



A integração de um aplicativo de química em uma sequência didática à luz dos princípios de David Ausubel

The integration of a chemistry application in a didactic sequence in the light of David Ausubel's principles

DOI: <https://doi.org/10.24979/ambiente.v1i1.649>

Luciana da Silva Bekman - Universidade Estadual de Roraima/UERR <https://orcid.org/0000-0001-6928-9517>

Régia Chacon Pessoa de Lima - Universidade Estadual de Roraima/UERR <https://orcid.org/0000-0003-2803-1071>

Lucas Cavalcante de Almeida - Secretaria Estadual de Educação de Roraima <https://orcid.org/0000-0002-4937-5247>

RESUMO: Este artigo é um recorte do resultado de pesquisa do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências da Universidade Estadual de Roraima (UERR) e tem como objetivo apresentar as análises das aprendizagens dos conceitos das linguagens da Química por meio da aplicabilidade de um aplicativo de química (AppQ) em alunos da primeira série do Ensino Médio da Escola Estadual Gonçalves Dias do município de Boa Vista, no estado de Roraima. Buscou-se potencializar a aprendizagem por meio de uma sequência didática, integrando um aplicativo de química à luz dos princípios da Teoria de David Ausubel no estudo conceitual científico do conteúdo: Matéria, energia e mudanças de estado físico. O estudo teve característica exploratória de abordagem mista qualitativa e quantitativa com enfoque nos aspectos qualitativos, de uma pesquisa de campo por meio da investigação participativa. Os dados foram obtidos por meio de pré-teste, atividade formativa e pós-teste. Os resultados apontaram que a sequência didática integrando o aplicativo de química teve um efeito significativo na aprendizagem dos alunos em relação aos conceitos científicos da linguagem macroscópica, bem como apontaram implicações para a aquisição da linguagem microscópica contidos no conteúdo de Matéria, energia e mudanças de estado físico.

Palavras-chave: Aprendizagem, Linguagem, Macroscópica, Microscópica, Química.

ABSTRACT: This article is an excerpt from the result of the Graduate Program in Science Teaching research at the State University of Roraima (UERR) and aims to present the learning analysis of the Chemistry language concepts through the applicability of a chemistry application (AppQ) in first grade students from the Gonçalves Dias State School, in the municipality of Boa Vista, state of Roraima. We intend to enhance learning through a didactic sequence, integrating a chemistry application in the light of David Ausubel's Theory principles in the scientific conceptual study of the content: Matter, energy and changes in physical state. The study had an exploratory characteristic of a mixed qualitative and quantitative approach with a focus on qualitative aspects, of a field research through participatory investigation. Data were obtained through pre-test, formative activity and post-test. The results showed that the didactic sequence integrating the chemistry application had a significant effect on students' learning in relation to the scientific concepts of macroscopic language, as well as pointed out implications for the acquisition of microscopic language contained in the content of Matter, energy and changes in physical state.

Keywords: Learning, Language, Macroscopic, Microscopic, Chemistry.

Introdução

Considerando a importância da aplicabilidade cada vez maior das tecnologias educacionais, o presente artigo busca apresentar um recorte do resultado do estudo realizado no Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências da Universidade Estadual de Roraima (UERR) refletindo sobre o processo de aprendizagem dos alunos em relação aos conceitos científicos da linguagem Química no conteúdo de Matéria, energia e mudanças de estado físico (MEMEF).

Partindo desse princípio o estudo ressalta o teor desses assuntos mencionado a existência de termos bem gerais e particulares/específicos como: estado de agregação das moléculas, energia cinética média, forças de coesão e repulsão, calor, temperatura, pontos de fusão e ebulição entre outros, os quais são contemplados em todo o currículo de Química do Ensino Médio (EM).

Dessa forma, o desenvolvimento do estudo ocorreu em virtude da vivência de um dos autores da pesquisa que durante dezesseis anos de docência na educação básica mais, evidenciou que durante o curso do EM, os alunos apresentam dificuldades de compreensão e longevidade desses conceitos sempre que tais termos são abordados ao longo do ano letivo da série inicial ou nas séries seguintes dessa modalidade de ensino.

Nessa perspectiva, Valente (2013) frisa a importância das tecnologias educacionais mostrando que 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.

Nessa mesma vertente Chassot (2014) menciona que 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.

Em razão disso, esse estudo teve como objetivo analisar a aplicabilidade integrando um aplicativo de química (AppQ) com animação interativa em três dimensões (3D), que apresenta abordagens macroscópica e microscópica no estudo conceitual científico do conteúdo de MEMEF à luz dos princípios da Teoria de Ausubel no intuito de melhorar após a aplicação de uma sequência didática (SD) o aprendizado dos conceitos da linguagem Química em alunos da 1ª série do EM da Escola Estadual Gonçalves Dias (GD) localizada no município de Boa Vista/Roraima (RR).

Partindo da seguinte problemática: Qual a possibilidade de o AppQ promover a aprendizagem dos conceitos da linguagem Química, presente no conteúdo de MEMEF em alunos da 1ª série do EM da Escola Estadual GD à luz dos princípios da Teoria de Ausubel?

Além de divulgar um recorte dos resultados desse estudo, este artigo visa contribuir nas discussões de metodologias didáticas no Ensino de Ciências em Química com presentes e futuros professores que buscam potencializar a aprendizagem significativa do aluno da educação básica.

Dos princípios da Teoria de David Ausubel

Para início de reflexão o estudo apresenta uma breve abordagem dos princípios mais relevantes da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel (1980) voltados para o processo de ensino e aprendizagem os quais foram utilizados em cada momento e etapa da SD.

Conforme Ausubel (1980, p. 9) a centralidade da TAS está na aprendizagem cognitiva, onde se pode teoricamente compreender especificamente o processo de aquisição da “aprendizagem duradora, que envolve estruturas organizadas assimiladoras de conhecimento” que possibilitam orientar as atividades de sala de aula tendo como objetivo o aprendizado do aluno.

De acordo com a TAS há termos que determinam as condições para que haja a AS, tais como: subsunçore, ponto de ancoragem, organizadores prévios, material potencialmente significativo e os tipos e formas de AS. 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 os conhecimentos prévios que os alunos trazem de um determinado assunto, sendo os pontos de apoio para que a nova informação adquira um significado.

Cabe ressaltar que o modelo de aprendizagem, apresentado por Ausubel para que ocorra a AS, torna-se necessário a compreensão de questões fundamentais como 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 intrínseca com a estrutura de conhecimento do aluno (AUSUBEL, 1980).

Logo, se o aluno não tem intenção de inserir os novos conceitos na sua estrutura cognitiva ou os subsunçores estão ausentes para tal relação, esse não aprenderá de forma significativa e o produto dessa aprendizagem será apenas mecânica ou automática, não tendo uma longevidade na estrutura cognitiva do aprendiz (MOREIRA, 2006).

Dessa forma, Ausubel (1980) cita que em caso de subsunçores ausentes na estrutura cognitiva do aluno na abordagem de um novo material logicamente significativo, torna-se necessário a utilização dos organizadores prévios considerado na TAS como um dos termos essenciais, descrito como sendo materiais preliminares apresentados antes do próprio material de aprendizagem, os quais servem de ponte de apoio para o novo material a ser aprendido.

Sendo assim, segundo a perspectiva de Ausubel cabe ao professor construir esses conhecimentos prévios de acordo com o material de aprendizagem, a idade do aprendiz e o grau de familiaridade com assunto a ser aprendido, bem como distinguir os meios, formas e os tipos de aprendizagem envolvidos no processo de desenvolvimento da AS (PRETO; SILVEIRA, 2008).

Logo, evidencia-se que a TAS pode vir a responder a problemática da pesquisa que visa ressaltar qual a possibilidade do AppQ promover a aprendizagem dos conceitos da linguagem Química, presente no conteúdo de MEMEF em alunos da 1ª série do EM da Escola Estadual GD à luz dos princípios da Teoria de Ausubel.

Nessa ótica a SD utilizada foi a aprendizagem por recepção, onde 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 (BEKMAN, 2018).

Conforme Moreira (1982) na TAS o processo de aprendizagem receptiva significativa, ocorre durante o processo de internalização, no qual a tarefa ou material são potencialmente significativos para a compreensão do aluno.

Além disso, aplicou-se o tipo de aprendizagem de conceitos compreendido como uma linguagem significativa que dentro de uma determinada cultura pode ser atribuída a algum signo ou símbolo. Esse processo de aprendizagem se atribui de situações ou propriedades que possuem atributos essenciais, objetos e eventos (BEKMAN, 2018).

Outra estratégia de aprendizagem utilizada à luz da TAS refere-se à assimilação de conceito que considera que o processo de aprendizagem ocorre de acordo com a ampliação do vocabulário do aluno no decorrer de sua vida escolar e estrutura cognitiva considerando seu conhecimento prévio e os atributos essenciais dos novos conceitos (AUSUBEL, 1980).

De acordo com Bekman (2018) estes aprendem novos significados conceituais relacionando os atributos essenciais desses novos conhecimentos conforme os conhecimentos relacionados a suas estruturas cognitivas, pois a principal função da assimilação na TAS é facilitar a aquisição de novos conceitos mediante sua estrutura cognitiva.

Em síntese, a TAS propõe 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 (BEKMAN, 2018).

Nesse sentido, Moreira (2006) menciona que Ausubel considera que a aquisição de conceito por aprendizagem receptiva significativa não ocorre de forma simples e passiva, desde que nesse processo envolvam-se operações cognitivas ativas de diferenciação e integração com os subsunçores existentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Segundo Ausubel (1980) a aquisição de conceito ocorre de acordo com o processo ativo e significativo desses vocábulos para o aluno. Logo, o autor ressalta que:

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).

Sendo assim, a TAS de Ausubel ressalta que a assimilação e os conhecimentos prévios são fatores singulares que mais que influenciam no processo de aprendizagem dos alunos.

Da integração da animação interativa em 3D na metodologia de ensino

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. Os conhecimentos 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 (BEKMAN, 2018).

Entretanto, a maior responsabilidade do ensino de Ciência, e cabe aqui incluir o ensino de Química, é possibilitar o desenvolvimento dos alunos para que se tornem agentes mais críticos capazes de transformar e melhorar seu universo social (CHASSOT, 2014).

Para tanto, a sala de aula deve ser um espaço de reciprocidade na construção do conhecimento científico da ciência Química, onde aprendizes e professores assumem o papel de participantes no processo de aprendizagem (BEKMAN, 2018). Nesse sentido, toma-se o pensamento de Assunção (2015), quando afirma:

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 (ASSUNÇÃO, 2015. p. 45).

Dessa forma, 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 ao integrar o uso de novas tecnologias educacionais (BEKMAN, 2018).

Nessa linha de estudo nos tempos atuais, Valente (2013) 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 esses recursos citados por Valente (2013), ressaltam-se os Softwares de animação interativa 3D como instrumentos facilitadores da aprendizagem dos conceitos da Química, pois a modelagem computacional apresentada na interface do aplicativo permite que conforme aponta Chassot (2014, p. 256) “compreender um mundo ao qual o acesso real é muito difícil”. Ou seja, é possível estudar por meio desses recursos os modelos microscópicos da linguagem Química.

Nessa perspectiva, expõem-se aqui algumas características que merecem destaque, em relação animação interativa, e que foram adequadas para responder a problemática deste estudo, que prever apresentar qual a possibilidade do AppQ promover a aprendizagem dos conceitos da linguagem Química, presente no conteúdo de MEMEF em alunos da 1ª série do EM da Escola Estadual GD à luz dos princípios da Teoria de Ausubel.

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), exigindo 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.

Dos materiais e métodos da pesquisa

Descreve-se nesta seção um recorte dos procedimentos metodológicos utilizados na pesquisa, apontando-se os participantes, o enfoque, a caracterização, momento, etapas e os instrumentos utilizados na SD. Cabe ressaltar que, este estudo foi financiado com recurso próprio, atendendo os direitos e a dignidade dos participantes, sendo aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da instituição de ensino a UERR, pelo parecer de número: 2.323.103.

A pesquisa se caracteriza como exploratória e participativa. A primeira proporciona maior familiaridade com o problema por meio do levantamento bibliográfico. A segunda denominada também de participante se caracteriza pelo processo de interação do pesquisador com o objeto de estudo ou com os participantes da problemática investigadas (GIL, 2008).

Com relação aos métodos para obtenção de dados, os mesmos foram obtidos por meio de pré-teste, atividade formativa e pós-teste (questionários). A pesquisa teve como amostra 15 participantes escolhida de forma aleatória, da mesma série, de turmas diferentes, onde 11 apresentavam faixa etária entre 15 e 17 anos e quatro eram maiores de 18 anos, tendo-se nesse grupo cinco participantes do sexo feminino e dez do sexo masculino, matriculados no turno vespertino da escola.

Dessa forma foi realizado a antes do início da pesquisa uma consulta sobre o dispositivo móvel de fácil acesso para esse grupo de 15 alunos. Com a colaboração destes, optou-se por utilizar no celular pessoal dos alunos o AppQ. Dos 15 alunos envolvidos na pesquisa, oito tinham celulares com memória para armazenamento e compatibilidades para o uso do AppQ.

Sendo assim, na atividade formativa com a utilização desse recurso, esses oito alunos concordaram em compartilhar seus dispositivos móveis 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.

A opção de desenvolver o conteúdo de MEMEF com esses participantes deve-se ao fato do mesmo contemplar de forma integral o currículo da 1ª série do EM, bem como das séries seguintes (2ª e 3ª série do EM), o que possibilitou a investigação que ocorreu no 4º bimestre do ano letivo de 2017, com início em 16 de outubro e término em 22 de dezembro, tendo um número de dez aulas, equivalentes a 20 horas-aula.

Quanto à abordagem a pesquisa configura-se mista qualitativa e quantitativa com enfoque nos aspectos qualitativos. A quantitativa abrange tudo que pode ser mensurado em números, classificado e analisado, utilizando-se de técnicas estatísticas. Enquanto que a qualitativa pretende verificar a relação da realidade com o objeto de estudo, obtendo várias interpretações de uma análise indutiva por parte do pesquisador (RAMOS; RAMOS; BUSNELLO, 2005).

Cabe ressaltar que o enfoque qualitativo é mais perceptível nos resultados. Por se tratar de uma pesquisa de processos de aprendizagem, os dados obtidos foram mensurados a partir da análise de conteúdo, que segundo Bardin (2011) designa a técnica de investigar e interpretar de forma sistematizada os dados coletados. Sendo assim, a análise de conteúdo possibilita diferentes modos de conduzir o processo de interpretação por parte do pesquisador apresentando dessa forma a compreensão do efeito do método de ensino na aprendizagem do aluno, assim como o avanço na assimilação do conteúdo.

Logo, os indícios da aprendizagem conceitual foram inferidos por meio das categorias de interpretação, compreensão, e exposição das ideias conceituais da linguagem Química a nível macroscópico e microscópico do conteúdo de MEMEF. Nesse sentido, foram utilizando parâmetros e escalas de pontuações para avaliação diagnóstica (pré-teste), atividade formativa e o pós-teste para avaliar a possibilidade de promover o ensino e aprendizagem de química por meio do aplicativo AppQ.

O pré-teste, a atividade formativa e o pós-teste realizados pelos alunos foram transcritos para formulários de análises de dados, seguindo-se a descrição dos aspectos qualitativos e, posteriormente, os aspectos quantitativos. Ambos os aspectos serviram para a fase inferencial dos resultados, utilizando-se a descrição comparativa entre os dois enfoques, conforme aplicado por Assunção (2015).

A pesquisa caracterizou-se como de campo, que segundo Fonseca (2002, p. 32) “caracteriza as investigações em que, além da pesquisa bibliográfica e/ou documental, se coletam dados junto de pessoas, utilizando diversos tipos de pesquisa (pesquisa *ex-post-facto*, pesquisa-ação, pesquisa participante, etc.)”.

Sendo assim, a investigação participante envolveu tanto o pesquisador como os pesquisados onde a interação entre esses pares, segundo Chassot (2014, p. 200), possibilitou analisar “[...] de forma dialógica, os diferentes significados atribuídos ao conhecimento e as diferentes formas de construção desse conhecimento”.

E, neste sentido, apresenta-se apenas o momento da atividade de experimentação (pré-teste), e parte

da SD deste trabalho, abordando-se atividade formativa pós integração do AppQ e o pós-teste. Ver quadro 01, onde apresenta-se um panorama de cada etapa da pesquisa.

Quadro 1: Resultados de cada etapa da pesquisa – pré-teste – atividade formativa – pós-teste dos participantes da pesquisa. Legenda: PS –Parcialmente satisfatório; A – Ausente; F– Faltou; IN – Insatisfatório.

Alunos	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15
Identificação dos subsunçores -Conhecimentos prévios. Pré-teste	PS	PS	PS	PS	PS	A	PS	A	PS	PS	PS	A	A	A	PS
Avaliação do efeito da sequência didática na aprendizagem do aluno integrando o AppQ Atividade formativa	PS	PS	PS	PS	PS	PS	F	F	PS	PS	PS	F	F	A	PS
Pós-teste - Assimilação dos conceitos	PS	PS	PS	IN	PS	IN	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS

Fonte: produção autoral (2018).

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. Para tanto, a pesquisa foi dividida em momentos e etapas.

Em uma (01) aula experimental (pré-teste), com referência no trabalho de Lisboa (2010), ocorreu o momento da avaliação diagnóstica, seguindo os princípios da TAS, tendo como objetivo identificar os conhecimentos prévios (subsunçores) dos alunos referentes aos conceitos da linguagem macroscópica e microscópica da Química no conteúdo de MEMEF; no roteiro do instrumento dessa aula, os alunos tinham que responder quatro questões norteadoras, conforme o Quadro 2.

Quadro 2: Questões norteadoras do pré-teste.

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.

Fonte: adaptado a partir de Lisboa (2010).

Os conhecimentos químicos essenciais a nível macroscópico e microscópico da Química sobre os conceitos de MEMEF que cada aluno teria que demonstrar ao responder as questões norteadoras sobre a observação experimental de dois copos transparentes com água (um contendo água em temperatura ambiente e o outro com água e cubos de gelo) estão dispostos no Quadro 3, uma adaptação de um dos autores da pesquisa, extraídos das Orientações curriculares para o ensino médio (OCEM) (Brasil, 2006).

As análises qualitativas de cada questão norteadora (A, B, C e D) do pré-teste dos alunos, transcritas para um formulário, foram fundamentadas 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 MEMEF, seguida dos parâmetros para cada questão.

Já para as análises quantitativas foram estabelecidas as seguintes escalas: valor de um (01) ponto, **para conhecimentos prévios ausentes**, não atendendo os parâmetros das categorias **i** e **ii**; valor de dois (02) pontos, para **conhecimentos prévios parcialmente satisfatórios**, atendendo um dos parâmetros das categorias **i** e **ii**, e; valor de três (03) pontos, para **conhecimentos prévios satisfatórios** atendendo todos os parâmetros das categorias **i** e **ii**.

Quadro 3: 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) Interpretação, compreensão e exposição de ideias da linguagem Química macroscópica dos conceitos de Matéria, Energia e Mudanças de estado físico.	O aluno apontará algumas propriedades físicas 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,
ii) Interpretação, compreensão e exposição de ideias da linguagem Química microscópica dos conceitos de Matéria, Energia e Mudanças de estado físico.	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.

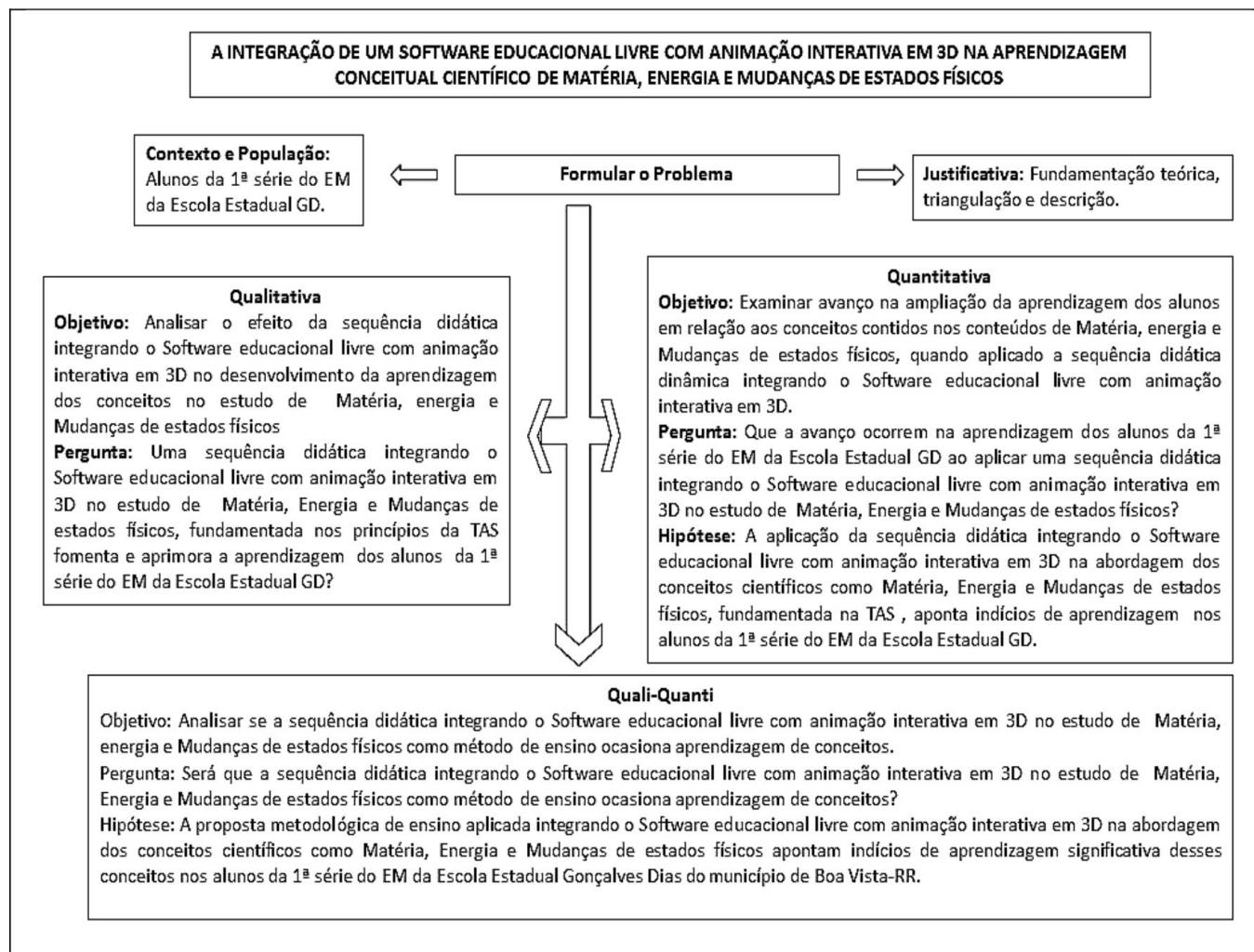
Fonte: Adaptado a partir de OCEM (BRASIL, 2006).

Considerando-se, assim, no total, os seguintes intervalos de pontuação: de um (01) 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 quantitativas do instrumento, inferiu-se o conhecimento prévio de cada aluno. Justifica-se que, as pontuações 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 um (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). Ver Figura 01.

Figura 1: Adaptado por um dos autores da pesquisa - Problemática da Pesquisa.



Fonte: Adaptado a partir de (SAMPIERI, 2003 apud ASSUNÇÃO, 2015, p. 69).

Diante dos resultados do pré-teste, foi feito o planejamento da SD, e, em uma das etapas, foi aplicado a integração o AppQ, um recurso com compatibilidade para qualquer dispositivo móvel denominado de Átomos, elementos e moléculas, desenvolvido pela Evo Digital Media Consultoria e Tecnologia Ltda¹.

Sendo assim, em uma das etapas da SD desta pesquisa, utilizou-se as interfaces do AppQ como aprendizagem por recepção, empregando aulas demonstrativas e expositivas para a exploração do conteúdo MEMEF no recurso. Após estas aulas, foi aplicada uma atividade formativa, na qual os alunos tiveram que responder dois questionamentos e duas situações cotidianas usando o simulador e os conceitos do AppQ, tendo este instrumento o objetivo de investigar nos alunos a interpretação, compreensão e apropriação dos conceitos macroscópico e microscópico da Química estudados em MEMEF. Com base na obra de Pereira (2002), as perguntas abordadas neste instrumento estão identificadas no Quadro 4.

¹ Evo Digital Media Consultoria e Tecnologia Ltda: Empresa brasileira que desenvolve conteúdo digital para educação.

Quadro 4: Questões norteadoras da atividade formativa utilizando o AppQ.

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)

Fonte: Adaptado a partir de Pereira (2002).

Os conhecimentos químicos essenciais, a nível macroscópico e microscópico do conteúdo de MEMEF, que cada aluno deveria demonstrar ao responder este instrumento estão dispostos no Quadro 5, uma adaptação feita por um dos autores da pesquisa, extraídos das OCEM, (Brasil, 2006). E, deste instrumento serão apresentados aqui apenas os resultados das descrições qualitativas da atividade formativa, tendo apenas a síntese textual da triangulação com os resultados quantitativos, analisadas pelos parâmetros e categorias expostos no Quadro 5.

Quadro 5: Categorias e parâmetro dos conhecimentos químicos a nível macroscópico e microscópico dos conceitos Matéria, Energia e Mudanças de estado físico.

Categoria	Parâmetros da Questão A	Parâmetros da Questão B	Parâmetros para Situação 1	Parâmetros para Situação 2
i) Interpretação, compreensão e exposição de ideias da linguagem Química macroscópica dos conceitos de Matéria, Energia e Mudanças de estado físico.	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.
ii) Interpretação, compreensão e exposição de ideias da linguagem Química microscópica dos conceitos de Matéria, Energia e Mudanças de estado físico.	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 a partir de OCEM (BRASIL, 2006).

Por fim, após a sequência didática foi aplicado o pós-teste, tendo como objetivo examinar o aprendizado dos conceitos científicos de MEMEF assimilados pelos alunos após integrar na sequência didática o AppQ.

No pós-teste, buscou-se examinar a apropriação e a ampliação conceitual das especificidades macroscópica e microscópica da Química no conteúdo de MEMEF para inferir a assimilação dos conceitos científicos, buscando nas respostas dos alunos a clareza, precisão, diferenciação e transferência dos termos.

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), e transcrever para a linguagem Química estudada, os trechos da música exposto no Quadro 6, fazendo o papel inverso, saindo da abordagem da linguagem do senso comum para abordagem dos conceitos científicos contemplados durante a SD.

Quadro 6: Questões do pós-teste.

Trechos da música Chuva Intérprete Gaby Amarantos 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. O ciclo d'água é uma dança eterna.
1) De acordo com sua compreensão, transcreva as frases utilizando os conceitos da Química presente nas mudanças dos Estado Físico da Água e os fatores que contribuem para essas mudanças.		
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”.		

Fonte: Adaptação autoral (2018).

No Quadro 7, apresenta-se as categorias e os parâmetros para as análises de cada item do pós-teste.

Deste instrumento serão apresentados neste recorte, apenas o gráfico e a síntese textual da triangulação com as análises qualitativas, as quais foram feitas com base nos parâmetros e categorias de cada item conforme citados no Quadro 5.

Os critérios utilizados para as descrições qualitativas e quantitativas desse instrumento foram estabelecidos de acordo com as seguintes categorias: i) Interpretação, compreensão e exposição de ideias da linguagem Química macroscópica dos conceitos de MEMEF; ii) Interpretação, compreensão e exposição de ideias da linguagem Química microscópica dos conceitos de MEMEF;

Por sua vez, em cada categoria destacada, foram atribuídas as seguintes escalas de valores para os itens do instrumento: valor de um (01) ponto, quando não relaciona as linguagens Químicas macroscópica e microscópica dos conceitos de MEMEF de acordo com os parâmetros; valor de dois (02) pontos, quando relaciona apenas a linguagem Químicas macroscópica dos conceitos de MEMEF e/ou quando relaciona apenas a linguagem Químicas microscópica dos conceitos de MEMEF, e; valor de três (03) pontos quando relaciona as linguagens Químicas macroscópica e microscópica dos conceitos de MEMEF 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 Químicas macroscópica e microscópica dos conceitos de MEMEF, como descritos nos

Quadro 7: Categorias e os parâmetros para as análises dos itens do pós-teste.

Categorias	Parâmetros para Questão 1:	Parâmetros para Questão 2.
<p>i) Interpretação, compreensão e exposição de ideias da linguagem Química macroscópica dos conceitos de Matéria, Energia e Mudanças de estado físico.</p>	<p>Trecho da música: 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. 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. 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>	<p>O aluno identificará que o ciclo da água é um fenômeno físico.</p>
<p>ii) Interpretação, compreensão e exposição de ideias da linguagem Química microscópica dos conceitos de Matéria, Energia e Mudanças de estado físicos.</p>	<p>Trecho da música: 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 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. 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>	<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>
<p>Questão 1: Parâmetros das transcrições dos trechos (a, b e c) da música: 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. 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. 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. Questão 2: Parâmetros das transcrições. 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: elaboração autoral (2018).

parâmetros; de seis a nove pontos, **conhecimentos parcialmente satisfatórios**, apresentando uma das relações da linguagem macroscópica ou microscópica da Química dos conceitos de MEMEF como demonstrado nos parâmetros, e; de dez a doze pontos para **conhecimentos satisfatórios**, atendendo os parâmetros das duas categorias do Quadro 7.

Nos formulários das transcrições dos manuscritos de cada participante, para as análises e descrições qualitativas da pesquisa, utilizou-se a Análise de Conteúdo de Bardin (2011), considerando assim, as respostas dos alunos e a percepção dos diante das informações e da mensuração interpretativa dos resultados por parte dos pesquisadores.

Para tanto, nas leituras das transcrições dos dados usou-se as seguintes categorias de análise: Interpretação, compreensão e exposição de ideias dos conceitos a nível macroscópico e microscópico da Química, bem como os parâmetros de cada item e as palavras-chaves do Quadro 7, analisando as ausências e/ou presenças das linguagens da Química sobre os conceitos de MEMEF presente no vocabulário dos 15 participantes.

Resultados e discussão

Nesta seção apresenta-se as implicações, análises dos dados e os resultados da pesquisa, dividindo-se em subseções. Quanto ao tratamento ético da pesquisa, segue-se o protocolo de preservação dos 15 participantes, de forma que são citados apenas letras e números para identificá-los, tais como A1 a A15.

Das implicações da pesquisa

Evidencia-se nesta subseção as implicações ocorridas durante o processo da pesquisa, informações necessárias para presentes e futuros pesquisadores dessa linha de estudo.

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, então, registra-se nas análises da atividade formativa a ausência de quantitativa dos alunos não afetou os resultados dessa pesquisa. Fato justificado devido a frota de transportes coletivos serem reduzidas nesses dias, impossibilitando muitos deles de chegar na escola.

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

Levou-se em consideração a participação dos alunos durante as aulas que antecederam a aplicação da atividade formativa e do pós-teste. Atendendo os direitos e a dignidade dos participantes da pesquisa, como aprovado pelo CEP, onde nos Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) em Pesquisas com Seres Humanos e do Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) há um item que diz que essa participação do aluno seria voluntária em qualquer fase da pesquisa, e, ocorrendo fatos eventuais, não haveria penalidade ou modificação na forma de tratamento pela pesquisadora. Ou seja, todo e qualquer tipo de

participação seria válida para incluí-los no processo de estudo para não ocorrer prejuízo à pesquisa realizada.

Das dificuldades de operar o AppQ

Nas aulas com o uso do AppQ, observou-se que os alunos mostraram dificuldades motoras em operar as interfaces do recurso, sendo dedicado um tempo para que estes 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 interfaces e ícones dispostos no AppQ.

Das análises qualitativas das questões do pré-teste

Para a análise qualitativa foram considerados as resposta dos dos alunos quanto à aplicabilidade do aplicativo e sua contribuição no processo de ensino aprendizagem no que se refere à concepção de conceitos e assimilação, a pesquisa apresenta os seguintes dados.

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; Os nove demais (A2, A7, A8, A9, A10, A11, A13, A14 e A15), além de responderem “não”, justificaram suas respostas, descrevendo que a Água dentro do copo estava em temperatura ambiente.

Questão B: Nessa questão, dos 15 participantes, cinco (A2, A3, A4, A7 e A11), 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 cinco restantes (A1, A9, A10, A14 e A15) inferiram que nesse processo a condensação das gotículas de água dá-se por interferência da temperatura.

Questão C: Dentre os participantes da pesquisa, 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 do estado físico da matéria; três participantes (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/ou "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.

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 inferirem a temperatura, apontaram que não ocorreu modificações na estrutura da molécula. O material da experimentação foi disponibilizado por 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. 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.

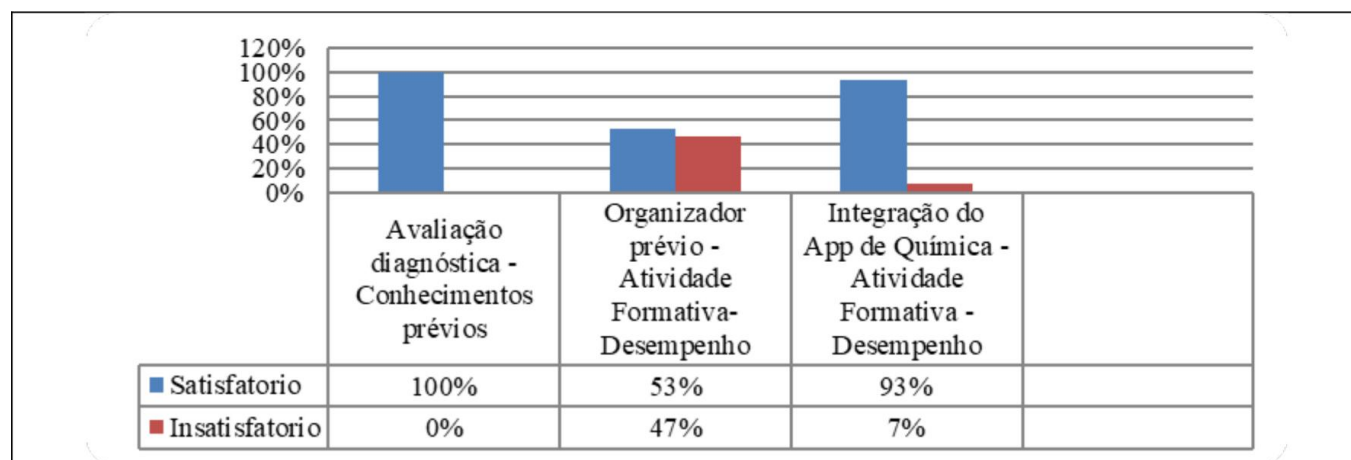
Ficou evidente nas análises qualitativas dos dados que, nos 15 participantes da pesquisa há ausência de concepções macroscópicas e microscópicas da Química, que são estudados no conteúdo de MEMEF, conforme os parâmetros descritos no Quadro 03 citados na seção de materiais e métodos da pesquisa.

Das análises quantitativas das questões do pré-teste

Com relação à análise quantitativa para apresentar os resultados referente a aplicabilidade do aplicativo e sua contribuição no processo de ensino aprendizagem no que se refere à concepção de conceitos e assimilação, a pesquisa apresenta os seguintes dados.

Inicialmente a pesquisa a análise do pré-teste com relação a Avaliação diagnóstica - Conhecimentos prévios, Organizador prévio - Atividade Formativa- Desempenho, e Integração do App de Química - Atividade Formativa – Desempenho apresentando os seguintes resultados conforme o gráfico 01.

Gráfico 01 : Análise do pré-teste sobre aplicabilidade do Aplicativo AppQ e sua contribuição no processo de ensino aprendizagem de Química.

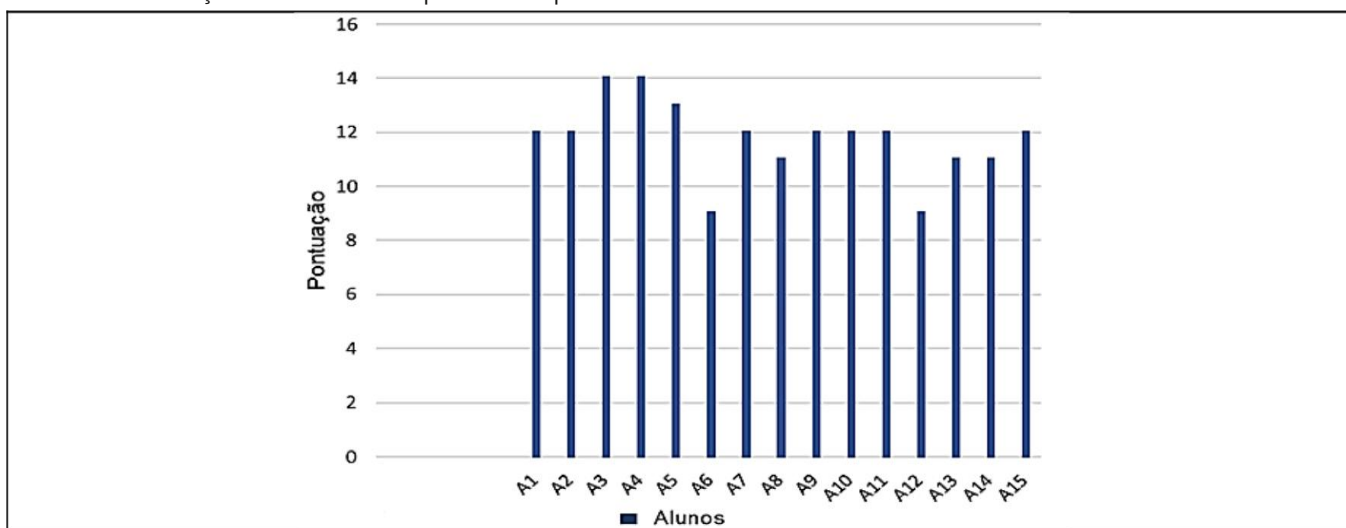


Fonte: produção autoral (2018).

O gráfico 01 mostra que a avaliação diagnóstica dos conhecimentos prévios foram de 100% satisfatório, o organizador prévio que prever a Atividade Formativa e Desempenho são de 53% satisfatório e 47% insatisfatório, e a integração do App de Química para as atividades formativas e desempenho foi de 93% satisfatório e 7% insatisfatório mostrando que a aplicabilidade do aplicativo contribui de forma positiva ao processo de ensino e aprendizagem de química.

No que tange à pontuação alcançada pelos alunos nas análises quantitativas conforme os critérios estabelecidos elaborados no quadros 02 e 03 apresentados na seção dos procedimentos metodológicos que norteiam as quatro questões do pré-teste, conforme ilustra o gráfico 2.

Gráfico 2: Pontuação dos alunos nas questões do pré-teste.



Fonte: produção autoral (2018).

Analisando os resultados no gráfico 2, observa-se que dos 15 participantes, 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), estes participantes estão dentro do intervalo da pontuação de um a 11, apresentando, portanto os **conhecimentos prévios ausentes** nas análises quantitativas do pré-teste.

Ademais, dez alunos (A1, A2, A3, A4, A5, A7, A9, A10, A11 e A15) tiveram uma pontuação entre os seguintes intervalos: 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, 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 existiram 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 2.

Nesta perspectiva, as implicações do vocabulário simplificado dos alunos, diante dos questionamentos da experimentação (pré-teste), apontam a ausência ou o uso inadequado da linguagem macroscópica e microscópica da Química dos conceitos MEMEF. Ausência esta justificada no fato destes conceitos não serem trabalhados com ênfase nas aulas de ciências da série final (9º ano) do Ensino Fundamental II, na qual deveria haver uma introdução dos conteúdos da Química (BEKMAN, 2018). Logo, no início da 1ª série e ao longo do EM essas lacunas permanecerão, caso o professor de Química não utilize tais 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, como observado nos dados das transcrições do pós-teste, mesmo demonstrando relações inadequadas dos conceitos envolvidos no processo.

Entretanto, esses resultados mostraram 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 MEMEF. 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, neste 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” (AUSUBEL, 1980, p. 138). Sendo esse um dos princípios mais importantes da TAS, que antecede qualquer intervenção na sala de aula

Da Sequência didática à luz dos princípios da TAS integrando o AppQ

Após a avaliação diagnóstica, foi elaborada a SD dividida em etapas com aulas expositivas, aulas demonstrativas e com integração do AppQ associado a atividade formativa, seguindo-se os princípios da TAS.

Na primeira etapa, por meio do princípio da aprendizagem por recepção, tendo a intervenção de um dos autores da pesquisa, mediante a aulas expositivas, apresentou a temática “Água” como organizador prévio para possibilitar a formação de novos subsunçores nos alunos A6, A8, A12, A13 e A14, bem como mobilizar os conhecimentos prévios parciais dos alunos A1, A2, A3, A4, A5, A7, A9, A10, A11 e A15, abordando os conceitos envolvidos no estudo dessa substância e criando possibilidades de ponto de ancoragem para aprendizagem conceitual dos termos científicos mais particulares e específicos presentes no conteúdo de MEMEF.

O princípio do organizador prévio de Ausubel (1980), utilizando a temática “Água” se fez necessário diante dos resultados do pré-teste. As apresentações dos conceitos dessa temática foram elaboradas em *slides*, utilizando imagens animadas associadas aos textos, sendo abordadas com especificidades, enfatizando as propriedades macroscópica e microscópica química da substância, fundamentando-se os conceitos nas obras de Russel (1994), Brady et al., (2000) e Atkins & Jones (2012). Sendo as aulas dialogadas e demonstrativas para que os alunos estruturassem e reestruturassem as ideias preexistentes apontadas no pré-teste, e assimilassem os significados dos conceitos.

Na busca de reorganizar a assimilação dos conceitos estudados em MEMEF, partiu-se do princípio daquilo que os alunos da pesquisa conheceram dos conceitos químicos abordados na temática “Água”, como proposto por Ausubel, (1980).

Dessa forma, após apresentar a pontuação dos alunos a pesquisa mostra ainda como ocorreu o processo de integração do AppQ como método inovador de ensino, utilizando quatro aulas, onde foram realizadas atividades de exploração do recurso para que os alunos se

familiarizassem com as interfaces do ambiente virtual, e as aulas demonstrativas dos conceitos de MEMEF dentro desse mesmo ambiente. Desta forma, 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 a ampliação do vocabulário do aluno, de forma subordinativa à medida 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).

Então, diante do uso desses recursos do AppQ, em uma das aulas, utilizando essas interfaces como aprendizagem por recepção, foi aplicada a atividade formativa conforme o gráfico 01 a aplicabilidade do AppQ é satisfatório e pode possibilitar e promover a facilitação da aprendizagem do ensino de química. No formulário de transcrição para análises qualitativas das questões e situações expostas no Quadro 4, apresentado na seção de materiais e métodos, apresenta-se os seguintes resultados: Questão A, apenas os alunos A9 e A15 justificaram suas respostas usando as duas categorias e os parâmetros de acordo com o Quadro 5; seis participantes (A1, A3, A4, A5, A6 e A14) utilizaram apenas a linguagem microscópica da Química para respaldar suas respostas atendendo um dos parâmetros da questão; dois alunos (A2 e A10) não utilizaram os conceitos da linguagem macroscópica e microscópica da Química de MEMEF, ficando ausentes em seus registros os parâmetros do Quadro 5, e; o aluno A11, em sua resposta, apropriou-se apenas da linguagem Química macroscópica de MEMEF.

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

O aluno A10 inferiu de forma implícita na questão a mudança 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 MEMEF.

Já o aluno A14 não fez relações adequadas das linguagens macroscópica e microscópica dos conceitos de MEMEF, não atendendo os parâmetros da questão. O Aluno A15 cita a linguagem macroscópica da Química de MEMEF e relaciona de forma inadequada os conceitos microscópicos da Química no resultado dessa questão, não atingido o parâmetro do Quadro 5.

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 MEMEF 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 MEMEF.

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

Inferre-se que, com a integração do AppQ, ocorreu um avanço significativo dos alunos nessa etapa ao triangular esses resultados qualitativos com as pontuações alcançadas por esses no instrumento, aplicando-se escala de valores semelhantes às que foram atribuídas na análise quantitativa do pré-teste. Em síntese, apenas um aluno, o A14, apresentou **conhecimentos insatisfatórios**, não atendendo as relações adequadas das linguagens Químicas macroscópica e microscópica dos conceitos de MEMEF.

Os outros dez alunos (A1, A2, A3, A4, A5, A6, A9, A10, A11 e A15) mostraram conhecimentos **parcialmente satisfatórios**, apresentando uma das relações da linguagem macroscópica ou microscópica da Química em consonância com os parâmetros do Quadro 5. Não tendo nas análises qualitativas deste instrumento alunos considerados com **conhecimento satisfatórios**, ou seja, aqueles que relacionaram as linguagens Químicas macroscópica e microscópica dos conceitos de MEMEF, conforme os parâmetros de cada item do instrumento.

Justifica-se nessas análises e resultados a ausência de quatro participantes (A7, A8, A12 e A13), devido estes não terem comparecido na data da aplicação dessa atividade formativa, pois naquele 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, estes alunos não compareceram na aula.

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

No entanto, os mesmos participaram das outras aulas de integração do AppQ durante a SD, sendo válidos para a pesquisa, pois no instrumento de pós-teste teve-se a possibilidade de avaliar a potencialidade desse método de ensino no aprendizado desses alunos mostrando que sua aplicabilidade é positiva sendo norteadas pelos princípios da Lei de Diretrizes Bases da Educação Nacional (LDB) e a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) quanto as metodologias inovadoras (BRASIL, 2016; 2017).

Nos resultados das análises dos quatro itens desse instrumento, ficou evidente que há uma maior apropriação da linguagem macroscópica dos conceitos de MEMEF, ficando ausente a linguagem microscópica no construto dos alunos.

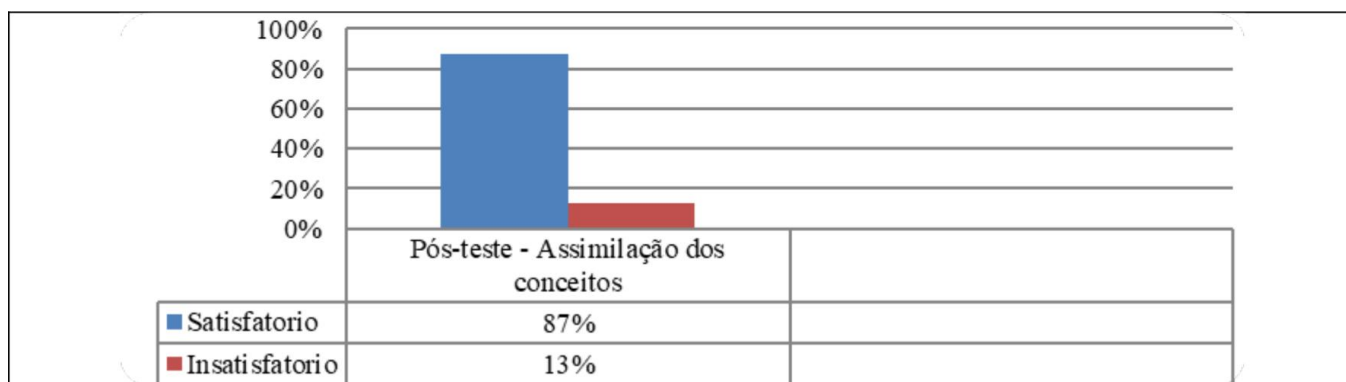
A pesquisa possibilitou ainda mostrar que a partir da aplicabilidade do aplicativo torna-se acessível e facilitador ao aluno quando necessário corrigir e rever os conceitos macroscópico e microscópico da Química no estudo desse conteúdo. Utilizando o AppQ, buscou-se sanar a dificuldade de relacionar os conceitos desse conteúdo aplicando as duas óticas da Química,

proporcionando aos participantes apropriação dessas linguagens da Química, explorando todas as questões do instrumento no ambiente virtual, com o intuito de que esses assimilassem os conceitos, corrigindo e reformulando as ideias mais gerais (macroscópica) e integrando as mais particulares e específicas (microscópica), de acordo com o princípio da aprendizagem subordinada, onde diz que é possível “relacionar novas informações com os conteúdos preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz” (AUSUBEL, 1980, p. 106-159).

Das análises quantitativas das questões do pós-teste

Após a sequência didática foi aplicado o pós-teste, com o objetivo de examinar o aprendizado dos conceitos científicos de MEMEF, bem como os benefícios e entraves da aplicabilidade do aplicativo e sua contribuição no processo de ensino aprendizagem no que se refere à concepção de conceitos e assimilação, a pesquisa apresenta os seguintes dados. Ver gráfico 03 que mostra a assimilação dos conceitos, bem como a avaliação do efeito da sequência didática na aprendizagem do aluno.

Gráfico 03: Análise do pós-teste sobre aplicabilidade do AppQ e sua contribuição no processo de ensino aprendizagem de Química.



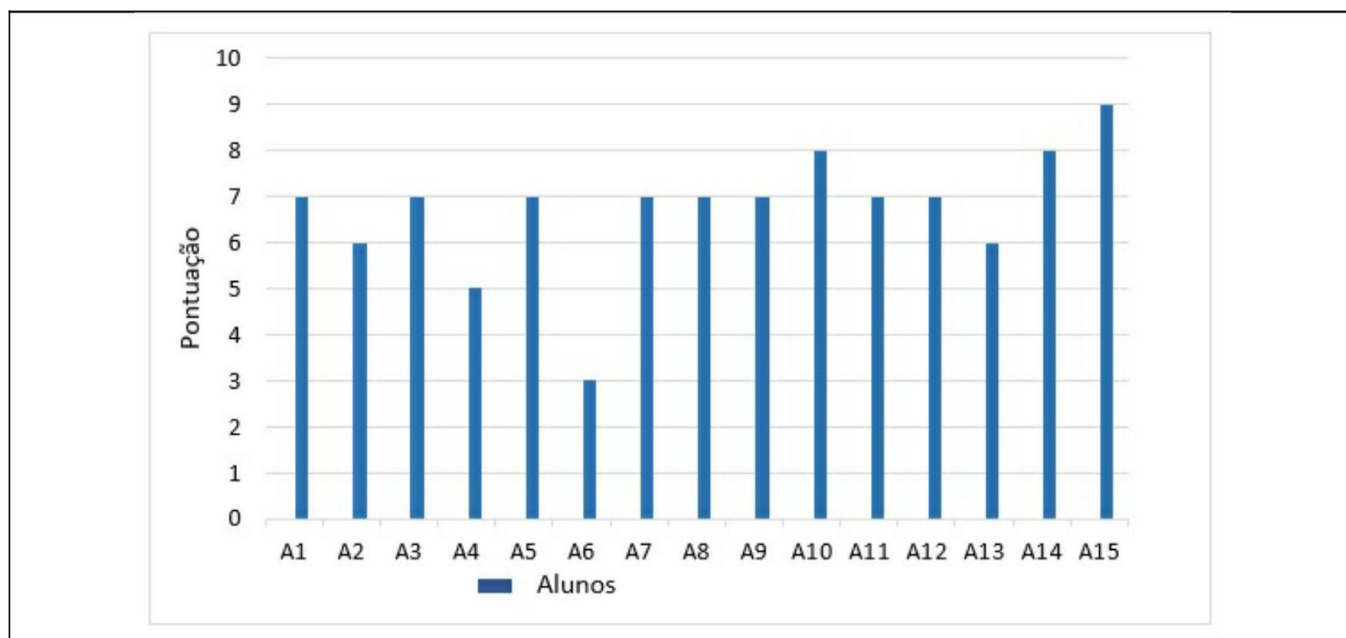
Fonte: Produção autoral (2018).

Conforme mostra o gráfico 03, a assimilação dos conceitos e a avaliação do efeito da sequência didática na aprendizagem do aluno no que se refere a aplicabilidade do aplicativo AppQ é satisfatória para 87% dos alunos e 13% insatisfatório para os demais. Observa-se então, que o uso de tecnologias inovadoras no ensino de química promove positivamente o ensino da disciplina.

Entretanto, cabe mencionar que no pós-teste, examina-se a apropriação e a ampliação conceitual das especificidades macroscópica e microscópica da Química nos conteúdos de MEMEF, para inferir a assimilação dos conceitos científicos, buscando nas respostas dos alunos a clareza, precisão, diferenciação e transferência dos termos de acordo com as categorias de análises e os parâmetros para cada item como descritos nos Quadros 7.

Dessa forma, o gráfico 04 apresenta o desempenho quantitativo de cada participante, conforme as categorias e parâmetros utilizados para as análises de cada item do pós-teste, bem como expressa-se o resultado da aplicação da SD, a qual integrou-se o AppQ conforme os critérios estabelecidos elaborados no quadro 07 apresentados na seção dos procedimentos metodológicos que norteiam as quatro questões do pós-teste.

Gráfico 4: Pontuação dos alunos nas questões do pós-teste.



Fonte: produção autoral (2018).

Com base nas análises qualitativas, feitas das transcrições do formulário de análises, triangulando com os dados quantitativos como apontados no gráfico 4, têm-se os seguintes resultados: 13 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 MEMEF, considerados, assim, **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 MEMEF, ou seja, não assimilaram os conceitos abordados durante a SD, ao comparar o resultado do pós-teste com o pré-teste.

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.

Diante desses resultados e, conforme o panorama no Quadros 3, é possível inferir que os participantes da pesquisa A8, A12, A13 e A14 tiveram uma melhoria significativa no processo de aprendizagem, em consonância com método de ensino, integrando-se o AppQ 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 dos trechos da música, nas análises qualitativas do pós-teste, a exposição de ideias desses aprendizes não abrangem em totalidade os elementos clareza, precisão, diferenciação e transferência de acordo com os parâmetros descritos no Quadros 7 na seção de materiais e métodos da pesquisa.

Embora sejam perceptíveis, os conceitos macroscópicos mais gerais dos conteúdos de

MEMEF, no pós-teste, não estão relacionados com os conceitos mais específicos da linguagem microscópica da Química. Considerando-se, neste 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, permanecendo a linguagem microscópica ausente.

O aluno A4 manteve-se imparcial no processo de aprendizagem durante o curso das etapas da SD, como mostra os Quadros 3, dos resultados da avaliação diagnóstica até as atividades formativas, tornando-se perceptível que este participante não teve avanço gradual significativo na sua estrutura cognitiva em relação aos conhecimentos mais gerais e específicos dos conceitos de MEMEF.

Apresenta, ainda, uma exposição de ideia, relacionando os conceitos macroscópicos de forma inadequada e, nas construções das frases, os elementos clareza, precisão, diferenciação e transferência não têm completude, com exceção na questão 2, conforme o parâmetro no Quadros 7. No entanto, a linguagem microscópica da Química implícita na letra da música transcrita é ausente em todos os itens, levando a concluir que a assimilação dos conceitos de MEMEF são insatisfatórios para tal participante.

Já o participante A6, ao relacionar o resultado do pós-teste com o pré-teste, não demonstrou progressão nos conhecimentos dos conceitos de MEMEF. Este apresenta apenas, na atividade formativa, um avanço significativo.

E, ao final do processo de aprendizagem, por meio da análise qualitativa, evidencia-se na transposição dos trechos da letra da música que a exposição de ideias desse aprendiz são restritas, havendo citação apenas dos termos científicos das mudanças de estado físico 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, apontando então que, neste aluno a assimilação dos conceitos de MEMEF são **insatisfatórios**.

Desta forma, buscando alcançar o objetivo geral proposto de analisar a aplicabilidade integrando um aplicativo de química (AppQ) com animação interativa em três dimensões (3D), que apresenta abordagens macroscópica e microscópica no estudo conceitual científico do conteúdo de MEMEF à luz dos princípios da Teoria de Ausubel no intuito de melhorar após a aplicação de uma SD o aprendizado dos conceitos da linguagem Química em alunos da 1ª série do EM da Escola Estadual Gonçalves Dias (GD) localizada no município de Boa Vista/RR.

A pesquisa mostra que a SD, integrando o AppQ como método de ensino, aplicada com 15 alunos da 1ª série do EM da Escola Estadual GD no estudo conceitual científico do conteúdo de MEMEF à luz dos princípios da TAS, alcançou um efeito significativo na aprendizagem dos conceitos da linguagem macroscópica da Química nos alunos, bem como apontaram as implicações na compreensão da linguagem microscópica, mostrando que sua aplicabilidade é positiva.

Considerações Finais

Retomando ao objetivo da pesquisa que viabilizou analisar a aplicabilidade integrando um aplicativo de química (AppQ) com animação interativa em três dimensões (3D), que apresenta abordagens macroscópica e microscópica no estudo conceitual científico do conteúdo de MEMEF à luz dos princípios da Teoria de Ausubel no intuito de melhorar após a aplicação de uma SD o aprendizado dos conceitos da linguagem Química em alunos da 1ª série do EM da Escola Estadual GD, localizada no município de Boa Vista/RR.

A pesquisa mostra como foi possível compreender quais são as reais dificuldades dos alunos em relação ao entendimento dos conteúdos da Química, uma vez que segundo Chassot (2014) a química aponta em seus princípios fundamentais um universo invisível de difícil acesso na prática, fato que impossibilitam o avanço da assimilação dos conceitos da linguagem microscópica e os modelos que representam esses eventos mais particulares e específicos dessa ciência.

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 Epistemologias do conhecimento. E os princípios da TAS, que fundamentaram e orientaram todo o processo de ensino da SD integrando o AppQ, permitiram examinar o efeito desse recurso na aprendizagem dos alunos em relação aos conceitos científicos da linguagem Química contidos nos conteúdos de MEMEF.

E, sobre essas apropriações das teorias da aprendizagem e a integração dos recursos das TIC como método de ensino, ainda há muitas pesquisas para serem realizadas. Dito isto, sugere-se aos Programas do Mestrado de Ensino de Ciências que estimulem e orientem futuras pesquisas de investigações na área de Química, a responderem seus efeitos na aprendizagem do aluno ao integrar os recursos das TIC para assimilação de conceitos a níveis macroscópicos e microscópicos da Química.

Sendo assim, a pesquisa mostra as implicações que encontrou para a realização da pesquisa como o fato que ano letivo da realização da aplicação do estudo foi 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, ocasionando grande ausência de alunos por falta de transporte escolar.

Outra implicação foi com relação a inclusão e acesso aos dispositivos móveis, pois dos 15 alunos envolvidos na pesquisa, oito tinham celulares com memória para armazenamento e

compatibilidades para o uso do AppQ. Logo, na atividade formativa com a utilização desse recurso, esses oito alunos concordaram em compartilhar seus dispositivos móveis com os colegas em grupos, além da falta de familiarização dos alunos com o ambiente dessa ferramenta por ser algo novo para eles.

Dessa forma, respondendo a sobre a problemática da possibilidade do AppQ promover a aprendizagem dos conceitos da linguagem Química, a pesquisa mostra que seu objetivo foi alcançado, evidenciando que a aplicabilidade integrando um AppQ com animação interativa em 3D, pode contribuir de forma positiva para que os professores apresentem aos alunos uma abordagem macroscópica e microscópica no estudo conceitual científico do conteúdo de MEMEF de maneira mais dinâmica e compreensiva.

No entanto, a pesquisa mostra que apesar dos princípios da Teoria de Ausubel possibilitar uma melhor aprendizagem após a aplicação de uma SD, o aprendizado dos conceitos da linguagem Química em alunos da 1ª série do EM da Escola Estadual GD, localizada no município de Boa Vista/RR ainda precisa ser melhor desenvolvida e contemplar as novas diretrizes da BNCC quanto ao desenvolvimento de metodologias inovadoras e inclusão digital. Logo, a pesquisa sugere que o presente estudo tenha uma continuidade para apresentar de forma mais precisa os resultados quanto o aprendizado dos conceitos da linguagem Química por parte dos alunos quanto ao uso do aplicativo AppQ.

Referências

- ASSUNÇÃO, J. A. A resolução de problemas como metodologia de ensino no conteúdo de função Afim fundamentada na teoria de aprendizagem significativa de Ausubel. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências), Universidade Estadual de Roraima. Boa Vista, RR: UERR, 2015.
- ATKINS, P. W.; JONES, L. Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente. 5. ed. Porto Alegre, RS: Bookman, 2012.
- AUSUBEL, D. P., NOVAK, J. D., HANESIAN, H. Psicologia Educacional. Tradução Eva Nick. Rio de Janeiro, RJ: Interamericana, 1980.
- BARDIN, L. Análise de Conteúdo. Lisboa: Edições 70, 1977.
- BEKMAN, L. da S. 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 Ausubel. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências), Universidade Estadual de Roraima. Boa Vista, RR: UERR, 2018.
- BRADY, J E.; RUSSELL, J. W.; HOLUM, J. R. Química: A matéria e suas transformações. v. 1., 3. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC Editora, 2000.
- BRASIL, Ministério da Educação, Base Nacional Comum Curricular – BNCC, versão aprovada pelo Conselho Nacional de Educação. Diário Oficial da União, Brasília, 21 de dezembro de 2017.
- _____. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional – LDB. Diário Oficial da União, Brasília, 23 de dezembro de 1996. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm>. Acesso em: 23 mar. 2017.
- _____. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. Orientações curriculares para o ensino médio. v. 2. Brasília: OCEM, 2006.

- CHASSOT, A. Alfabetização Científica: questões e desafios para educação. 6. ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2014.
- FONSECA, J. J. S. Metodologia da Pesquisa Científica. Fortaleza, CE: UEC, 2002.
- FREITAS, T.; RENNÓ, I. Chuva. In: AMARANTOS, G. Treme. Rio de Janeiro, RJ: Som Livre, 2012. Faixa 12. CD.
- GIL, A. C. Métodos e Técnicas de Pesquisa Social. 6. ed. São Paulo, SP: Atlas, 2008.
- LISBOA, J. C. F. Ser Protagonista Manual do Professor. São Paulo, SP: Edições SM, 2010.
- MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa subversiva. Série-Estudos - Periódico do Mestrado em Educação da UCDB, Campo Grande-MS, n. 21, p. 15-32, jan./jun. 2006.
- PEREIRA, A. M.; WALDHELM, M.; SANTANA, M. C. de. Ciências. São Paulo, SP: Editora Brasil, 1999.
- PRETTO, N. de L.; SILVEIRA, S. A. da. Além das Redes de Colaboração: internet, diversidade cultural e tecnologias do poder. Edufba, 2008.
- RAMOS, P.; RAMOS, M. M.; BUSNELLO, S. J. Manual Prático de Metodologia da Pesquisa: artigo, resenha, projeto, TCC, monografia, dissertação e tese. 2005.
- RODRIGUES, G. L. Animação interativa e construção dos conceitos da Física-Trilhando novas veredas pedagógicas. Dissertação (Mestrado em Educação), Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, PPB: UFPB, 2005.
- RUSSEL, J. B. Química Geral. v. 1., 2. ed. São Paulo, SP: Makron Books, 1994.
- VALENTE, J. A. As tecnologias e a verdadeira inovação na educação. In: ALMEIDA, M. E. B.; DIAS, P.; SILVA, D. B (orgs.). Cenários de inovação para educação na sociedade digital. São Paulo, SP: Ed. Loyola, 2013.
- ZABALA, A. Prática Educativa: como ensinar. Porto Alegre, RS: ARTMED, 1998.