos da Química presente nas mudanças dos Estados Físicos da Água e os fatores que contribuem para essas mudanças.</p> <p>2) No trecho da música: O ciclo d'água é uma dança eterna! Segundo sua interpretação e compreensão dos conceitos trabalhados no conteúdo Matéria, energia e Mudanças de Estados Físicos. Descreva com suas palavras o fenômeno que permite que o ciclo da água seja essa “dança eterna”.</p>		

Fonte: Adaptado da letra da música “Chuva” de autoria de Thalma de Freitas e Iara Rennó, 2012.

No quadro 10, apresenta-se as categorias e os parâmetros para as análises de cada item do pós-teste.

Quadro 10 - Categorias e os parâmetros para as análises dos itens do pós-teste.

Categorias	Parâmetros para Questão 1:	Parâmetros para Questão 2.
i) Interpretação, compreensão e exposição de ideias da linguagem Química macroscópica dos conceitos de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos	<p>Trecho da música:</p> <p>a) O aluno deve expor ideias dos fatores macroscópicos como energia, calor, temperatura e pressão atmosférica atuam nas mudanças de estados físicos da água usando os termos (vaporização, condensação (liquefação) e fusão na transcrição da música.</p> <p>b) O aluno descreverá a mudança de estado físico relacionando os fatores macroscópico como energia, calor, temperatura e pressão atmosférica atuam no processo da mudança física da água usando os termos (condensação e/ou liquefação) na transcrição do fragmento da música.</p> <p>c) O aluno expressará que os fatores energia, calor, temperatura, pressão atmosfera são responsáveis pelo ciclo da água (mudança de estado físico) na transcrição do fragmento.</p>	O aluno identificará que o ciclo da água é um fenômeno físico.
ii) Interpretação, compreensão e exposição de ideias da linguagem Química microscópica dos conceitos de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos	<p>Trecho da música:</p> <p>a) Identificando que os fatores (energia, calor, temperatura, pressão atmosférica) atuam no comportamento das moléculas/partículas (elevando ou diminuindo a energia cinética média, forças de atração ou repulsão das moléculas e/ou partículas) da substância água</p> <p>b) Reconhecendo que esses fatores (energia, calor, temperatura e pressão atmosférica) diminuem a energia cinética média das moléculas e/ou partículas e a força de atração, fazendo água liquefazer e/ou condensar.</p> <p>c) Verificando que esses fatores (energia, calor, temperatura, pressão atmosfera) interferem no comportamento das moléculas e/ou partículas (energia cinética média e força de atração ou repulsão) da água nos três estados físicos da água (sólido, líquido e gasoso) modificando o estado físico da substância.</p>	Reconhecendo que os fatores energia, calor, temperatura e pressão atmosférica, nesse caso, não modificam as propriedades química das moléculas de água quando ocorrem a mudança de estado físico da substância (matéria), permitindo o ciclo da água ser constante.
<p>Questão 1: Parâmetros das transcrições dos trechos (a, b e c) da música:</p> <p>a) A energia do Sol fornece calor, aumentando a energia cinética das moléculas de água (rios, lagos, oceanos e outros) elevando a temperatura e pelo processo de vaporização as moléculas de água com alta temperatura e a força de repulsão predominando formam o ar quente, que se deslocam até a atmosfera onde ocorre a diminuição das suas temperaturas devido à pressão atmosférica, formando-se o ar frio que desce. As moléculas de água com alta temperatura formam o ar quente (vapor) que se deslocam do mar até as geleiras causando a fusão do gelo.</p> <p>b) Vaporização das moléculas de água formam as nuvens, que ao baixar a temperatura na atmosfera devido à pressão mudam do estado físico gasoso para o líquido pelo processo de condensação, pois há diminuição da energia cinética média e o aumento das forças de tração entre moléculas formando-se a chuva.</p> <p>c) A energia do Sol, ao fornecer calor para Terra, eleva a temperatura, fator que aumenta agitação e/ou a energia cinética média das moléculas de água (rios, lagos, oceanos e outros); ocorrendo a vaporização da água, onde há força da gravidade atuando nesses movimentos das moléculas de água proporcionando esse ciclo constante.</p> <p>2) É um fenômeno físico, pois os fatores energia, calor, temperatura, pressão e a ação da atmosfera, nesse caso, não modificam as propriedades químicas das moléculas da água (matéria/substância), ou seja, não há uma transformação química nas moléculas da água, permitindo o ciclo ser contínuo.</p>		

Fonte: Elaborado pela autora da pesquisa, 2018.

Os critérios utilizados para as descrições qualitativas e quantitativas desse instrumento com quatro itens para as análises, foram de acordo com as categorias: *i)* Interpretação, compreensão e exposição de ideias da linguagem Química macroscópica dos conceitos de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos *ii)* Interpretação, compreensão e exposição de ideias da linguagem Química microscópica dos conceitos de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos seguidas de seus parâmetros, para cada item do instrumento foram atribuídos as seguintes escalas de valores:

- Valor de um ponto, quando não relaciona as linguagens Química macroscópica e microscópica dos conceitos de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos de acordo com os parâmetros;
- Valor de dois pontos, quando relaciona apenas a linguagem Química macroscópica dos conceitos de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos e/ou quando relaciona apenas a linguagem Química microscópica dos conceitos de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos, segundo os parâmetros;
- Valor de três quando relaciona as linguagens Química macroscópica e microscópica dos conceitos de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos conforme os parâmetros.

Considerando-se no total os seguintes intervalos de pontuação: de um a cinco pontos, conhecimentos insatisfatórios não atendendo as relações adequadas das linguagens Química macroscópica e microscópica dos conceitos de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos, como descritos nos parâmetros; de seis a nove pontos, conhecimentos parcialmente satisfatório apresentando uma das relações, linguagem macroscópica ou microscópica da Química dos conceitos de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos como demonstrado nos parâmetros; e de 10 a 12 pontos para conhecimentos satisfatórios atendendo os parâmetros das duas categorias.

No Formulário de análises 4, apresenta-se as transcrições dos participantes no pós-teste.

Formulário de análises 4 - Transcrições das respostas dos alunos – pós-teste.

(contínuo)

Aluno	Questão 1 - a	Questão 1 - b	Questão 1 - c	Parâmetros para Questão 2.
A1	"a fusão e temperatura".	"O ar quente e o ar frio se condensam e formam as nuvens".	"ebulição e calor e a energia necessária para esse ciclo do sol".	"Fenômeno Físico por que não volta a seu estado original".
A2	"A fusão, o calor e da temperatura".	"o ar quente e o ar frio condensam formando nuvens".	"ebulição".	"A composição da matéria permanece a mesma, caracteriza-se como um fenômeno físico".
A3	"Fusão e Temperatura".	"o ar quente e o ar frio condensam formando nuvens".	"O calor é a energia necessária para esse ciclo".	"Fenômeno físico, porque não volta ao normal".
A4	"Fusão, a temperatura alta faz com que a água suba para as nuvens, lá elas se congelam e depois derretem ocorrendo a fusão".	"Através da liquefação que ocorre através da temperatura, que aumenta ao passar do tempo".	"É como dizemos que a panela está fervendo, a água se transforma em forma gasosa".	"Que, a composição da água permanece a mesma, quando só mudamos o seu estado (sólido, líquido e gasoso)".
A5	"Fusão e Temperatura".	"o ar quente e o ar frio condensam e formam as nuvens".	"ebulição e calor e a energia necessária para esse ciclo do sol".	"Fenômeno Físico por que não volta a seu estado original".
A6	"Fusão".	"liquefação".	"ebulição".	Não respondeu.
A7	"Ar quente vai subir (vaporização) Ar frio vai descer (condensação) Vapor que vem do mar(vaporização) Geleiras vão derreter. (Fusão)".	"As nuvens vão se condensar (condensação) E, depois, vão dissolver (condensação)".	"Porque quando o sol aquece a terra (fusão) Muita água se libera (fusão) E a gravidade da atmosfera faz pressão que nem panela(vaporização)"	"Físico, pois nas três etapas físicas, a água não ocorre modificação".
A8	"Temperatura do ar quente faz a água no estado sólido passar para o estado líquido através do ponto de fusão".	"As nuvens estão no estado gasoso e passam por estado líquido. Pelo processo de condensação".	"liquidação solidificação".	"porque a água ela muda de estado, mas não há alteração na forma e do volume".
A9	"Ar quente vai subir = Vaporização Ar frio vai descer = Condensação Vapor que vem do mar Geleiras vão derreter".	"As nuvens vão se condensar = las nuves condense E, depois, vão dissolver el aire haciendo que se enfrie las moléculas de agua se unen creando la chuva".	"Porque quando o sol aquece a terra = Vaporização Muita água se libera = Fusão E a gravidade da atmosfera faz pressão que nem panela = Vaporização".	"Es eterna ya que el ciclo del agua es algo que está em constante uno y movimiento ya que es uno de los procesos nacidos de la vida".

Formulário de análises 4 - Transcrições das respostas dos alunos – pós-teste.

(continuação)

Aluno	Questão 1/a)	Questão 1/b)	Questão 1/c)	Parâmetros para Questão 2.
A10	“Ar quente vai subir = Evaporização Ar frio vai descer = Condensação Vapor que vem do mar = Influencia na formação das geleiras. Geleiras vão derreter = fusão”.	“As nuvens vão se condensar = as partículas de água vão se juntar vão virar líquido e chover. E, depois, vão dissolver = vai virar líquido e chover”.	“Porque quando o sol aquece a terra = muita água evapora Muita água se libera = Fusão E a gravidade da atmosfera Faz pressão que nem panela = condensação”.	“A água não altera a sua estrutura por isso é um fenômeno físico”.
A11	“A temperatura do ar quente faz a água no estado sólido passa para o estado líquido do através do ponto de fusão”.	“As nuvens estão no gasoso e passam para o estado líquido pelo processo de condensação”.	“liquidação solidificação”.	““porque a água ela muda de estado, mas não há alteração na forma e do volume”.
A12	“Ar quente vai subir. Vaporização Ar frio vai descer. Condensação Vapor que vem do mar. Vaporização. Geleiras vão derreter. Fusão”.	“As nuvens vão se condensar. Condensação E, depois, vão dissolver. Condensação”.	“Porque quando o sol aquece a Terra. Fusão Muita água se libera. Fusão E a gravidade da atmosfera Faz pressão que nem panela Vaporização”.	“Físico. Pois nos três estados físicos da água não há modificação na matéria”.
A13	“A temperatura do ar quente faz a água no estado sólido passa para líquida do através do ponto de fusão”.	“As nuvens vão se condensar e depois se transformas em chuva através do processo de liquefação”.	Não respondeu.	“É um fenômeno físico porque não há alteração na composição”.
A14	“Ar quente vai se vaporizar e o ar frio vai condensar. e o vaporização do mar. e geleiras vão por fusão.”	“E as nuvens vão condensar E depois não se condensar”.	“Porque quando o sol aquece a Terra. Vaporização Porque muita água se libera. Fusão E a gravidade da Terra Faz pressão que nem panela Vaporização”.	“É um fenômeno físico o qual nunca acaba já que a água nesse caso ela so muda de forma e estado mais mesmo assim segui sendo água”.
A15	“o vapor vai subir as moléculas vão se acalma o vapor do mar altera a estrutura da geleira”.	“as partículas de água vão se juntar e depois vai chover que vai vira líquido”.	“quando o sol aquece A água começa a evapora E esse vapor faz pressão na atmosfera”.	“Pois a água não vai sofrer alteração na sua estrutura por isso e um ciclo eterno”.

Fonte: Elaborado pela pesquisadora, 2018.

Para análises descritivas qualitativas, aplicou-se Análise de Conteúdo de Bardin (1977, p.21), para a autora “em uma análise qualitativa, o que serve de informações é a frequência com que surgem certas características do conteúdo”; assim sendo, para as leituras das transcrições dos dados desse instrumento no Formulário 4; usou-se as categorias de análise: *i)* Interpretação, compreensão e exposição de ideias da linguagem Química macroscópica dos conceitos de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos e *ii)* Interpretação, compreensão e exposição de ideias da linguagem Química microscópica dos conceitos de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos interpretando cada item e identificando as ausências e/ou presença dessas linguagens no pós-teste dos participantes dessa pesquisa, tendo como suporte os parâmetros do quadro 10.

Das análises dos dados (Formulário de análises 4), têm-se a seguir as descrições qualitativas dos participantes em relação a Questão 1 - a.

Os alunos (A1, A3, A5 e A6), foram sucintos em suas transcrições usaram os vocábulos fusão e temperatura, ficando subentendido que esses conceitos tem relação com a mudança de estados físicos da água, utilizando apenas a transferência de termos científicos de forma precisa, porém, ambos não mostram clareza e diferenciação das palavras, deixando ausente a linguagem microscópica da Química na transcrição do fragmento do texto. Não apontam os fatores que inferem na mudança de estado que ocorrem nesse fragmento da música.

Enquanto que, os participantes (A8, A11 e A13), elaboraram a frase do último verso da letra da música, relacionando os termos científicos temperatura e fusão; identificando a mudança de estado físico da água; sendo claros, precisos, diferenciando e transferindo os termos científicos no verso da música, porém não citaram os demais fatores (quadro 10), ficando ausente a linguagem microscópica da Química na transcrição do texto.

E os alunos (A7, A9 e A12), transcreveram o fragmento da música, apontando no final de cada verso apenas os termos científicos das mudanças de estados físicos da água (vaporização, condensação, vaporização e fusão), de modo preciso tendo transferência adequada das palavras, porém sem clareza e diferenciação entre os termos, ficando ausente os fatores que participam da mudança do estado físico da água e a apropriação da linguagem microscópica da Química na transcrição do texto.

Na transcrição do participante (A2), há as expressões: fusão, calor e

temperatura, sendo fatores que estão relacionados com a mudança do estado físico da água apresentados nesse fragmento da música, sendo preciso ao transferir tais termos, porém não há clareza e diferenciação entre as palavras, ficando ausente a linguagem microscópica da Química e demais fatores que participam do processo (quadro 10).

O aluno (A4), usa a palavra fusão em vez de vaporização para relacionar a mudança de estado físico da água do líquido para o gasoso, cita o termo “*congelam*” no lugar de condensação seguida da palavra fusão para indicar a mudança física que ocorre na nuvem no verso da música, não indica os fatores que participam do processo, fica ausente a linguagem microscópica da Química na transcrição; não tendo clareza, precisão, diferenciação e transferência dos conceitos na construção dos versos da música.

O participante (A10), transcreveu o fragmento da música citando ao final de cada verso a mudança de estado físico ocorrido com a água, porém troca a palavra evaporação por “evaporização”; relaciona de forma adequada os termos condensação e fusão na construção da frase, sendo preciso com as palavras, fazendo diferenciação e transferência dos termos científicos no entanto deixa ausente a linguagem microscópica da Química e os fatores que fazem parte do processo, não tendo clareza na transcrição do texto devido essas ausências.

O aluno (A15), transcreveu o fragmento da música sem a apropriação da linguagem científica, cita a palavra molécula, não sendo preciso com o que ocorre no processo, sem diferenciação e transferência de termos no verso da música, deixando ausente os fatores que interferem no fenômeno e a linguagem microscópica da Química, sem clareza na reconstrução do texto.

E o aluno (A14), no fragmento transcrito, usou os termos científicos vaporização, condensação e fusão, tendo uma transferência e precisão de palavras adequadas para o processo contextualizado na letra da música, porém não há clareza e diferenciação entre os termos na reconstrução do texto, não abordou a linguagem microscópica da Química e tampouco citou os fatores que interferem nesse processo.

Da Questão 1 b, os participantes (A1, A2, A3, A5), em suas transcrições do fragmento da música, transferiram de forma incorreta a palavra condensação, não sendo claros e precisos na diferenciação da mudança de estados físico que ocorre com a água; não inferiram os fatores que possibilitam esse processo, deixando

ausente a linguagem microscópica da Química na frase elaborada.

E os participantes (A8, A11 e A13), nos seus transcritos da música, transferiram a frase para a mudança de estado físico ocorrido com a água, de forma precisa, tendo diferenciação do termo condensação e/ou liquefação com clareza do verso da música, porém ficando ausentes nas expressões os fatores que interferem nesse processo, assim como a linguagem microscópica da Química.

Já os alunos (A9, A10 e A15), ao reescreverem a letra da música, utilizaram o termo partículas e/ou moléculas para inferirem a mudança de estado físico da água, por meio da condensação, foram precisos ao utilizarem esse termo, mas não apresentaram diferenciação e transferência da palavra no verso da música conforme o parâmetro no quadro 10, há uma apropriação da linguagem microscópica da Química superficial, que não fica clara no fragmento transcrito, deixando ausentes os fatores que contribuem para essa mudança de estado físico da água, no texto.

Os alunos (A7, e A12), repetiram o fragmento da música (Questão 1b), transferiram de forma adequada a palavra condensação no verso da música; e o aluno (A14), teve erro de ortografia da palavra condensar, porém a transferência foi apropriada na transcrição do verso, sendo preciso, no entanto não há clareza e diferenciação na reconstrução das frases da música, não ficam explícitos os termos da linguagem microscópica da Química e tampouco citam os fatores que interferem nessa mudança de estado físico da água apresentado nesse trecho da música .

E por fim, o participante (A4), transcreveu o fragmento da música com as palavras liquefação e temperatura, não tendo clareza, diferenciação e precisão ao expressar os termos nas frases, sem apropriação dos conceitos macroscópico e microscópico da Química ao transferir os vocábulos científicos; e o aluno (A6), na sua transcrição expressou apenas o termo liquefação não expondo o conceito da palavra no contexto do fragmento da música; o termo não tem clareza, precisão e diferenciação, apenas transferência de palavra.

Para a Questão 1 c; os alunos (A1 e A5), apresentaram a mesma transcrição do fragmento da música, as palavras ebulição, calor e energia são relacionáveis com as mudanças de estados físicos da água, porém ambos relacionaram esse termo com o ciclo do Sol, ao reconstruírem o verso; não há clareza, diferenciação e precisão na transferência desses termos científicos na frase. Ficando ausente a linguagem microscópica da Química no trecho transcrito.

Os alunos (A2 e A6), transferiram apenas a palavra ebulição sem diferenciação nos processos envolvidos no contexto da música, não tendo clareza e precisão no uso da palavra. Não havendo apropriação da linguagem macroscópica e microscópica da Química e tampouco os fatores que participam na mudança do estado físico da água nesse trecho da música.

O aluno (A4), na transcrição desse verso da música, apresentou apenas a mudança do estado físico ocorrido com a água (líquido para o gasoso), não apresentando clareza, precisão e diferenciação na transferência de palavras ao reconstruir esse trecho da música, ficando ausente os termos científicos da linguagem macroscópica e microscópica da Química envolvidos no processo do fragmento da música.

Enquanto que os alunos (A7 e A12), transcreveram o trecho da música e nas duas primeiras frases transferiram a palavra fusão, não sendo apropriado o uso do vocábulo para indicar o fenômeno ocorrido nesses versos da música, e na última frase desse fragmento, inseriram a palavra vaporização, ficando subentendido que está relacionado com a pressão, que é um dos fatores que participam da mudança de estado físico da água, não tendo clareza, precisão e diferenciação dos termos científicos na reconstrução do texto, ficando ausente a linguagem microscópica e demais fatores que participam do ciclo da água presente nesse trecho da música.

Já os alunos (A8 e A11), transcreveram apenas as palavras liquefação e solidificação, não elaboraram uma frase com precisão, clareza, e diferenciação dos termos científicos, havendo apenas transferência das palavras, ficando ausente a linguagem microscópica da Química e os fatores responsáveis pela mudança do estado físico da água nesses versos da música.

O aluno (A13) deixou em branco a Questão 1 c; e o participante (A3) transferiu *“que o calor é energia necessária para ciclo”* na transcrição do verso da letra da música, sendo preciso, mas não há diferenciação e clareza dos termos científicos na construção da frase, ficando ausente os outros fatores que atuam no ciclo da água como citados no quadro 10, bem como a linguagem microscópica na frase transcrita.

Os alunos (A9 e A14), transcreveram o trecho da música, e nas duas primeiras frases transferiram ao final as palavras vaporização e fusão; não sendo adequadas para indicar o fenômeno ocorrido nesses versos da música; na última frase desse fragmento, incluíram a palavra vaporização, ficando subentendido que

está relacionado com pressão, que é um dos fatores que atua na mudança de estado físico da água, não tendo clareza, precisão e diferenciação dos termos científicos na reconstrução do texto, ficando ausente a linguagem microscópica e demais fatores que participam do processo do ciclo da água como exposto no quadro 10.

O participante (A10), fez a transcrição da letra da música e ao final do primeiro verso transferiu a palavra “evapora”, sendo adequada para o contexto da frase da música; e no segundo verso ao final, inseriu a palavra fusão apontando um dos processos que atuam na mudança de estado físico do ciclo da água. Há precisão e transferência dos termos científico nas frases; e ausência da linguagem microscópica, não tendo clareza e diferenciação dos termos científicos na transcrição do fragmento da música.

O aluno (A15), na transcrição dos versos da música feito em duas frases, usou a palavra aquecer para indicar que esse fator é responsável pela evaporação da água; relacionou a palavra vapor com a pressão na atmosfera tendo clareza na segunda frase do texto, porém não apresentou diferenciação entre os termos científicos contidos nesse fragmento, devido a ausência dos fatores (quadro 10) e da linguagem microscópica; não sendo preciso na transferência das palavras dos fragmentos da música.

Da Questão 2, os alunos (A1, A3 e A5), reconheceram que o ciclo da água é um fenômeno físico, porém não usaram os termos científicos macroscópico e microscópico da Química, que permitem expor com clareza, precisão, diferenciação e transferência que no ciclo da água, há apenas uma mudança de estados físicos da matéria; como descritos no quadro 10, sendo que esses não modificam a estrutura química da molécula de água, ou seja, não promovem a transformação química da substância durante o ciclo.

Já os alunos (A2, A4, A12, A13 e A14), identificaram que o fenômeno ocorrido é físico, sendo precisos ao diferenciar que a composição da matéria é a mesma, mas não transferiram com clareza os conceitos macroscópico e microscópico da Química envolvidos no ciclo da água.

Enquanto que os alunos (A8 e A11), não fizeram a transferência do fenômeno ocorrido, tendo uma diferenciação inadequada, ao afirmarem que a forma e o volume não se alteram ao mudar de estado físico, e a apropriação dos conceitos das linguagens macroscópica e microscópica da Química na construção da frase

ficaram ausentes, o que impossibilitou de serem claros e precisos ao transcreverem a interpretação do trecho da música.

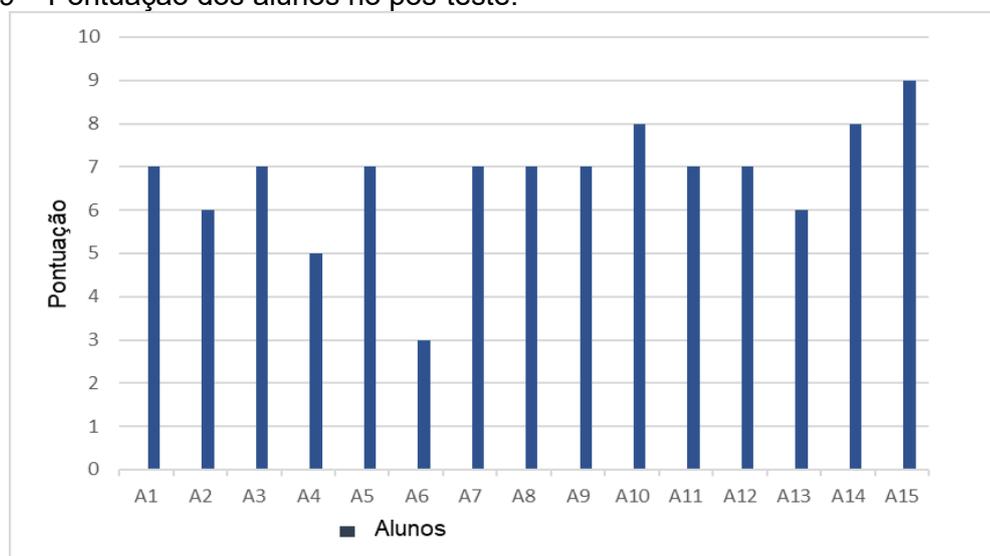
E os alunos (A7 e A10), ao transcreverem a interpretação do fragmento da música, foram precisos ao usarem a palavra “*físico*” para descreverem que a água não sofre modificação e/ou altera a sua estrutura, porém não apontaram a diferenciação, transferência dos termos científicos devido à ausência das linguagens microscópica e macroscópica da Química, ou seja, a frase transcrita não apresenta clareza.

O aluno (A6) não respondeu à questão; e o participante (A15), na transcrição da interpretação do trecho da música, deixou ausente as linguagens macroscópica e microscópica da Química, apontando apenas que água não sofre alteração na sua estrutura, o que permite o ciclo eterno; não há clareza, diferenciação, precisão e transferência de palavras ao transcreverem a interpretação desse verso da música.

Enquanto que, o aluno (A9), descreveu a letra da música sem utilizar os termos científicos das linguagens macroscópica e microscópica da Química apenas que *o ciclo da água é um processo natural da vida*, não tendo clareza, precisão, diferenciação e transferências dos conceitos científicos na frase transcrita.

No gráfico 9 apresenta-se o desempenho quantitativo de cada participante, conforme as categorias e parâmetros utilizados para as análises de cada questão do pós-teste, bem como expressa-se o resultado da aplicação da sequência didática, a qual integrou-se o *Software* educacional livre com animação interativa em 3D.

Gráfico 9 – Pontuação dos alunos no pós-teste.



Os alunos (A1, A2, A3, A5, A7, A8, A9, A10, A11, A12, A13, A14 e A15), dentro os intervalos de seis a nove pontos, mostram um resultado de assimilação de conceitos da linguagem macroscópica e microscópica da Química, contidos nos conteúdos de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos, parcialmente satisfatórios.

E os alunos (A4 e A6), dentro dos intervalos de um a cinco pontos, apresentam um resultado de conhecimentos insatisfatórios da linguagem macroscópica e microscópica da Química, contidos nos conteúdos de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos, ou seja, não assimilaram os conceitos abordados durante a sequência didática, ao comparar o resultado do pós-teste com a avaliação diagnóstica, como exposto no quadro 11, onde apresenta-se o panorama de cada etapa da pesquisa.

Analisando o quadro 11, observa-se que durante as etapas da sequência didática os alunos (A8, A12, A13 e A14), ao participarem das aulas expositivas e da integração do *Software* educacional livre com animação interativa em 3D (App educacional de Química), foram adquirindo conceitos mais gerais de forma gradativa por meio da aprendizagem por recepção e aprendizagem de conceito; apontando indícios de inclusão dos conceitos científicos na estrutura cognitiva.

Porém, não o suficiente para a assimilação dos novos conceitos (conceitos mais particulares e específicos) da linguagem microscópica da Química, contidos nos conteúdos de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos, como apontam nas transcrições das repostas do pós-teste desses participantes. Há ausência de conceitos microscópicos do conteúdo estudado, evidenciando-se as palavras dos conceitos macroscópicos (conceitos gerais) do assunto abordado durante a sequência didática.

Esses alunos no processo da aplicação da sequência didática, mesmo diante das implicações como expostas no quadro 11 e justificadas em seções anteriores, apresentaram ao final, resultados diferentes daqueles apontados na avaliação diagnóstica, o qual os conhecimentos prévios (conceitos gerais) foram considerados ausentes.

No pós-teste desses alunos fica evidente a aquisição dos conceitos macroscópicos mais gerais, dos conteúdos de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos, mesmo não estando relacionáveis com os conceitos mais específicos (linguagem microscópica da Química) ausentes na transcrição da letra

da música; instrumento plausível para interpretação e exposição de ideia, pois possibilitou o uso das linguagens macroscópica e microscópica da Química.

Quadro 11 – Resultados de cada etapa da pesquisa – Pré-teste – Atividades formativas – Pós-teste dos participantes da pesquisa.

Alunos	Avaliação diagnóstica -Conhecimentos prévios	Sequência didática		Pós-teste - Assimilação dos conceitos
		Organizador prévio - Atividade Formativa-Desempenho	Integração do App de Química - Atividade Formativa - Desempenho	
A1	Parcialmente Satisfatório	Satisfatório	Parcialmente Satisfatório	Parcialmente Satisfatório
A2	Parcialmente Satisfatório	Satisfatório	Parcialmente Satisfatório	Parcialmente Satisfatório
A3	Parcialmente Satisfatório	Insatisfatório	Parcialmente Satisfatório	Parcialmente Satisfatório
A4	Parcialmente Satisfatório	Insatisfatório	Parcialmente Satisfatório	Insatisfatório
A5	Parcialmente Satisfatório	Satisfatório	Parcialmente Satisfatório	Parcialmente Satisfatório
A6	Ausente	Satisfatório	Parcialmente Satisfatório	Insatisfatório
A7	Parcialmente Satisfatório	Faltou	Faltou	Parcialmente Satisfatório
A8	Ausente	Insatisfatório	Faltou	Parcialmente Satisfatório
A9	Parcialmente Satisfatório	Insatisfatório	Parcialmente Satisfatório	Parcialmente Satisfatório
A10	Parcialmente Satisfatório	Satisfatório	Parcialmente Satisfatório	Parcialmente Satisfatório
A11	Parcialmente Satisfatório	Parcialmente Satisfatório	Parcialmente Satisfatório	Parcialmente Satisfatório
A12	Ausente	Satisfatório	Faltou	Parcialmente Satisfatório
A13	Ausente	Insatisfatório	Faltou	Parcialmente Satisfatório
A14	Ausente	Insatisfatório	Insatisfatório	Parcialmente Satisfatório
A15	Parcialmente Satisfatório	Satisfatório	Parcialmente Satisfatório	Parcialmente Satisfatório
	Identificação dos subsunçores.	Aplicação dos princípios da TAS para assimilação de conceitos.		Avaliação do efeito da sequência didática no aprendizagem do aluno.

Fonte: Elaborado pela autora da pesquisa, 2018.

De acordo com Ausubel (1980), para inferir-se indícios da assimilação de conceitos é necessário que os elementos: clareza, precisão, diferenciação e transferência sejam perceptíveis na exposição de ideias do aprendiz; e como

descrito nas análises qualitativas do pós-teste, a transposição da letra da música desses aprendizes, não apresentaram completude desses elementos e nem as relações das linguagens macroscópica e microscópica da Química. Portanto, justificando-se que a assimilação dos conceitos foram parcialmente satisfatórias no processo de aprendizagem dos conteúdos de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos.

Diante desses resultados é possível inferir que os participantes da pesquisa (A8, A12, A13 e A14), tiveram uma melhoria significativa no processo de aprendizagem em consonância do método de ensino integrando-se o *Software* educacional livre com animação interativa em 3D, apenas nos conceitos científicos da linguagem macroscópica da Química.

Enquanto que os alunos (A1, A2, A3, A5, A7, A9, A10, A11 e A15), na transposição da letra da música, como descrito nas análises qualitativas do pós-teste, a exposição de ideias desses aprendizes, não abrangem em totalidade os elementos clareza, precisão, diferenciação e transferência.

Embora sejam perceptíveis, os conceitos macroscópicos mais gerais dos conteúdos de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos, no pós-teste, esses não estão relacionáveis com os conceitos mais específicos (linguagem microscópica da Química) implicados na letra da música. Considerando-se nesse caso, a assimilação dos conceitos parcialmente satisfatórios, no processo de aprendizagem desses conteúdos, ou seja, esses aprendizes, não tiveram um progresso significativo diferente do que o inferido na avaliação do pré-teste. A linguagem microscópica permaneceu ausente.

O aluno (A4), manteve-se imparcial no processo de aprendizagem durante o curso das etapas da sequência didática como mostra o quadro 11, dos resultados da avaliação diagnóstica até as atividades formativas, é perceptível que esse participante não teve avanço gradual significativo na sua estrutura cognitiva em relação aos conhecimentos mais gerais e específicos dos conceitos de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos;

Como exposto no Formulário 4, esse apresenta uma exposição de ideia relacionando os conceitos macroscópico de forma inadequada e nas construções das frases os elementos clareza, precisão, diferenciação e transferência não têm completude, exceto na Questão 2, no entanto a linguagem microscópica da Química implícita na letra da música é ausente em todos os itens, levando a concluir que a

assimilação dos conceitos de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos são insatisfatórios para esse participante.

Já o participante (A6), ao relacionar o resultado do pós-teste com o pré-teste, não houve progressão dos conhecimentos dos conceitos de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos. Esse apresenta apenas nas atividades formativas um avanço significativo.

E ao final do processo de aprendizagem, na transposição da letra da música, como descrito na análise qualitativa, a exposição de ideias desse aprendiz, são restritas, há citação apenas dos termos científicos das mudanças de estados físicos da água; palavras macroscópicas da Química, as quais, não apresentam completude dos elementos: clareza, precisão, diferenciação e transferência, não tendo relações com a linguagem microscópica, examinando-se assim, que nesse aluno a assimilação dos conceitos de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos foram insatisfatórios.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A importância dos recursos das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), Cultura Digital na educação ou Tecnologias em Educação, apontam que tais recursos podem ser utilizados com eficiência e eficácia como metodologia de ensino na aprendizagem escolar.

Buscando alcançar o objetivo geral proposto, a sequência didática integrando o *Software* educacional livre com animação interativa em 3D (App de Química), como método de ensino, aplicada com 15 alunos da 1ª série do EM da Escola Estadual Gonçalves Dias, para o estudo conceitual científico do conteúdo de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos sob a ótica da Química à luz dos princípios da TAS, alcançou um efeito significativo na aprendizagem dos conceitos da linguagem macroscópica da Química nos alunos; bem como apontaram implicações na compreensão da linguagem microscópica.

As implicações nos resultados dos instrumentos aplicados na pesquisa mostraram por meio dos princípios da TAS, como descrito na seção 1.1.1, para que ocorra a aprendizagem significativa e assimilação dos conceitos, o material apreendido precisa ter uma relação intrínseca com a estrutura de conhecimento do aluno.

Nos resultados da avaliação diagnóstica desses participantes, os subsunçores (conhecimentos prévios), elementos essenciais (linguagem macroscópica) para o estudo dos conceitos de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos, mostraram-se ausentes e/ou parcialmente satisfatórios na estrutura cognitiva dos alunos, mesmo incluindo a temática Água como organizador prévio na sequência didática por meio de aula expositiva, com a finalidade de oportunizar ponto de ancoragem (subsunçores) para a aprendizagem conceitual, ou seja, facilitar a inclusão dos novos conceitos (microscópico) apresentado na integração do *Software* educacional livre com animação interativa em 3D (App educacional de Química), recurso utilizado como aprendizagem por recepção, de acordo com (Ausubel, 1980).

Durante as etapas da pesquisa, a ausência e/ou conhecimentos parciais dos conceitos da linguagem macroscópica, diagnosticados no pré-teste, impossibilitou que esses alunos manifestassem disposição para relacionar o novo material a ser conhecido (a linguagem microscópica) e usassem com clareza, precisão,

diferenciação e transferência, as relações dos conceitos das duas linguagens nos instrumentos de atividades formativas e após o uso do recurso no pós-teste.

Há outras questões complementares que requerem considerações conforme Ausubel (1980, p.77), que trouxeram implicações para assimilação de conceitos, as quais serão mencionadas somente aquelas verificáveis no questionário do perfil do aluno, aplicados no início da pesquisa; dentre elas cita-se: o papel da linguagem; sendo que dentre os 15 participantes da pesquisa, haviam dois alunos venezuelanos, e é possível que esses, devido a língua materna e a falta de familiaridade com a língua portuguesa, utilizada de forma verbal e escrita durante esse estudo pela pesquisadora, tenha impossibilitado o avanço de forma mais significativa desses alunos no processo de aprendizagem.

Realidades as quais, as escolas Estaduais e Municipais, estão vivenciando de 2016 até o presente, que têm recebido alunos com esse perfil, o qual para essa pesquisa, não estava previsto o atendimento de alunos imigrantes. Casos que podem ser corrigidos em futuras pesquisas, por meio de materiais impressos adaptados de acordo com a linguagem materna de participantes com esse perfil, até que esses adquiram compreensão da língua portuguesa e/ou os pesquisadores se apropriem do seu dialeto, pois há uma diferença na língua espanhola do povo venezuelano para o espanhol europeu, durante o processo da pesquisa, essa realidade foi relatada pelos próprios participantes da pesquisa.

Outra questão está na disposição para a aprendizagem, nos resultados dos questionários do perfil do aluno, teve-se as seguintes percepções: dentre esses 15 alunos, nove disseram que às vezes têm dificuldades de compreenderem os conteúdos da disciplina Química como descrito na seção 4.2.2; nove apontaram ter dificuldades de aprendizagem, leitura e interpretação de texto; e os 15 participantes declararam fazer reforço particular de todas as disciplinas; nove declararam que às vezes buscam informações sobre os conteúdos das disciplinas. Além disso, cinco participantes declaram trabalhar meio período. Eventos possíveis de influência nos resultados da pesquisa.

Por meio da pesquisa foi possível compreender quais são as reais dificuldades dos alunos em relação ao entendimento dos conteúdos da Química, como aponta Chassot (2014, p. 256), uma disciplina com princípios fundamentados em “conceitos do qual o acesso real é muito difícil”; impossibilitam o avanço da assimilação dos conceitos da linguagem microscópica e os modelos que

representam esses eventos mais particulares e específicos da Química.

Para tanto, se faz necessário que os presentes e futuros professores abordem com clareza, precisão e diferenciação as três linguagens da Química (macroscópica, microscópica e simbólica) nas apresentações de conceitos na série inicial do EM, bem como no Ensino Fundamental II, pois a percepção dessas linguagens, facilitam a aquisição de novos conceitos, de modo que possibilitam o aluno solucionar problemas que requerem esses repertórios de ideias das relações entre essas linguagens da Química; conforme o avanço dos conteúdos, tanto na 1ª série, bem como nas séries seguintes do EM.

Os princípios da Teoria de Ausubel (1980), possibilitaram compreender que no processo de ensino e aprendizagem, para inferir o avanço cognitivo (aprendizagem) do aluno se faz necessário ter conhecimento das teorias da aprendizagem e/ou Espistemologias do conhecimento. E os princípios da TAS que fundamentaram e orientaram todo o processo de ensino dessa pesquisa; da sequência didática integrando o *Software* educacional livre com animação interativa em 3D (App de Química), permitiu examinar o efeito desse recurso na aprendizagem dos alunos em relação aos conceitos científicos da linguagem Química contidos nos conteúdos de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos.

E sobre essas apropriações das teorias da aprendizagem e a integração dos recursos das TIC como método de ensino, há muitas pesquisas para serem feitas; sugere-se aos Programas do Mestrado de Ensino de Ciências, que estimulem e orientem futuras pesquisas de investigações na área de Química, a responderem ao efeito na aprendizagem do aluno, ao integrar os recursos da TIC para assimilação de conceitos a níveis macroscópico e microscópico da Química.

REFERÊNCIAS

ASSUNÇÃO, Jeneffer Araújo de. **A resolução de problemas como metodologia de ensino no conteúdo de função Afim fundamentada na teoria de aprendizagem significativa de Ausubel**. Boa Vista, 2015. 145 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências); Universidade Estadual de Roraima – UERR, RR 2016. Disponível em: <http://uerr.edu.br/ppgec/wp-content/uploads/2015/08/produto_-jeneffer.pdf>. Acesso em 19 abr. 2016.

ATKINS, P. W.; JONES, L. **Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.

AUSUBEL, David P., NOVAK, Joseph D., HANESIAN, Helen. **Psicologia educacional**. Tradução Eva Nick. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

AYRES, Claudia. **O Uso do Recurso Multimídia no Ensino de Química para Alunos do Ensino Médio sobre o Conteúdo de Ligações Químicas**. São Paulo, 2011. 309 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências); Universidade de São Paulo, SP, 2011. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81132/tde-06072011-094219/pt-br.php>>. Acesso em 07 dez. 2016.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70; 1977.

BRADY, J. E.; RUSSELL, J. W.; HOLUM, J. R. **Química: A matéria e suas transformações**. V. 1. 3ª Ed. Rio de Janeiro: LTC Editora, 2000.

BRASIL. **Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM)**. Brasília: MEC, 2012.

_____. Ministério da Educação, **Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep)**. Microdados do Censo Escolar da Educação Básica 2015. Inep, 2016. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/microdados>>. Acesso em 20 ago. 2017.

_____. **PCN + Ensino Médio: Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília, 2002

_____. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. **Orientações curriculares para o ensino médio (OCEM)**, volume 2, 2006.

CARDOSO, A. M.; AZEVEDO, J. F.; MARTINS, R. X. **Histórico e tendências de aplicação das tecnologias no sistema educacional brasileiro**. Colabor@ - Revista Digital da CVA - Ricesu, Porto Alegre-RG. ISSN 1519-8529 v 8, n 30, dez. de 2013. Disponível em: <pead.ucpel.tche.br/revistas/index.php/colabora/article/view/252/179>. Acesso em 10 abr. 2017.

CHASSOT, Attico. **Alfabetização científica: questões e desafios para educação**. 6. ed. – Ijuí: Ed. Unijuí, 2014.

_____. **Das disciplina à indisciplina**. 1. ed. Curitiba: Appris, 2016. 239 p.

DEMO, Pedro. **Formação permanente e tecnologias educacionais**. 2 ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2011.

FREITAS, Thalma de; RENNÓ, Iara. Chuva. In: AMARANTOS, Gaby. **Treme**. Rio de Janeiro: Som Livre, 2012. Faixa 12. CD.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2008.

HAIDT, Regina C. C. **Avaliação do Processo Ensino-Aprendizagem**. São Paulo: Ática, 1994, p.124-148.

LARA; A. E. **O uso de apresentações em slides e o uso de um ambiente virtual de aprendizagem na perspectiva de promoção de aprendizagem significativa de conteúdos de colisões em nível de ensino médio**. Brasília, 2007. 181 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências), Universidade de Brasília, DF, 2007. Disponível em: <http://www.ppgec.unb.br/images/sampled_data/dissertacoes/2007/versaocompleta/anna_elisa.pdf>. Acesso em 11 agos. 2016.

LEFRANÇOIS, Guy R. **Teorias da aprendizagem**. 5ª ed. Tradução Vera Magyar. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

LISBOA, Julio Cezar Fochini. **Ser Protagonista Manual do Professor**. 1 ed. São Paulo: Edições SM, 2010.

MATHIAS, Gisele Nanini; BISPO, Marcia Léa Pagani; AMARAL, Carmem Lúcia Costa. Uso de Tecnologias de Informação e Comunicação no estudo de Química no Ensino Médio. In: **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 7.; 2009, Florianópolis-SC. Atas... Florianópolis: ABRAPEC 2009. Disponível em: <<http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viienepec/pdfs/1177.pdf>>. Acesso em 08 set. 2016.

MENDOZA, Hector J. Garcia. **Estudio del efecto del sistema de acciones em el proceso del aprendizaje de los alunos em la atividade de situaciones problema em matemática em la asignatura de álgebra lineal, em el contexto de la Faculdade Actual de la Amazônia**. Tese (Doutorado em Psicopedagogia) – Universidade de Jaén (UJAEN), Espanha, 2009.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa subversiva**. Série-Estudos - Periódico do Mestrado em Educação da UCDB. Campo Grande-MS. ISSN 1414-5138 n. 21, p.15-32, jan./jun. 2006. Disponível em:<<http://site.ucdb.br/public/downloads/9025-edicao-21-jan-jun-2006.pdf>> Acesso em 10 abr. 2017.

_____ **Alguns aspectos das perspectivas quantitativa e qualitativa à pesquisa educacional e suas implicações para a pesquisa em ensino de ciências**. São Paulo, 1988. Trabalho apresentado na Reunião Anual de Verão da Associação Americana de Professores de Física, Ithaca, 1988. e no 2º EPEF, São Paulo, 1988.

MOREIRA, M. A. MASINI, E. A. F. S. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. 1ª Ed. São Paulo, 1982.

PRETTO, N.de L.; ASSIS, A. Cultura digital e educação: redes já!. In: **Além das redes de colaboração: internet, diversidade, cultural e tecnologias do poder**. Salvador, BA: EDUFBA, 2008. p. 75-83.

RAUPP, D. T. **Um estudo de caso sobre a compreensão de conceitos químicos mediante visualização de representações computacionais 3D utilizando o referencial de Campos Conceituais**. Canoas, 2010. 108 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática); Luterana do Brasil - ULBRA, RGS 2010. Disponível em: <www.ppgecim.ulbra.br/teses/index.php/ppgecim/article/download/127/121> Acesso em 19 nov. 2016.

RODRIGUES, G. L. **Animação interativa e construção dos conceitos da Física- Trilhando novas veredas pedagógicas**. João Pessoa, 2005. 112 f. Dissertação (Mestrado em Educação); Universidade Federal da Paraíba – UFPB, PB 2005. Disponível em <www.fisica.ufpb.br/~romero/objetosaprendizagem/Rived/Artigos/DissertacaoGil.pdf> Acesso em 19 de abr. 2017.

RORAIMA. **Diário da Assembleia Legislativa do Estado de Roraima**. Ed. Nº 2505, Boa Vista, 19 de abr. 2017.

RUSSEL, J. B. **Química Geral**, Vol. 1. 2ª edição, São Paulo; Makron Books, 1994.

SANTOS, Elane de Sousa. **Ensino e aprendizagem significativa do conceito de química orgânica na Educação de Jovens e Adultos por meio de recurso multimídia e mapas conceituais**. Boa Vista, 2014. 151 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) Universidade Estadual de Roraima – UERR, RR 2014. Disponível em: <http://uerr.edu.br/ppgec/wp-content/uploads/2015/08/disset_Elane.pdf> Acesso em: 19 de abr. de 2017.

TAS, M. Depoimento para um bom uso das novas ferramentas, observem as crianças. In: **Além das redes de colaboração: internet, diversidade, cultural e tecnologias do poder**. Salvador, BA: EDUFBA, 2008. p. 201-209.

VALENTE, J. A. **As tecnologias e a verdadeira inovação na educação**. In: ALMEIDA. M.E.B.; DIAS. Paulo; SILVA. D. B (orgs.) **Cenários de inovação para educação na sociedade digital**. São Paulo: Ed. Loyola, 2013.

VALENTIN, C. B.; SOARES, E. M. do S. Fluxos de interação: uma experiência com ambiente de aprendizagem na Web. In: **Aprendizagem em ambientes virtuais [recurso eletrônico]: compartilhando ideias e construindo cenários**. Caxias do Sul, RS: Educs, 2010. p. 15-19.

ZABALA, A. **Prática Educativa: como ensinar**. Porto Alegre: ARTMED, 1998.

APÊNDICE A: QUESTIONÁRIO DO ALUNO, PARA REGISTRO DAS ATIVIDADES ACADÊMICAS E NÃO ACADÊMICAS, BEM COMO OUTRAS DIMENSÕES DE COMPORTAMENTO.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE RORAIMA - UERR
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO - PROPES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS – PPGECC MESTRADO
PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIA

Pesquisadora: Luciana da Silva Bekman, professora efetiva da Secretaria de Estado da Educação e Desporto de Roraima.

Pesquisadora (Orientadora): DSc. Régia Chacon Pessoa de Lima, professora efetiva da UERR.

Questionário: Aluno participante da pesquisa

PERFIL DO ALUNO

Aluno participante nº _____

Caro (a) aluno (a), tenha conhecimento que, ao responder o questionário todos os dados serão preservados e mantidos em sigilo, bem como não haverá nenhum prejuízo físico, moral e financeiro. Esses dados serviram apenas para o apoio das análises dessa pesquisa, em caso de necessidade serão mantidos em anonimato. Agradeço sua colaboração.

Aluno(a):.....Série:.....Turma:.....

Data de Nascimento.....Idade:.....Naturalidade.....

Profissão do Pai:.....

Profissão da Mãe:.....

Profissão dos responsáveis:.....

Mora com:

() Pai e mãe () Pai () Mãe () Pai e madrasta () Mãe e padastro

() mora sozinho (a)

() outro responsável, qual?.....

Bairro:

Além de estudar, faço atividades como:

() Trabalho meio período, com remuneração. Como:.....

() Pratico atividade física. Como:.....

() Estudo língua estrangeiras. Como:.....

() Faço curso técnico. Como:.....

() Faço cursinho preparatório. Como:.....

Você tem dificuldades de estudar e compreender a disciplina Química?

() Sim () Não () Às vezes

Descreva as suas dificuldades em Química, caso sua afirmativa seja “sim” ou às vezes.

.....
.....
.....

Assinale **S** (sim) **N** (não) **AV** (às vezes)

() Tem dificuldades de aprendizagem, leitura e interpretação de texto.

() Faz todas as atividades de sala de aula quando solicitado (a).

() Traz os materiais solicitados (livro didático, apostila e outros materias).

() Tem o caderno organizado com as anotações de cada disciplina.

() Entrega os comunicados da escolar ao responsáveis.

() Tem ajuda nas atividades escolares em casa.

() Meus pais acompanham minhas atividades escolares.

() Fora da escola procura estudar sozinho (a) as disciplinas para melhorar a compreensão dos conteúdos.

() Faz reforço particular de todas as disciplinas.

() Faz cursinho preparatório.

() Costuma estudar com certa antecedência das provas.

() Estuda somente as vésperas das provas.

() Tem hábito de leituras de diferentes texto literário.

Qual o gênero dos livros que costuma

ler?.....

Você tem hábito de buscar informações sobre o conteúdo das disciplinas depois que o professor

aborda na sala de aula?

Sim não às vezes

Quais as fontes de informações você utiliza para compreender os conteúdos das disciplinas?

Livro didático internet, fonte confiável revistas com assuntos da área

documentários filmes programa de TV internet, em qualquer fonte

Descreva as disciplinas que você domina e aquelas que não dominam?

APÊNDICE B: QUESTIONÁRIO PRÉ-TESTE.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE RORAIMA - UERR
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO - PROPES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS – PPGE
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIA

Pesquisadora: Luciana da Silva Bekman, professora efetiva da Secretaria de Estado da Educação e Desporto de Roraima.

Pesquisadora (Orientadora): DSc. Régia Chacon Pessoa de Lima, professora efetiva da UERR.

Questionário Pré-teste: Aluno participante da pesquisa

Aluno participante nº _____

Conteúdo: **Estado Físico da água**

Material: pedras de gelo, água em temperatura ambiente e 2 copos.

Avaliar se esses alunos por meio desse experimento sabem que o gelo, a água líquida e vapor de água são a mesma substância em três estados físicos diferentes. Diante das seguintes questões norteadoras como apontado por Lisboa, 2010:

No caderno, o aluno anotará as etapas do experimento respondendo as seguintes questões conforme os procedimentos:

Coloque em um dos copos a água à temperatura ambiente. Observe durante algum tempo.

Pegue o outro copo e verifique se ele está seco. Sem molhar a parte externa do copo, coloque dentro dele algumas pedras de gelo. Aguarde por alguns minutos e observe.

- a) Ocorreu alguma alteração na parte externa do copo com água à temperatura ambiente? Descreva de acordo com sua compreensão.
- b) O que apareceu na parede externa do copo no qual no qual foi colocado às pedras de gelo? Descreva suas observações conforme sua compreensão.
- c) Explique segundo sua compreensão o fenômeno ocorrido, descrevendo os conceitos de acordo com o seu conhecimento, ou seja, com suas palavras.
- d) Na sua observação qual é o fator que interfere nas mudanças de estado físico da substância água? Cite conforme sua compreensão.

APÊNDICE C: PÓS-TESTE, EXAMINAR A AMPLIAÇÃO DA APRENDIZAGEM DO ALUNO EM RELAÇÃO AO CONTEÚDO MATÉRIA, ENERGIA E MUDANÇAS DE ESTADOS FÍSICOS SOB A ÓTICA QUÍMICA.

Proposta, de acordo com o nível dos alunos avaliados nas atividades formativas, buscar reformular o Apêndice B, para então aplicar e comparar com o diagnóstico inicial (pré-teste).

Proposta: Interpretar a letra da música “Chuva”, de acordo com a linguagem Química, fazer o processo inverso, transcrever os possíveis trechos da música saindo da linguagem popular para uma abordagem de conceitos científicos químicos contemplados durante a sequência didática.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE RORAIMA - UERR
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO - PROPES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS – PPGE MESTRADO
PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIA

Pesquisadora: Luciana da Silva Bekman, professora efetiva da Secretaria de Estado da Educação e Desporto de Roraima.

Pesquisadora (Orientadora): DSc. Régia Chacon Pessoa de Lima, professora efetiva da UERR.

Pós-teste do Aluno participante da pesquisa

Aluno participante nº _____

Chuva

Interprete: Gaby Amarantos

Letra: Thalma de Freitas e Iara Rennó

Ar quente vai subir
Ar frio vai descer
Vapor que vem do mar
Geleiras vão derreter.

Chuva molha, molha, cai
Chuva chove, chove, sai
Chuva molha, molha, vem
Chuva, chuva.

O vento vai soprar
Tudo pode acontecer
As nuvens vão se condensar
E, depois, vão dissolver.

O ciclo d'agua é uma dança eterna!

Chuva molha, molha, cai
Chuva chove, chove, sai
Chuva molha, molha, vem
Chuva, chuva.

Porque quando o sol aquece a Terra
Muita água se libera
E a gravidade da atmosfera
Faz pressão que nem panela.

Chuva molha, molha, cai
Chuva chove, chove, sai
Chuva molha, molha, vem
Chuva, chuva.

Quando faz chover bem muito
Você vem para o meu mundo
E eu te conto como acontece a chuva
E eu te conto como acontece a chuva.

Chuva molha, molha, cai
Chuva chove, chove, sai
Chuva molha, molha, vem
Chuva, chuva.

APÊNDICE E: ATIVIDADE FORMATIVA – AULA EXPOSITIVA



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE RORAIMA

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS

Pesquisadora: Luciana da Silva Bekman, professora efetiva da Secretaria de Estado da Educação e Desporto de Roraima.

Pesquisadora (Orientadora): DSc. Régia Chacon Pessoa de Lima, professora efetiva da UERR.

Aluno participante nº _____

Conteúdo: **Estado Físico da Água**

Relembrando do assunto estudado.

1) Vapor d'água passa para o estado líquido por:

a) Diminuição da temperatura. b) aumento da temperatura. c) em temperatura ambiente.

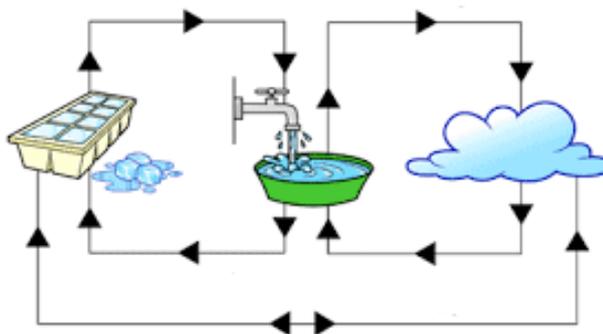
2) Associe a 1ª coluna de acordo com a 2ª coluna, referente a mudança de estado físico da água presente nas situações abaixo.

- | | |
|---|-------------------------------|
| () A roupa secando no varal. | (1) Vaporização - evaporação. |
| () Água do café no fogo do fogão. | (2) Condensação. |
| () O copo com água no congelador da geladeira. | (3) Solidificação. |
| () O "derretimento" do picolé ou sorvete. | (4) Fusão. |
| () A poça de água que seca depois da chuva. | (5) Vaporização - ebulição. |
| () A formação das nuvens de chuva. | |
| () A formação de gotas de água na tampa da panela. | |

3) Nas situações acima sobre a mudança do estado físico da água, que fator interfere nessas mudanças?

a) Somente a Temperatura. b) Somente o calor. c) A temperatura e calor.

4) Analise o esquema dado e indique as mudanças de estados físicos da água utilizando as seguintes linguagem da química: **Fusão, solidificação, condensação, vaporização e sublimação.**



Fonte: www.google.com.br

Agradeço sua colaboração!

APÊNDICE F: ATIVIDADE FORMATIVA – USO DO SOFTWARE



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE RORAIMA

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS

Pesquisadora: Luciana da Silva Bekman, professora efetiva da Secretaria de Estado da Educação e Desporto de Roraima.

Pesquisadora (Orientadora): DSc. Régia Chacon Pessoa de Lima, professora efetiva da UERR.

Atividade Formativa para orientações das observações e manuseio do Software Educacional Livre.

Aluno participante nº _____

Trabalhando a compreensão e interpretação da animação disposta no aplicativo.

Com bases nas questões da obra de Pereira (2002), utilizando o simulador do Software Educacional Livre exponha sua compreensão em relação aos seguintes questionamentos:

a) O que ocorre com as substâncias, em relação às suas moléculas, quando são aquecidas ou sofrem resfriamentos?

.....
.....
.....
.....

b) O ponto de Fusão da água corresponde a 0°C. O que isso significa?

.....
.....
.....
.....

Casos para analisar, interpretar e descrever a compreensão

Situação 1: Felipe verificou que sua mãe sempre abaixa o fogo do fogão quando a água em uma panela inicia a fervura. Ele indagou:

- Por que você faz isso, mãe?

Ela respondeu:

-Estou aplicando um conhecimento que aprendi na escola, sobre mudança de estado físico.

Que conhecimento a mãe de Felipe se refere?

.....
.....
.....

Situação 2 : É comum ouvir em nosso dia a dia:

-Vou usar o termômetro para medir o calor de seu corpo. Você parece febril.

Explique por que cientificamente esta frase não está correta.

Obrigada pela colaboração!

APÊNDICE G: ATIVIDADE FORMATIVA DE CORREÇÃO DO PROCESSO DE APRENDIZAGEM



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE RORAIMA

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
 PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS

Pesquisadora: Luciana da Silva Bekman, professora efetiva da Secretaria de Estado da Educação e Desporto de Roraima.

Pesquisadora (Orientadora): DSc. Régia Chacon Pessoa de Lima, professora efetiva da UERR.

Atividade Formativa para orientações das observações e manipulação do Software Educacional Livre 3D.

Aluno participante nº _____

1) Complete o quadro de acordo com suas observações ao utilizar o Software educacional livre com animação interativa em 3D denominado de *Átomos, elementos e moléculas*, desenvolvido pela *Evo Digital Media Consultoria e Tecnologia Ltda*. Essa atividade é uma adaptação da obra de *Pereira et al (2002)*, que traz uma abordagem conceitual dos aspectos físicos e dinâmico dos estados físicos da matéria.

<i>Estado</i>	<i>Forma</i>	<i>Volume</i>	<i>Movimento das moléculas</i>	<i>Disposição das moléculas</i>	<i>Força de atração ou Força de repulsão</i>	<i>Energia Cinética</i>	<i>Modelo de Arrumação das moléculas</i>
<i>Sólido</i>							
<i>Líquido</i>							
<i>Gasoso</i>							

Agradeço sua colaboração

ANEXO A: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) EM PESQUISAS COM SERES HUMANOS/PROFESSORA DE QUÍMICA

Aluno participante nº _____

Responsável pelo menor

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) em Pesquisas com Seres Humanos

Instituição: Universidade Estadual de Roraima / Curso: Mestrado Profissional em Ensino de Ciências

Título: O Software educacional livre com animação interativa em 3D e sua integração como instrumento potencializador de aprendizagem no estudo da Matéria e Energia sob a ótica Química fundamentada na Teoria ausubeliana.

Pesquisadora: Luciana da Silva Bekman, professora efetiva da Secretaria de Estado da Educação e Desporto de Roraima.

Pesquisadora (Orientadora): DSc. Régia Chacon Pessoa de Lima, professora efetiva da UERR.

Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências-UERR

Este é um convite para você, ou alguém pelo qual você seja o responsável legalmente, participe da pesquisa de ensino e aprendizagem conforme o título mencionado. Este documento, chamado termo de consentimento livre e esclarecido, explica esta pesquisa em detalhes, porém pode conter palavras que você não compreenda. Por favor, peça a pesquisadora ou a outra pessoa da escola para lhe explicar o que significa qualquer palavra ou informação que você não entenda. Antes de assinar, você pode levar para casa uma cópia deste documento para pensar a respeito ou conversar com sua família e/ou amigos antes de tomar sua decisão.

Este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido tem o propósito de convidá-lo a participar do projeto de pesquisa acima mencionado. O objetivo desta pesquisa científica é analisar no ensino de Ciências a aprendizagem conceitual científico da linguagem Química presentes no conteúdo de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos, adquirido pelos os alunos da primeira série do Ensino Médio da Escola Estadual Gonçalves Dias do município de Boa Vista-RR, após a aplicação de uma sequência didática integrando um Software educacional livre com animação interativa em 3D à luz da Teoria ausubeliana*.

Esta pesquisa justifica-se pelo interesse em examinar a aprendizagem significativa do aluno em relação a esses conceitos da linguagem Química pela relevância de esses continuarem ampliando seus conhecimentos nessa e nas séries seguintes do Ensino Médio, compreendendo a importância do significado da ciência e da tecnologia na vida humana e social, construindo uma cidadania mais crítica para agir diante as inúmeras questões políticas, ambientais, sociais e cotidianas.

Pois além de fazer parte de uma dissertação de mestrado, irá contribuir para que outros alunos adquiram facilidade no aprendizado da linguagem Química, estimulando os

*Teoria que busca compreender especificamente o processo de aquisição da “aprendizagem duradora, que envolve estruturas organizadas assimiladoras de conhecimento (AUSUBEL, 1980, p. 9)”, as quais possibilitem orientar as atividades de sala de aula tendo como objetivo o aprendizado do aluno.

presentes e futuros docentes em inovar as aulas de Química utilizando essa sequência didática.

Para tanto, faz-se necessária a participação do menor sob sua responsabilidade, onde este (aluno) irá responder a um questionário referente as atividades acadêmicas e não acadêmicas, uma atividade experimental onde farão observações na sala de aula e preencherão um segundo questionário (pré-teste). Logo após esta primeira etapa será utilizada um Software educacional livre com animação interativa em 3D (gratuito), em que poderá ter acesso por meio de: dispositivo móvel de uso pessoal (celular, tablet e notebook); compartilhado em grupo (celular, tablet, notebook); disponível nos computadores do laboratório de informática ou disponibilizado pela pesquisadora por meio de dispositivos pessoais, de modo que todos os alunos participante serão incluídos nessa atividade. Após a sequência didática, o aluno participante responderá atividades formativas (sendo atividades com questões objetivas e dissertativas) e por fim o instrumento de pós-teste (interpretação e descrição da música “Chuva” interprete Gabi Amarantos e letra de Iara Rennó / Thalma de Freitas), onde esses transcreverão parte de alguns trechos da música para a linguagem Química. Sendo que a aplicação da sequência didática será realizada durante 10 (dez) aulas previstas do 4º bimestre do ano letivo 2017 com início no dia 16 de outubro e término 22 de dezembro.

Quaisquer registros feitos durante a pesquisa não serão divulgados, mas o relatório final, contendo citações anônimas, estará disponível quando estiver concluído o estudo, inclusive para apresentação em encontros científicos e publicação em revistas especializadas. atendendo desta forma a Resolução 466/2012 do CNS-MS.

Dos riscos e benefícios da Participação na Pesquisa

Embora seja um estudo do processo de ensino e aprendizagem a respectiva pesquisa pode apresentar riscos como descrito abaixo:

a) o aluno participante pode apresentar desconforto, fadiga ou impaciência na leitura dos instrumentos de pré-teste, atividades formativas e pós-teste, nesse caso para minimizar estes riscos o aluno terá o auxílio da pesquisadora que lerá os instrumentos aplicados e utilizará o tempo adequado na aplicação desses recursos.

b) ao interagir com o Software educacional livre com animação 3D disponível em qualquer dispositivo móvel já mencionado no segundo parágrafo desse termo, o aluno participante poderá ter incômodo provocado pelo uso das telas eletrônicas, gerado por fatores como o mau posicionamento da tela, o uso prolongado ou a iluminação inadequada do ambiente, e para minimizar esse risco a pesquisadora evitará o uso desses equipamentos eletrônicos quando ao alunos apresentarem cansaço; ajustará a iluminação evitando sombras e reflexos diminuindo as interferências aos olhos dos participante promovendo conforto para esse tipo de leitura; indicará aos alunos a distância do campo de visão do aparelho (tela do computador a distância é de 50 a 60 cm) e nos outros dispositivos móveis (30 a 40 cm); solicitará que estes pisquem com uma certa frequências para manter a lubrificação dos olhos; e utilizará pausas de 5 minutos para relaxar e evitar o cansaço da visão, essas ações promovem a saúde dos olhos.

c) desconfortos ou tensões nos membros superiores pode aparecer no aluno participante devido ao uso dos equipamentos eletrônicos, para minimizar esse risco a

pesquisadora recomendará o tempo de uso adequado (a cada 30 minutos o aluno terá que relaxar os membros superiores) orientando-os para manter uma postura correta durante o uso do aplicativo, ou seja, sentarem de forma adequada nas cadeiras ao manipular o equipamento eletrônico.

d) cautela nas observações de um experimento, embora a água utilizada em temperatura ambiente ou na forma gelo não seja uma substância tóxica e o experimento ocorrerá na sala de aula, o aluno participante será orientado pela pesquisadora para manipular tal experimento de acordo com as regras de prática do laboratório, serão informados que não poderão ingerir a água ou ter contato direto com os materiais dispostos no experimento, para tanto, no momento dessa prática será fornecido a cada participante as luvas descartáveis para executarem os procedimentos como descritos no roteiro do experimento.

Não haverá benefícios de natureza financeira, porém pode haver benefícios em relação ao conhecimento científico do participante deste estudo o que lhe permitirá compreender os termos utilizados na linguagem (macroscópica, microscópica e simbólica) da Química. Facilitando o avanço nos estudos dos conteúdos dessa e das séries seguintes do Ensino Médio e desenvolver uma leitura do mundo de forma mais atuante e participativa, compreendendo a importância do significado dessa ciência na vida humana e social. E assim, construir uma cidadania mais crítica para agir diante das inúmeras questões políticas, ambientais, sociais e cotidianas.

Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Estadual de Roraima, sob parecer nº2.323.103 e CAAE: 77147517.9.0000.5621, sendo assim, a Escola Estadual Gonçalves Dias em Boa Vista – RR tem conhecimento e incentiva a realização da pesquisa.

Mediante qualquer desconforto em relação aos questionamentos desenvolvidos no momento da pesquisa, a pesquisadora irá prestar atendimento às solicitações e/ou pedidos do/s participantes. A pesquisadora assegura aos participantes desta pesquisa a preservação da imagem bem como acesso aos procedimentos, produtos ou agentes da pesquisa.

Este TERMO, em duas vias (uma via com a pesquisadora e a outra com o participante), é para certificar que eu, _____, na qualidade do responsável pelo menor participante, aceito a participação deste como voluntário no projeto científico acima mencionado.

Estou ciente de que a participação na pesquisa poderá trazer riscos associados desconforto, fadiga ou impaciência na leitura dos instrumentos de pré-teste, atividades formativas e pós-teste, nesse caso para minimizar estes riscos do aluno participante sob minha responsabilidade terá o auxílio da pesquisadora que lerá os instrumentos aplicados e utilizará o tempo adequado na aplicação desses recursos.

Estou ciente de que a participação na pesquisa poderá causar incômodo provocado pelo uso das telas eletrônicas, gerado por fatores como o mau posicionamento da tela, o uso

prolongado ou a iluminação inadequada do ambiente, e para minimizar esse risco a pesquisadora evitará o uso desses equipamentos eletrônicos quando o aluno participante sob minha responsabilidade apresentar cansaço; ajustará a iluminação evitando sombras e reflexos diminuindo as interferências aos olhos dos participantes promovendo conforto para esse tipo de leitura; indicará ao aluno participante a distância do campo de visão do aparelho (tela do computador a distância é de 50 a 60 cm) e nos outros dispositivos móveis (30 a 40 cm); solicitará que este pisque com certa frequência para manter a lubrificação dos olhos; e utilizará pausas de 5 minutos para relaxar e evitar o cansaço da visão, essas ações manterá a saúde dos olhos.

Estou ciente de que nas observações de um experimento, o aluno participante sob minha responsabilidade terá que ter cautela, embora a água utilizada em temperatura ambiente ou na forma gelo não seja uma substância tóxica e o experimento ocorrerá na sala de aula e o aluno participante será orientado pela pesquisadora para manipular tal experimento de acordo com as regras de prática do laboratório, sendo informado que não poderão ingerir a água ou ter contato direto com os materiais dispostos no experimento e no momento dessa prática será fornecido ao aluno participante luvas descartáveis para executarem os procedimentos como descritos no roteiro do experimento.

Estou ciente de que o aluno participante sob minha responsabilidade será incluído em todas as etapas da sequência didática.

Estou ciente de que o aluno participante sob minha responsabilidade terá direito a manutenção do sigilo e da privacidade, bem como acompanhamento e assistência pedagógica, também após a coleta de dados pelo questionário.

Estou ciente de que sou livre para recusar e retirar meu consentimento, encerrando a participação do o aluno participante sob minha responsabilidade a qualquer tempo, sem penalidades.

Para participar deste estudo, o aluno participante sob minha responsabilidade, não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, diante de eventuais danos, identificados e comprovados, decorrentes da pesquisa, ele (a) tem assegurado o direito à indenização. O(A) aluno participante tem garantida plena liberdade de recusar-se a participar ou o(a) Sr.(a) de retirar seu consentimento e interromper a participação do voluntário sob sua responsabilidade, em qualquer fase da pesquisa, sem necessidade de comunicado prévio. A participação dele(a) é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido(a) pela pesquisadora. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição e do participante quando finalizada. O(A) aluno (a) participante não será identificado(a) em nenhuma publicação que possa resultar. O nome ou o material que indique a participação do voluntário não serão liberados sem a minha permissão. Por fim, sei que terei a oportunidade para perguntar sobre qualquer questão que eu desejar, e que todas deverão ser respondidas a meu contento.

Assinatura do responsável pelo o aluno Participante: _____

RG: _____

Data: ____ / ____ / ____

Eu Luciana da Silva Bekman (pesquisadora responsável) declaro que serão cumpridas as exigências contidas nos itens IV. 3 da Res. CNS nº 466/12.

Para esclarecer eventuais dúvidas ou denúncias ligue para:

Pesquisadora: Luciana da Silva Bekman Telefone: (95) 99133-1050

Pesquisadora (Orientadora): Prof.^a DSc. Régia Chacon Pessoa de Lima Tel: (95) 2121-0943.

Comitê de Ética em Pesquisa com seres Humanos-CEP/UERR: Rua Sete de Setembro, nº 231 - Bairro Canarinho (sala 201). Tels: (95) 2121-0953.

ANEXO B: TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO EM PESQUISAS COM SERES HUMANOS/PROFESSORA DE QUÍMICA

Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE)

Aluno Maior de 18 anos

Instituição: Universidade Estadual de Roraima -UERR / Curso: Mestrado Profissional em Ensino de Ciências

Título: O Software educacional livre com animação interativa em 3D e sua integração (utilização) como instrumento potencializador (facilitador) de aprendizagem no estudo da Matéria e Energia sob a ótica Química fundamentada na Teoria ausubeliana.

Pesquisador: Luciana da Silva Bekman, professora efetiva da Secretaria de Estado da Educação e Desporto de Roraima.

Pesquisadora (Orientadora): DSc. Régia Chacon Pessoa de Lima, professora efetiva da UERR e do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências-UERR

Este é um convite para você, participar da pesquisa de ensino e aprendizagem conforme o título mencionado. Este documento, chamado termo de Assentimento Livre e Esclarecido, explica esta pesquisa em detalhes, porém pode conter palavras que você não compreenda. Por favor, peça a pesquisadora ou a outra pessoa da escola para lhe explicar o que significa qualquer palavra ou informação que você não entenda. Antes de assinar, você pode levar para casa uma cópia deste documento para pensar a respeito ou conversar com sua família e/ou amigos antes de tomar sua decisão.

Este Termo de Assentimento Livre e Esclarecido tem o propósito de convidá-lo a participar do projeto de pesquisa acima mencionado. O objetivo desta pesquisa científica é estudar a aprendizagem conceitual científico da linguagem Química presentes no conteúdo de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos, adquirido pelos os alunos da primeira série do Ensino Médio da Escola Estadual Gonçalves Dias do município de Boa Vista-RR, após a aplicação de uma sequência didática integrando (utilizando) um Software educacional livre com animação interativa em 3D à luz da Teoria ausubeliana*.

Esta pesquisa justifica-se pelo interesse em examinar a aprendizagem significativa do aluno em relação a esses conceitos da linguagem Química pela relevância de esses continuarem ampliando seus conhecimentos nessa e nas séries seguintes do Ensino Médio, compreendendo a importância do significado da ciência e da tecnologia na vida humana e social, construindo uma cidadania mais crítica para agir diante as inúmeras questões políticas, ambientais, sociais e cotidianas.

Pois além de fazer parte de uma dissertação de mestrado, irá contribuir para que outros alunos adquiram facilidade no aprendizado da linguagem Química, estimulando os presentes e futuros docentes em inovar as aulas de Química utilizando essa sequência didática.

Para tanto, faz-se necessária a sua participação, onde você irá responder a um questionário referente as atividades acadêmicas e não acadêmicas, uma atividade experimental onde fará

*Teoria que busca compreender especificamente o processo de aquisição da “aprendizagem duradora, que envolve estruturas organizadas assimiladoras de conhecimento (AUSUBEL, 1980, p. 9)”, as quais possibilitem orientar as atividades de sala de aula tendo como objetivo o aprendizado do aluno.

observações na sala de aula e preencherá um segundo questionário (pré-teste). Logo após esta primeira etapa será utilizada um Software educacional livre com animação interativa em 3D (gratuito), em que você poderá ter acesso por meio de: dispositivo móvel de uso pessoal (celular, tablet e notebook); compartilhado em grupo (celular, tablet, notebook); disponível nos computadores do laboratório de informática ou disponibilizado pela pesquisadora por meio de dispositivos pessoais, de modo que você e todos os alunos participante serão incluídos nessa atividade. Após a sequência didática, você responderá atividades formativas (sendo atividades com questões objetivas e dissertativas) e por fim o instrumento de pós-teste (interpretação e descrição da música “Chuva” interprete Gabi Amarantos e letra de Iara Rennó / Thalma de Freitas), onde transcreverá parte de alguns trechos da música para a linguagem Química. Sendo que a aplicação da sequência didática será realizada durante 10 (dez) aulas previstas do 4º bimestre do ano letivo 2017 com início no dia 16 de outubro e término 22 de dezembro.

Quaisquer registros feitos durante a pesquisa não serão divulgados, mas o relatório final, contendo citações anônimas, estará disponível quando estiver concluído o estudo, inclusive para apresentação em encontros científicos e publicação em revistas especializadas, atendendo desta forma a Resolução 466/2012 do CNS-MS.

Dos riscos e benefícios da Participação na Pesquisa

Embora seja um estudo do processo de ensino e aprendizagem a respectiva pesquisa pode apresentar riscos como descrito abaixo:

a) o aluno participante pode apresentar desconforto, fadiga ou impaciência na leitura dos instrumentos de pré-teste, atividades formativas e pós-teste, nesse caso para minimizar estes riscos o aluno terá o auxílio da pesquisadora que lerá os instrumentos aplicados e utilizará o tempo adequado na aplicação desses recursos.

b) ao interagir com o Software educacional livre com animação 3D disponível em qualquer dispositivo móvel já mencionado nesse termo, o aluno participante poderá ter incômodo provocado pelo uso das telas eletrônicas, gerado por fatores como o mau posicionamento da tela, o uso prolongado ou a iluminação inadequada do ambiente, e para minimizar esse risco a pesquisadora evitará o uso desses equipamentos eletrônicos quando o aluno apresentar cansaço; ajustará a iluminação evitando sombras e reflexos diminuindo as interferências aos olhos do participante promovendo conforto para esse tipo de leitura; indicará ao aluno a distância do campo de visão do aparelho (tela do computador a distância é de 50 a 60 cm) e nos outros dispositivos móveis (30 a 40 cm); solicitará que este pisque com uma certa frequência para manter a lubrificação dos olhos; e utilizará pausas de 5 minutos para relaxar e evitar o cansaço da visão, essas ações promovem a saúde dos olhos.

c) desconfortos ou tensões nos membros superiores podem aparecer no aluno participante devido ao uso dos equipamentos eletrônicos, para minimizar esse risco a pesquisadora recomendará o tempo de uso adequado (a cada 30 minutos o aluno terá que relaxar os membros superiores) orientando o aluno manter uma postura correta durante o uso do aplicativo, ou seja, sentarem de forma adequada nas cadeiras ao manipular o equipamento eletrônico.

d) cautela nas observações de um experimento, embora a água utilizada em temperatura ambiente ou na forma gelo não seja uma substância tóxica e o experimento

ocorrerá na sala de aula, o aluno participante será orientado pela pesquisadora para manipular tal experimento de acordo com as regras de prática do laboratório, será informado que não poderá ingerir a água ou ter contato direto com os materiais dispostos no experimento, para tanto, no momento dessa prática será fornecido ao aluno participante às luvas descartáveis para que execute os procedimentos como descritos no roteiro do experimento.

Não haverá benefícios de natureza financeira, porém pode haver benefícios em relação ao conhecimento científico do aluno participante deste estudo o que lhe permitirá compreender os termos utilizados na linguagem (macroscópica, microscópica e simbólica) da Química. Facilitando o avanço nos estudos dos conteúdos dessa e das séries seguintes do Ensino Médio e desenvolver uma leitura do mundo de forma mais atuante e participativa, compreendendo a importância do significado dessa ciência na vida humana e social. E assim, construir uma cidadania mais crítica para agir diante das inúmeras questões políticas, ambientais, sociais e cotidianas.

Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Estadual de Roraima, sob parecer nº2.323.103 e CAAE: 77147517.9.0000.5621e a Gestora da Escola Estadual Gonçalves, tem conhecimento e incentiva a realização da pesquisa.

Discutimos esta pesquisa com seus pais ou responsáveis e eles sabem que também estamos pedindo seu acordo. Se você vai participar na pesquisa, seus pais ou responsáveis concordaram com isso.

Mediante qualquer desconforto em relação aos questionamentos desenvolvidos no momento da pesquisa, a pesquisadora irá prestar atendimento às solicitações e/ou pedidos do/s aluno participantes. A pesquisadora assegura aos alunos participantes desta pesquisa a preservação da imagem bem como acesso aos procedimentos, produtos ou agentes da pesquisa.

Ou seja, todos os alunos participantes da pesquisa terão acesso aos instrumentos utilizados na pesquisa, bem como ao resultado e ao produto final da pesquisa.

Este TERMO, em duas vias, é para certificar que eu, _____, na qualidade de participante voluntário, aceito participar do projeto científico acima mencionado.

Estou ciente de que a participação na pesquisa poderá trazer riscos associados desconforto, fadiga ou impaciência na leitura dos instrumentos de pré-teste, atividades formativas e pós-teste, nesse caso para minimizar estes riscos terei o auxílio da pesquisadora que lerá os instrumentos aplicados e utilizará o tempo adequado na aplicação desses recursos.

Estou ciente de que a participação na pesquisa poderá causar incômodo provocado pelo uso das telas eletrônicas, gerado por fatores como o mau posicionamento da tela, o uso prolongado ou a iluminação inadequada do ambiente, e para minimizar esse risco a pesquisadora evitará o uso desses equipamentos eletrônicos quando apresentar cansaço; ajustará a iluminação evitando sombras e reflexos diminuindo as interferências aos meus

olhos dos promovendo o meu conforto para esse tipo de leitura; indicará a distância do campo de visão do aparelho (tela do computador a distância é de 50 a 60 cm) e nos outros dispositivos móveis (30 a 40 cm); solicitará que eu pisque com certa frequência para manter a lubrificação dos meus olhos; e utilizará pausas de 5 minutos para que eu relaxe e evitando o cansaço da minha visão, essas ações manterá a saúde dos meus olhos.

Estou ciente de que nas observações de um experimento, terei que ter cautela, embora a água utilizada em temperatura ambiente ou na forma gelo não seja uma substância tóxica e o experimento ocorrerá na sala de aula receberei orientação da pesquisadora para manipular tal experimento de acordo com as regras de prática do laboratório, sendo informado que não poderei ingerir a água ou ter contato direto com os materiais dispostos no experimento e no momento dessa prática terei que utilizar luvas descartáveis para executar os procedimentos como descritos no roteiro do experimento.

Estou ciente de que serei incluído em todas as etapas da sequência didática dessa pesquisa.

Estou ciente de que terei direito a manutenção do sigilo e da privacidade, bem como acompanhamento e assistência pedagógica, também após a coleta de dados.

Estou ciente de que sou livre para recusar e retirar meu consentimento, encerrando a minha participação a qualquer tempo, sem penalidades.

Para participar deste estudo, não terei nenhum custo, nem receberei qualquer vantagem financeira. Apesar disso, diante de eventuais danos, identificados e comprovados, decorrentes da pesquisa, terei assegurado o direito à indenização. Tenho garantida plena liberdade de recusar-se a participar e retirar o meu consentimento e interromper a participação como voluntário, em qualquer fase da pesquisa, sem necessidade de comunicado prévio. A minha participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que serei atendido (a) pela pesquisadora. Os resultados da pesquisa estarão à minha disposição quando finalizada. Não serei identificado (a) em nenhuma publicação que possa resultar. O nome ou o material que indique a minha participação como voluntário não será liberados sem a minha permissão. Por fim, sei que terei a oportunidade para perguntar sobre qualquer questão que eu desejar, e que todas deverão ser respondidas a meu contento.

Assinatura da Criança/Adolescente: _____

RG: _____

Data: ____/____/____

Eu Luciana da Silva Bekman (pesquisadora responsável) declaro que serão cumpridas as exigências contidas nos itens IV. 3 da Res. CNS nº 466/12.

Para esclarecer eventuais dúvidas ou denúncias ligue para:

Pesquisadora: Luciana da Silva Bekman Telefone: (95) 99133-1050

Pesquisadora (Orientadora): Prof.^a DSc. Régia Chacon Pessoa de Lima Tel: (95) 2121-0943.

Comitê de Ética em Pesquisa com seres Humanos-CEP/UERR: Rua Sete de Setembro, nº 231 - Bairro Canarinho (sala 201). Tels: (95) 2121-0953.

Nome do Pesquisador responsável: Luciana da Silva Bekman

Endereço completo: Rua Almerindo dos Santos, 345- Buritis- CEP.: 69309-190

Telefone: (95) 99133-1050

CEP/UERR Rua Sete de Setembro, nº 231 - Bairro Canarinho (sala 201)

Tels.: (95) 2121-0953

ANEXO C: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) EM PESQUISAS COM SERES HUMANOS/PROFESSORA DE QUÍMICA

Aluno participante nº _____

ALUNO MAIOR DE 18 ANOS**Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) em Pesquisas com Seres Humanos****Instituição:** Universidade Estadual de Roraima / Curso: Mestrado Profissional em Ensino de Ciências**Título:** O Software educacional livre com animação interativa em 3D e sua integração como instrumento potencializador de aprendizagem no estudo da Matéria e Energia sob a ótica Química fundamentada na Teoria ausubeliana.**Pesquisadora:** Luciana da Silva Bekman, professora efetiva da Secretaria de Estado da Educação e Desporto de Roraima.**Pesquisadora (Orientadora):** DSc. Régia Chacon Pessoa de Lima, professora efetiva da UERR e do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências-UERR

Este é um convite para você participar da pesquisa de ensino e aprendizagem conforme o título mencionado. Este documento, chamado termo de consentimento livre e esclarecido, explica esta pesquisa em detalhes, porém pode conter palavras que você não compreenda. Por favor, peça a pesquisadora ou a outra pessoa da escola para lhe explicar o que significa qualquer palavra ou informação que você não entenda. Antes de assinar, você pode levar para casa uma cópia deste documento para pensar a respeito ou conversar com sua família e/ou amigos antes de tomar sua decisão.

Este Termo de Assentimento Livre e Esclarecido tem o propósito de convidá-lo a participar do projeto de pesquisa acima mencionado. O objetivo desta pesquisa científica é estudar a aprendizagem conceitual científico da linguagem Química presentes no conteúdo de Matéria, Energia e Mudanças de estados físicos, adquirido pelos os alunos da primeira série do Ensino Médio da Escola Estadual Gonçalves Dias do município de Boa Vista-RR, após a aplicação de uma sequência didática integrando (utilizando) um Software educacional livre com animação interativa em 3D à luz da Teoria ausubeliana*.

Esta pesquisa justifica-se pelo interesse em examinar a aprendizagem significativa do aluno em relação a esses conceitos da linguagem Química pela relevância de esses continuarem ampliando seus conhecimentos nessa e nas séries seguintes do Ensino Médio, compreendendo a importância do significado da ciência e da tecnologia na vida humana e social, construindo uma cidadania mais crítica para agir diante as inúmeras questões políticas, ambientais, sociais e cotidianas.

Pois além de fazer parte de uma dissertação de mestrado, irá contribuir para que outros alunos adquiram facilidade no aprendizado da linguagem Química, estimulando os presentes e futuros docentes em inovar as aulas de Química utilizando essa sequência didática.

Para tanto, faz-se necessária a sua participação, onde você irá responder a um questionário

*Teoria que busca compreender especificamente o processo de aquisição da “aprendizagem duradora, que envolve estruturas organizadas assimiladoras de conhecimento (AUSUBEL, 1980, p. 9)”, as quais possibilitem orientar as atividades de sala de aula tendo como objetivo o aprendizado do aluno.

referente as atividades acadêmicas e não acadêmicas, uma atividade experimental onde fará observações na sala de aula e preencherá um segundo questionário (pré-teste). Logo após esta primeira etapa será utilizada um Software educacional livre com animação interativa em 3D (gratuito), em que poderá ter acesso por meio de: dispositivo móvel de uso pessoal (celular, tablet e notebook); compartilhado em grupo (celular, tablet, notebook); disponível nos computadores do laboratório de informática ou disponibilizado pela pesquisadora por meio de dispositivos pessoais, de modo que todos os alunos participante serão incluídos nessa atividade. Após a sequência didática, responderá atividades formativas (sendo atividades com questões objetivas e dissertativas) e por fim o instrumento de pós-teste (interpretação e descrição da música “Chuva” interprete Gabi Amarantos e letra de Iara Rennó / Thalma de Freitas), onde transcreverá parte de alguns trechos da música para a linguagem Química. Sendo que a aplicação da sequência didática será realizada durante 10 (dez) aulas previstas do 4º bimestre do ano letivo 2017 com início no dia 16 de outubro e término 22 de dezembro.

Quaisquer registros feitos durante a pesquisa não serão divulgados, mas o relatório final, contendo citações anônimas, estará disponível quando estiver concluído o estudo, inclusive para apresentação em encontros científicos e publicação em revistas especializadas, atendendo desta forma a Resolução 466/2012 do CNS-MS.

Dos riscos e benefícios da Participação na Pesquisa

Embora seja um estudo do processo de ensino e aprendizagem a respectiva pesquisa pode apresentar riscos como descrito abaixo:

a) o aluno participante pode apresentar desconforto, fadiga ou impaciência na leitura dos instrumentos de pré-teste, atividades formativas e pós-teste, nesse caso para minimizar estes riscos o aluno terá o auxílio da pesquisadora que lerá os instrumentos aplicados e utilizará o tempo adequado na aplicação desses recursos.

b) ao interagir com o Software educacional livre com animação 3D disponível em qualquer dispositivo móvel já mencionado no segundo parágrafo desse termo, o aluno participante poderá ter incômodo provocado pelo uso das telas eletrônicas, gerado por fatores como o mau posicionamento da tela, o uso prolongado ou a iluminação inadequada do ambiente, e para minimizar esse risco a pesquisadora evitará o uso desses equipamentos eletrônicos quando os alunos apresentarem cansaço; ajustará a iluminação evitando sombras e reflexos diminuindo as interferências aos olhos dos participante promovendo conforto para esse tipo de leitura; indicará aos alunos a distância do campo de visão do aparelho (tela do computador a distância é de 50 a 60 cm) e nos outros dispositivos móveis (30 a 40 cm); solicitará que estes pisquem com uma certa frequências para manter a lubrificação dos olhos; e utilizará pausas de 5 minutos para relaxar e evitar o cansaço da visão, essas ações promovem a saúde dos olhos.

c) desconfortos ou tensões nos membros superiores podem aparecer no aluno participante devido ao uso dos equipamentos eletrônicos, para minimizar esse risco a pesquisadora recomendará o tempo de uso adequado (a cada 30 minutos o aluno terá que relaxar os membros superiores) orientando-os para manter uma postura correta durante o uso do aplicativo, ou seja, sentarem de forma adequada nas cadeiras ao manipular o equipamento eletrônico.

d) cautela nas observações de um experimento, embora a água utilizada em temperatura ambiente ou na forma gelo não seja uma substância tóxica e o experimento ocorrerá na sala de aula, o aluno participante será orientado pela pesquisadora para manipular tal experimento de acordo com as regras de prática do laboratório, serão informados que não poderão ingerir a água ou ter contato direto com os materiais dispostos no experimento, para tanto, no momento dessa prática será fornecido a cada participante as luvas descartáveis para executarem os procedimentos como descritos no roteiro do experimento.

Não haverá benefícios de natureza financeira, porém pode haver benefícios em relação ao conhecimento científico do participante deste estudo o que lhe permitirá compreender os termos utilizados na linguagem (macroscópica, microscópica e simbólica) da Química. Facilitando o avanço nos estudos dos conteúdos dessa e das séries seguintes do Ensino Médio e desenvolver uma leitura do mundo de forma mais atuante e participativa, compreendendo a importância do significado dessa ciência na vida humana e social. E assim, construir uma cidadania mais crítica para agir diante das inúmeras questões políticas, ambientais, sociais e cotidianas.

Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Estadual de Roraima, sob parecer nº 2.323.103 e CAAE: 77147517.9.0000.5621, e a Gestora da Escola Estadual Gonçalves, tem conhecimento e incentiva a realização da pesquisa.

Mediante qualquer desconforto em relação aos questionamentos desenvolvidos no momento da pesquisa, a pesquisadora irá prestar atendimento às solicitações e/ou pedidos do/s participantes. A pesquisadora assegura aos participantes desta pesquisa a preservação da imagem bem como acesso aos procedimentos, produtos ou agentes da pesquisa.

Ou seja, todos os alunos participantes da pesquisa terão acesso aos instrumentos utilizados na pesquisa, bem como ao resultado e ao produto final da pesquisa.

Este TERMO, em duas, é para certificar que eu, _____, na qualidade de aluno participante, aceito a participação deste como voluntário no projeto científico acima mencionado.

Estou ciente de que a participação na pesquisa poderá trazer riscos associados desconforto, fadiga ou impaciência na leitura dos instrumentos de pré-teste, atividades formativas e pós-teste, nesse caso para minimizar estes riscos como aluno participante terei auxílio da pesquisadora que lerá os instrumentos aplicados e utilizará o tempo adequado na aplicação desses recursos.

Estou ciente de que a participação na pesquisa poderá causar incômodo provocado pelo uso das telas eletrônicas, gerado por fatores como o mau posicionamento da tela, o uso prolongado ou a iluminação inadequada do ambiente, e para minimizar esse risco a pesquisadora evitará o uso desses equipamentos eletrônicos quando apresentar cansaço; ajustará a iluminação evitando sombras e reflexos diminuindo as interferências aos meus

olhos promovendo conforto para esse tipo de leitura; indicará a distância do campo de visão do aparelho (tela do computador a distância é de 50 a 60 cm) e nos outros dispositivos móveis (30 a 40 cm); solicitará que pisque com certa frequência para manter a lubrificação dos meus olhos; e utilizará pausas de 5 minutos para relaxar e evitar o cansaço da minha visão, essas ações manterá a saúde dos meus olhos.

Estou ciente de que nas observações de um experimento, terei que ter cautela, embora a água utilizada em temperatura ambiente ou na forma gelo não seja uma substância tóxica e o experimento ocorrerá na sala de aula serei orientado pela pesquisadora para manipular tal experimento de acordo com as regras de prática do laboratório, sendo informado que não poderei ingerir a água ou ter contato direto com os materiais dispostos no experimento e no momento dessa prática serão fornecido luvas descartáveis para eu executar os procedimentos como descritos no roteiro do experimento.

Estou ciente de que serei incluído em todas as etapas da sequência didática da pesquisa.

Estou ciente de que terei direito a manutenção do sigilo e da privacidade, bem como acompanhamento e assistência pedagógica, também após a coleta de dados.

Estou ciente de que sou livre para recusar e retirar meu consentimento, encerrando a minha participação a qualquer tempo, sem penalidades.

Para participar deste estudo, não terei nenhum custo, nem receberei qualquer vantagem financeira. Apesar disso, diante de eventuais danos, identificados e comprovados, decorrentes da pesquisa, terei assegurado o direito à indenização. Terei garantida plena liberdade de recusa a participação e retirar meu consentimento e interromper a minha participação como voluntário, em qualquer fase da pesquisa, sem necessidade de comunicado prévio. A minha participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que serei atendido(a) pela pesquisadora. Os resultados da pesquisa estarão à minha disposição quando finalizada. Não serei identificado (a) em nenhuma publicação que possa resultar. O nome ou o material que indique a minha participação como voluntário não serão liberados sem a minha permissão. Por fim, sei que terei a oportunidade para perguntar sobre qualquer questão que eu desejar, e que todas deverão ser respondidas a meu contento.

Assinatura do aluno Participante: _____

RG: _____

Data: ____ / ____ / ____

Eu Luciana da Silva Bekman (pesquisadora responsável) declaro que serão cumpridas as exigências contidas nos itens IV. 3 da Res. CNS nº 466/12.

Para esclarecer eventuais dúvidas ou denúncias ligue para:

Pesquisadora: Luciana da Silva Bekman Telefone: (95) 99133-1050

Pesquisadora (Orientadora): Prof.^a DSc. Régia Chacon Pessoa de Lima Tel: (95) 2121-0943.

Comitê de Ética em Pesquisa com seres Humanos-CEP/UERR: Rua Sete de Setembro, nº 231 - Bairro Canarinho (sala 201). Tels: (95) 2121-0953.

Nome do Pesquisador responsável: Luciana da Silva Bekman

Endereço completo: Rua Almerindo dos Santos, 345- Buritis- CEP.: 69309-190

Telefone: (95) 99133-1050

CEP/UERR Rua Sete de Setembro, nº 231 - Bairro Canarinho (sala 201)

Tels.: (95) 2121-0953