

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
INSTITUTO DE QUÍMICA  
DOUTORADO EM QUÍMICA**



**CHELRY FERNANDA ALVES DE JESUS**

**USO DE APLICATIVO NO ENSINO DE QUÍMICA: ENTRELACES DE  
REPRESENTAÇÕES IMAGÉTICAS A PARTIR DA PERSPECTIVA  
VIGOTSKIANA**

**GOIÂNIA-GO  
2020**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
INSTITUTO DE QUÍMICA

## TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO (TECA) PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES

### E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a [Lei 9.610/98](#), o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo das Teses e Dissertações disponibilizado na BDTD/UFG é de responsabilidade exclusiva do autor. Ao encaminhar o produto final, o autor(a) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

#### 1. Identificação do material bibliográfico

Dissertação     Tese

#### 2. Nome completo do autor

Chelry Fernanda Alves de Jesus

#### 3. Título do trabalho

USO DE APLICATIVO NO ENSINO DE QUÍMICA: ENTRELACES DE REPRESENTAÇÕES  
IMAGÉTICAS A PARTIR DA PERSPECTIVA VIGOTSKIANA

#### 4. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador)

Concorda com a liberação total do documento  SIM     NÃO<sup>1</sup>

**[1]** Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante:

**a)** consulta ao(a) autor(a) e ao(a) orientador(a);

**b)** novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo da tese ou dissertação.

O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

**Obs. Este termo deverá ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor.**



Documento assinado eletronicamente por **Nyuara Araújo Da Silva Mesquita, Professor do Magistério Superior**, em 16/11/2020, às 20:13, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).

Documento assinado eletronicamente por **CHELRY FERNANDA ALVES DE JESUS, Discente**, em 16/11/2020, às 20:28, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site

[https://sei.ufg.br/sei/controlador\\_externo.php?](https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0)

[acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **1682957** e o código CRC **471F375C**.

Referência: Processo nº 23070.042124/2020-96

SEI nº 1682957

CHELRY FERNANDA ALVES DE JESUS

**USO DE APLICATIVO NO ENSINO DE QUÍMICA: ENTRELACES DE  
REPRESENTAÇÕES IMAGÉTICAS A PARTIR DA PERSPECTIVA  
VIGOTSKIANA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Química em nível de doutorado, na linha de pesquisa em Ensino de Química, como requisito para obtenção do título de Doutor em Química.

**Orientadora:** Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Nyuara Araújo da Silva Mesquita.

**GOIÂNIA-GO**

**2020**

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

JESUS, CHELRY FERNANDA ALVES DE  
USO DE APLICATIVO NO ENSINO DE QUÍMICA: ENTRELACES  
DE REPRESENTAÇÕES IMAGÉTICAS A PARTIR DA PERSPECTIVA  
VIGOTSKIANA [manuscrito] / CHELRY FERNANDA ALVES DE  
JESUS. - 2020.  
196 f.

Orientador: Prof. NYUARA ARAÚJO DA SILVA MESQUITA.  
Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Goiás, Instituto de  
Química (IQ), Programa de Pós-Graduação em Química, Goiânia, 2020.  
Bibliografia. Anexos. Apêndice.  
Inclui siglas, abreviaturas, símbolos, gráfico, tabelas, lista de  
figuras, lista de tabelas.

1. aplicativos. 2. ensino de química. 3. processo de ensino e  
aprendizagem. 4. Vigotski. I. MESQUITA, NYUARA ARAÚJO DA  
SILVA, orient. II. Título.

CDU 54



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

INSTITUTO DE QUÍMICA

**ATA DE DEFESA DE TESE**

Ata nº **113** da sessão da Defesa de Doutorado de **Chelry Fernanda Alves de Jesus**, que confere o título de **Doutora em Química**, na área de concentração em **Química**.

Aos **26 (vinte e seis) dias do mês de outubro de 2020 (dois mil e vinte)**, a partir das **09h00m**, via **Videoconferência**, realizou-se a sessão pública da Defesa de Doutorado intitulada "**USO DE APLICATIVO NO ENSINO DE QUÍMICA: ENTRELACES ENTRE A VISUALIZAÇÃO DE REPRESENTAÇÕES IMAGÉTICAS E O PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM A PARTIR DA PERSPERCTIVA VIGOTSKIANA**". Os trabalhos foram instalados pela Orientadora, **Profª. Drª. Nyuara Araújo da Silva Mesquita (UFG)**, com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: **Prof. Dr. Márton Herbert Flora Barbosa Soares (UFG)**, **Profª. Drª. Agustina Rosa Echeverría (UFG)**, **Prof. Dr. Vitor de Almeida Silva (UFG)** e **Prof. Dr. Helio da Silva Messeder Neto (UFBA)**. Durante a arguição os membros da banca sugeriram a alteração do título do trabalho. A Banca Examinadora reuniu-se em sessão secreta a fim de concluir o julgamento da Defesa de Doutorado, tendo sido a candidata **aprovada** pelos seus membros. Proclamados os resultados pela **Profª. Drª. Nyuara Araújo da Silva Mesquita**, Presidente da Banca Examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, lavrou-se a presente ata que é assinada pelos Membros da Banca Examinadora, ao(s) **26 (vinte e seis) dias do mês de outubro de 2020 (dois mil e vinte)**.

TÍTULO SUGERIDO PELA BANCA

**USO DE APLICATIVO NO ENSINO DE QUÍMICA: ENTRELACES DE REPRESENTAÇÕES IMAGÉTICAS A PARTIR DA PERSPERCTIVA VIGOTSKIANA**



Documento assinado eletronicamente por **Nyuara Araújo Da Silva Mesquita, Professor do Magistério Superior**, em 26/10/2020, às 14:00, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Marlon Herbert Flora Barbosa Soares, Professor do Magistério Superior**, em 27/10/2020, às 09:44, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Agustina Rosa Echeverria, Professor do Magistério Superior**, em 27/10/2020, às 10:18, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Vitor De Almeida Silva, Professor do Magistério Superior**, em 27/10/2020, às 11:26, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).

---



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufg.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **1636445** e o código CRC **327272E6**.

---

**Referência:** Processo nº 23070.042124/2020-96

SEI nº 1636445



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
INSTITUTO DE QUÍMICA

## DESPACHO

Atesto, na condição de presidente da banca examinadora, conforme o item 04 da instrução normativa da PRPG nº 001, de 27 de março de 2020, que o **Prof. Dr. Helio da Silva Messeder Neto (UFBA)** participou como membro avaliador, da defesa de doutorado intitulada "USO DE APLICATIVO NO ENSINO DE QUÍMICA: ENTRELAÇOS DE REPRESENTAÇÕES IMAGÉTICAS A PARTIR DA PERSPECTIVA VIGOTSKIANA" da discente Chelry Fernanda Alves de Jesus, ocorrida aos 26 (vinte e seis) dias do mês de outubro de 2020 (dois mil e vinte), a partir das 09h00m, via videoconferência.



Documento assinado eletronicamente por **Nyuara Araújo Da Silva Mesquita, Professor do Magistério Superior**, em 30/10/2020, às 11:26, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufg.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **1647837** e o código CRC **3027F025**.

*Quando está começando a ser apreendida, a nova palavra não está no fim, mas no início do seu desenvolvimento.*

*(Vigotski)*

*À minha família*

*Às mães pós-graduandas*

*Às crianças*

*A todas as pessoas que  
sofrem de depressão*

*Às vítimas da Covid-19*

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço à minha família. Em especial aos meus pais, Maria e Wanderlei, por sempre me acompanhem e me encorajarem nessa jornada de estudos. E mais que nunca, (re)afirmar que é no seio familiar em que encontramos o verdadeiro amparo quanto tudo parece desabar.

Agradeço, a minha ruivinha, Ayla, por me ensinar tanto, e me mostrar que o sentido da vida é ser um eterno aprendiz, e que nas relações com os outros nós construímos o amor.

A minha querida orientadora, Prof<sup>a</sup> Dra, Nyuara Mesquita, mulher guerreira, profissional dedicada, espelho para muitos, e a pessoa mais otimista que conheci. Sempre encorajando e dizendo com muita tranquilidade, "Chelry, vai dar tudo certo". Meu muito obrigado, não teria feito melhor escolha.

Ao Lequal (UFG), que ao longo desses anos me ensinou tanto, me proporcionou grandes amigos e colegas de missão. Missão de lutar sempre por uma educação justa e de qualidade, mas nunca deixando a ludicidade responsável do ato de ensinar. Meus agradecimentos, em especial ao professor Dr. Marlón Soares, fundador e coordenador do grupo de pesquisa.

Ao IFG, especialmente ao Câmpus Uruaçu, por investir na minha qualificação quanto ao meu doutoramento, e me oportunizar desenvolver meu trabalho acreditando no meu potencial.

Ao Colégio Estadual Santa Luzia, lugar onde iniciei minha carreira de professora, aprendi muito e dediquei parte da minha vida, lugar que carrego com muito carinho, meu muito obrigado.

A minha orientadora do mestrado, Prof<sup>a</sup> Dra. Patrícia Sartoratto, por ter me iniciado na pesquisa e me ensinado tanto, e por ter tornado uma grande amiga.

Aos participantes da pesquisa, que dedicaram seu tempo em colaborar com o desenvolvimento deste trabalho.

As pessoas que direta e indiretamente me ajudaram ao longo desses anos, amigos, pessoas queridas, profissionais que me assistiram nos cuidados da minha saúde. Meus sinceros agradecimentos.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudo, do Novo Programa de Formação Doutoral Docente vinculada ao Instituto Federal de Goiás dedicado aos docentes em capacitação afastados para doutoramento.

Ao grupo de estudo de Vigotski, idealizado e coordenado pela professora Dra. Agustina Echeverría, por me oportunizar a participar das reuniões, das quais me auxiliou muito na compreensão dos conceitos de Vigotski. E também, a pesquisadora de Vigotski, prof<sup>a</sup> Dra. Gisele Toassa, pelos esclarecimentos quanto as minhas dúvidas a respeito da teoria Histórico-Cultural e pela leitura de parte dos resultados.

A Deus, por estar presente em todos os momentos

## SUMÁRIO

RESUMO .....	12
ABSTRACT.....	13
APRESENTAÇÃO .....	14
1. À GUIA DE INTRODUÇÃO: A UTILIZAÇÃO DAS TECNOLOGIAS DIGITAIS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NO ENSINO E APRENDIZAGEM DA QUÍMICA.....	20
1.1 TÉCNICA E TECNOLOGIA- DEFINIÇÃO E CONTEXTO HISTÓRICO .....	20
1.2 USO DE DISPOSITIVOS MÓVEIS NO CONTEXTO EDUCACIONAL.....	26
1.3 MOBILE LEARNING NO ENSINO DA QUÍMICA .....	32
1.4 APLICATIVOS E O ENSINO DE QUÍMICA.....	35
1.5 VISUALIZAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA: ENTRELACES COM USO DE APLICATIVOS EDUCACIONAIS.....	41
2. EM TELA O REFERENCIAL TEÓRICO: ELEMENTOS DE VIGOTSKI EM PERSPECTIVA.....	45
2.1 MEDIAÇÃO SEMIÓTICA.....	46
2.2 PROCESSO DE FORMAÇÃO DE CONCEITOS .....	48
2.3 DESENVOLVIMENTO DOS CONCEITOS: LEI DE GENERALIDADE .....	53
2.4 NATUREZA DOS CONCEITOS .....	57
3. PERCURSO INVESTIGATIVO .....	61
3.1 IDENTIFICAÇÃO DAS SITUAÇÕES INICIAIS.....	65
3.2 PROJEÇÃO DA AÇÃO: PLANEJAMENTO DA AÇÃO, EXPLORANDO E DEMARCANDO O CAMPO DE PESQUISA.....	66
3.2.1 PROCESSO DE DEFINIÇÃO DO APLICATIVO DE QUÍMICA A SER UTILIZADO.....	66
3.2.2 APLICATIVO ÁTOMOS, ELEMENTOS E MOLÉCULAS: O APLICATIVO.....	70

3.2.3 O LOCUS DA PESQUISA .....	74
3.2.3.1 O Colégio Estadual Santa Luzia.....	75
3.2.4 ESCOLHA DOS PARTICIPANTES.....	79
3.2.5 DELINEAMENTO E PLANEJAMENTO DAS AULAS/INTERVENÇÕES.....	81
3.3 REALIZAÇÃO DAS ATIVIDADES PREVISTAS .....	100
3.3.1 DESENVOLVIMENTO DAS AULAS .....	100
3.3.2 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS .....	101
3.3.2.1 – Atividades Escritas .....	101
3.3.2.2 Aulas de Química com uso do <i>app</i> AEM.....	102
3.4 AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS: CATEGORIZAÇÃO ..	102
3.4.1 PRIMEIRA CATEGORIA: RELAÇÃO ENTRE VISUALIZAÇÃO E A MEDIAÇÃO DOS SIGNOS E INSTRUMENTOS NO PROCESSO DE FORMAÇÃO DE CONCEITOS.....	105
3.4.2 SEGUNDA CATEGORIA: RELAÇÃO COM O CONHECIMENTO .....	107
4.RELAÇÃO ENTRE VISUALIZAÇÃO E A MEDIAÇÃO SEMIÓTICA NO PROCESSO DE FORMAÇÃO DE CONCEITOS.....	110
4.1 GENERALIZAÇÕES INICIAIS: OS ESTADOS FÍSICOS DA MATÉRIA A PARTIR DA ÁGUA.....	110
4.2 DESENVOLVIMENTO DA PALAVRA LÍQUIDO: USO DO APLICATIVO EM CONTEXTO .....	117
4.3 RELAÇÕES CONSTRUÍDAS ENTRE IMAGENS E CONCEITOS CONSIDERANDO O USO DO APLICATIVO .....	129
5.A PRÁTICA DOCENTE E O DISCURSO TRANSPARENTE.....	149
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	159
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	162
ANEXOS	

## APÊNDICE

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema das fases da pesquisa-ação .....	62
Figura 2 - Ícone de acesso ao aplicativo AEM .....	70
Figura 3 - Print do Painel inicial do aplicativo AEM.....	71
Figura 4 - Print do primeiro painel de conteúdo do aplicativo AEM.....	71
Figura 5 - Print do painel 2 com uso da lupa .....	73
Figura 6 - Print do painel 1 do aplicativo AEM .....	84
Figura 7 - Print do painel 2 do aplicativo AEM .....	86
Figura 8 - Print do painel 3 do aplicativo AEM .....	87
Figura 9 - Print do painel 4 do aplicativo AEM .....	88
Figura 10 - Print do painel 5 do aplicativo AEM .....	89
Figura 11 - Print do painel 10 do aplicativo.....	90
Figura 12 - Print do painel 6 do aplicativo.....	91
Figura 13 - Print do painel 8 do aplicativo AEM .....	93
Figura 14 - Print do painel 12 do aplicativo AEM .....	94
Figura 15 - Print do painel 13 do aplicativo AEM .....	95
Figura 16 - Print do painel 19 do aplicativo AEM .....	97
Figura 17 - Print do painel 14 do aplicativo AEM .....	98
Figura 18 - Print do painel 15 do aplicativo AEM .....	99
Figura 19 - Categorias de análise.....	104
Figura 20. Print da primeira aba do aplicativo.....	117
Figura 21. Projeção do painel 2 do aplicativo AEM com a ferramenta lupa sobre o primeiro <i>erlenmeyer</i> .....	119
Figura 22. Projeção do painel 3 do aplicativo AEM.....	127
Figura 23. Pensamento verbal: sólido amarelo do aplicativo AEM .....	128
Figura 24. Esquema da relação do conceito líquido com a generalização da palavra água, antes da visualização das representações imagéticas do aplicativo.....	139
Figura 25. Esquema da relação do conceito líquido após a visualização das representações imagéticas do aplicativo. ....	141
Figura 26. Figura 1 da atividade 4, representando o fenômeno da fusão...	143

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Desenvolvimento do pensamento conceitual na Teoria Histórico-Cultural .....	52
Quadro 2 - Relação entre as fases da pesquisa-ação e a composição das etapas da pesquisa.....	64
Quadro 3 - Planejamento primeira aula .....	84
Quadro 4 - Planejamento da segunda aula .....	90

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Densidade dos serviços móveis pessoais (acesso por grupo de 100 habitantes) .....	28
Tabela 2 - ISO/IEC 9126- Características da Qualidade de Software .....	69
Tabela 3 - Índice de conteúdo do aplicativo AEM e seus respectivos painéis .....	72
Tabela 4 - Cronograma de atividades desenvolvidas .....	100

## **LISTA DE GRÁFICOS**

Gráfico 1. Palavras associadas ao fenômeno da fusão 146

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AEM - Átomos, Elementos e Moléculas;

Anatel- Agência Nacional de Telecomunicações;

App – Aplicativo;

BNCC- Base Nacional Comum Curricular

BYOD- *Bring Your Own Device*;

CESL–Colégio Estadual Santa Luzia;

DCN- Diretrizes Curriculares Nacionais;

FEBRACE - Feira Brasileira de Ciências e Engenharia;

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística;

IEC - *International Electrotechnical Commission*;

ISO - *International Organization for Standardization*;

MEC–Ministério da Educação;

MP3- MPEG 1 Layer-3

TDIC - Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação;

UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura.

WWW - World Wide Web;

## RESUMO

Esta tese discute a utilização de um aplicativo durante aulas de química, abordando o conteúdo estado físico da matéria. A temática da pesquisa surgiu com vista ao processo de ensino e aprendizagem suportado por tecnologias digitais de informação e comunicação, contextualizando as possibilidades que o celular pode oferecer e a problemática em volta da inserção desses recursos como aporte pedagógico. Dessa forma, a pesquisa objetivou compreender como se deu o desenvolvimento de conceitos científicos mediado por signos e o instrumento aplicativo, fundamentada em alguns elementos teóricos de Lev Semenovitch Vigotski, como o desenvolvimento de conceitos, mediação semiótica e generalizações. A pesquisa foi realizada com uma turma de Ensino Médio de uma escola de Educação Básica no município de Aparecida de Goiânia, região metropolitana da capital Goiana, com a participação de XX estudantes. O estudo, de natureza aplicada e de abordagem qualitativa, utilizou-se da pesquisa-ação como caminho metodológico, em que a pesquisadora se colocou em duplo papel, de professora e pesquisadora, debruçando-se sobre a análise da sua ação. Os resultados indicaram que os estudantes trazem conceitos de natureza espontânea quanto ao conteúdo abordado, relacionando a substância água e suas características com os estados físicos da matéria. Durante as aulas, o uso do aplicativo auxiliou no processo de desenvolvimento dos conceitos, evidenciando a interação dos estudantes como o instrumento aplicativo, que é constituído de representações visuais, das quais são signos mediadores do processo de significação dos conceitos no plano mental. Dessa forma, a visualização dessas representações imagéticas do aplicativo, no decorrer da aula, mostrou-se como uma ferramenta semiótica importante, ganhando significação por meio da palavra no pensamento. Entretanto, a análise dos dados apontou que o desenvolvimento dos conceitos científicos se deu de maneira tímida, apresentando no final do processo ainda certa relevância dos conceitos espontâneos. Isto evidenciou outros aspectos influenciadores do processo de desenvolvimento dos conceitos científicos durante as aulas, como a relação do sujeito com o conhecimento que foi discutida sob a perspectiva do sujeito professor, desvelando questões que permeiam essa discussão como a formação de professores de química e a concepção de ciência.

Palavras chaves: aplicativos, ensino de química, processo de ensino e aprendizagem, Vigotski.

## ABSTRACT

This work aimed to discuss the usage of an application (App) in Chemistry classes when the content state of matter was taught. The research theme came out due to the teaching-learning process supported by digital information and communication technologies – ICTs and contextualized the possibilities a smartphone may offer, as well as the issues involved in the insertion of these resources, in classes, as pedagogical tools. Thus, the research aimed to understand how the development of scientific concepts mediated by signs and the App, based on the theory by Lev Vygotsky, such as the development of concepts, semiotics mediation and generalizations. The research was conducted with a high school class of a Basic Education school based in Aparecida de Goiânia, a municipality belonging to the metropolitan region of Goiânia, the state capital of Goiás, with the participation of XX students. The applied nature and qualitative approach study used action research as a methodological path, in which the researcher placed herself in the roles of professor and researcher at the same time, and could focus on the analysis of her own actions. Results indicated that the students bring concepts of a spontaneous nature regarding the content addressed, in which they related the substance water and its characteristics to the physical states of matter. During the classes, the use of the application helped in the process of developing the concepts, while put in evidence the interaction of the students and the application, which, on its turn, consists of visual representations. That is, they are mediating signs of the process of signification of concepts in the mental plane. In this regard, visualization of these imagery representations of the application during the course of the lesson proved to be an important semiotic tool that gained meaning through the word in thought. However, the data analysis indicated that the development of scientific concepts occurred in a timid way, and at the end of the process it still showed some relevance of spontaneous concepts. This fact put in evidence other aspects which influenced the scientific concepts development process during classes, such as the relationship of the subject with the knowledge that was discussed from the perspective of the teacher, and unveiled issues that permeate this discussion such as the formation of Chemistry teachers and the conception of Science.

**Key-words:** Applications; Chemistry teaching process; Teaching-learning process; Vygostky.

## APRESENTAÇÃO

As revoluções científicas e tecnológicas são uma característica marcante da era atual. Os avanços dessas revoluções são responsáveis por mudanças na vida do homem moderno. Considerando esse contexto, a tecnologia tem transformado a vida social das pessoas e se desenvolvido enormemente nos últimos anos como argumentam vários autores, tais como Kenski (2012), Coll e Monereo (2010).

Muitas das atividades da vida humana, portanto, deixaram de ser lentas para serem céleres ou imediatas, em razão do uso do telefone móvel, que é um tipo de dispositivo móvel<sup>1</sup>, possibilitando, por exemplo, uma comunicação diversificada entre as pessoas, o que privilegia a constituição de uma sociedade contemporânea considerada “conectada”. Entende-se que essa nova maneira de viver em sociedade permite uma velocidade de informação e comunicação antes jamais experimentada (LÉVY, 1999). Exemplo dessa mudança pode ser dado pela correspondência entre pessoas que, antes da popularização da internet, era feita por cartas. Uma carta escrita à mão e enviada a uma pessoa poderia levar até meses para chegar ao seu destino desejado e hoje um simples deslizar de dedos é capaz de enviar mensagens, oferecendo uma comunicação de forma instantânea e transformando, assim, todo o contexto de comunicação entre pessoas. Deste modo, a educação, como várias outras áreas da vida do homem, está em processo de transformação por meio dessa Revolução Tecnológica (CASTELLS, 2002).

A popularização dos dispositivos móveis vem influenciando o cenário educacional como um todo, pois o perfil dos estudantes e suas relações com as mídias e seus dispositivos identificam anseios e motivações quanto à integração desses objetos no contexto educacional. Percebemos isso claramente pelo uso não apropriado do celular durante as aulas, que na maior parte das vezes, não se dá com direcionamento pedagógico ao uso dessas ferramentas (NAGUMO, 2014).

---

<sup>1</sup> Dispositivos móveis são aparelhos que possibilitam a mobilidade em diversos lugares e seu acesso, exemplo, celular (considerando diferentes modelos e as mais atuais versões), *tablets*, aparelhos de sistema de posicionamento global (GPS), leitores digitais de texto em formato PDF (*e-reads*), *notebook*.

Neste contexto, surgiram as minhas indagações e anseios enquanto professora e pesquisadora. Dessa forma, antes de adentrar no contexto destas indagações e anseios que compõem o objeto de estudo da minha pesquisa, peço licença ao leitor para falar em primeira pessoa e contextualizar um pouco da minha história e das minhas aproximações e interesses com as Tecnologias Digitais de Comunicação e Informação (TDIC). É importante apresentar estas aproximações, que transitam ao longo do meu processo formativo e profissional, tendo em vista a importância de se conhecer o contexto sócio-histórico do sujeito/pesquisador, considerando que a pesquisa não é neutra, mesmo que haja esforços para distanciá-la da subjetividade do pesquisador.

Vivenciei e acompanhei diversas mudanças quanto às TDIC ocorridos no final do século XX até os dias atuais, desde o acesso aos telefones públicos, aos telefones residenciais, aos telefones móveis analógicos até os mais atuais. Meus primeiros acessos à telefonia, na infância e parte da adolescência, foram por meio dos telefones públicos, conhecidos por orelhões, os quais utilizávamos fichas para discar e nos comunicar. Nessa época já tinha as linhas residenciais, mas eram obtidas por ações, sendo bem caras, na época minha família não tinha condições financeiras para adquirir.

O meu primeiro acesso ao telefone residencial fixo veio impulsionado pela aquisição de um computador, quando eu tinha por volta de 20 anos e já fazia graduação, desde meus 18 anos. A faculdade já me exigia trabalhos digitalizados, então, antes da minha família adquirir o primeiro computador residencial com acesso à internet discada, tive acesso aos computadores e a internet por meio das *Lan House*.

Vale ressaltar que o primeiro computador que minha família adquiriu foi comprado em várias prestações, e nosso acesso à internet era limitado, por conta de ser internet discada, e isso ocasionava a um aumento considerável dos valores da conta telefônica. Isso demonstra que o acesso a esses meios não era tão acessível a maior parte da população. Mais adiante, passamos a utilizar a internet via rádio e depois banda larga. Outra coisa importante a pontuar é que meus pais sempre priorizavam os estudos dos filhos, mesmo diante das dificuldades financeiras, então a aquisição de um computador veio

como um investimento nesse sentido, pois iria ajudar eu e meu irmão mais novo com os estudos. Entretanto, é importante destacar que isto não corresponde à realidade de muitos brasileiros, que têm muitas dificuldades financeiras e encontramos pessoas que não têm acesso a esses meios, por mais que as famílias priorizem a educação de seus filhos. Nesse sentido, sinto-me privilegiada.

O primeiro celular que tive acesso foi analógico, lembro que ele tinha antena que puxávamos para captar melhor o sinal. Eu o adquiri mais ou menos depois que obtivemos o primeiro computador, na época, eu já lecionava em um Colégio Estadual, como contrato temporário, e foi assim que consegui comprar com minha renda em várias prestações. Nunca fui muito de acompanhar o mercado das inovações dos celulares engendrado pelo consumismo excessivo. Sempre tive o objetivo que a portabilidade dessas tecnologias me interessava para fins práticos do meu cotidiano, dessa forma, não realizei muitas trocas de aparelhos celulares, só quando via necessidade de obter novas tecnologias que, até então não tinha, e que me ajudariam nas tarefas cotidianas. Sempre tive interesse por essas tecnologias que me foram oportunizadas ao longo de minha trajetória, o que influenciou meu interesse pela área.

A minha experiência enquanto professora iniciou-se no ano de 2001, vale ressaltar que sempre lecionei dentro do contexto das escolas públicas e, nessa época, não se encontravam alunos portando celular dentro da sala de aula. Porém em meados de 2010 o cenário já havia mudado, era comum encontrarmos alunos utilizando fones de ouvidos durante as aulas, e havia incessantes reclamações de professores na hora do recreio e em reuniões pedagógicas sobre o uso indiscriminado dos aparelhos celulares por parte dos estudantes, mesmo após pedidos para guardarem os aparelhos durante as aulas.

Essas situações eram, e ainda são, bastante desgastantes, no sentido de que o professor se vê competindo com atenção direcionada dos alunos à aula e ao acesso “ao mundo” nas mãos dos estudantes, por meio dos aparelhos celulares, que trazem várias formas de entretenimento disponíveis.

Em 2010, saiu a Lei nº 16.993, do Estado de Goiás, que proibia o uso de telefone celular na sala de aula das escolas da rede pública de ensino:

A ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DO ESTADO DE GOIÁS, nos termos do art. 10 da Constituição Estadual, decreta e eu sanciono a seguinte Lei: Art. 1º Fica proibido o uso de telefone celular na sala de aula das escolas da rede pública estadual de ensino. Parágrafo único. Cabe às escolas definirem as medidas disciplinares aplicáveis aos alunos que infringirem o disposto no *caput*. Art. 2º Esta Lei entra em vigor na data de sua publicação. PALÁCIO DO GOVERNO DO ESTADO DE GOIÁS, em Goiânia, 10 de maio de 2010, 122º da República. ALCIDES RODRIGUES FILHO (GOIÁS, 2010).

Lembro que, na época, uma das atitudes do diretor foi pregar o referido documento estampado em cima do quadro negro, em todas as salas de aula e comunicando aos alunos e professores a respeito. A escola então tentou compelir o uso dos celulares durante algum tempo, mas o uso indevido continuava a persistir por parte dos estudantes. Muitos professores faziam “vista grossa” diante dessas situações, outros reforçavam o respeito às leis, outros contestavam que deveria haver discussões e projetos para o uso pedagógico e trabalhar o senso de responsabilidade dos alunos ao portar esses aparelhos. E essa situação se estendeu, afrouxando as restrições, esvanecendo as proibições.

Nesse contexto, enquanto professora, continuava a presenciar os alunos tentando de algum modo utilizar seus celulares durante as aulas, vendo que as medidas coercitivas não eram efetivas para resolver a questão complexa que descortinava diariamente em meus olhos. Então, surgiram algumas indagações sobre o uso desses aparelhos em sala de aula: os celulares poderiam ser utilizados para ensinar química? Caso fosse possível, como fazer? Quais recursos que dispunham e quais seriam direcionados a esse fim pedagógico?

Na busca de respostas, interessei-me pelos aplicativos. Wilska (2003) diz que os aplicativos são utilizados pelos jovens principalmente para jogar. Entretanto, a sua utilização se estende a outros contextos de aplicabilidade, em que são empregados na execução de tarefas cotidianas, isso se tornou algo recorrente, pois quem porta esses aparelhos tecnológicos, pelo menos

uma vez ao dia, utiliza algum aplicativo, seja para enviar mensagens instantâneas, para ver algum vídeo, para acessar informações, ver as horas ou até mesmo para entretenimento em geral.

Considerando este contexto da minha prática docente e as minhas aproximações com as TDIC ao longo da minha história, direcionei minhas inquietações para o campo da pesquisa durante meu doutorado, o qual foi desenhado dentro de um contexto do uso de aplicativos no ensino da Química, considerando elementos da teoria de ensino e aprendizagem vigotskiana.

Essas aproximações teóricas e o arcabouço de pesquisas que vêm sendo orientadas no campo dos aplicativos educacionais no ensino de química, endossaram o objetivo principal do meu trabalho de compreender a dinâmica entre esses instrumentos de mediação (aplicativos) e o processo de ensino e aprendizagem.

Considerando estas questões, a tese foi construída em cinco capítulos. O primeiro, à guisa de introdução, traz uma contextualização do que é tecnologia e o uso das TDIC no contexto educacional, aproximando as discussões quanto à utilização de dispositivos móveis no ensino de química, especificando o viés dos aplicativos educacionais. Nesta introdução trago referências que me permitiram vislumbrar lacunas entre o uso de aplicativos no ensino de química e suas discussões alicerçadas na perspectiva vigotskiana e que permitiram sustentar as perguntas da pesquisa e seu objetivo, os quais serão apresentados no decorrer desse capítulo.

O segundo capítulo apresenta o arcabouço teórico que orientou a discussão dos resultados da pesquisa e explana um pouco sobre desenvolvimento de conceitos, mediação semiótica e generalizações à luz dos pressupostos de Vigotski. Saliento que não se viu necessidade de um aprofundamento em termos da teoria vigotskiana, pois muito já há explicitado na literatura. Dessa forma, foram trazidos elementos que darão suporte ao contexto investigativo do recorte em tela: uso de aplicativos e ensino de Química.

No terceiro capítulo é apresentada a metodologia empregada na pesquisa, orientada pela pesquisa-ação, e são detalhados todos os movimentos realizados no desenvolvimento da investigação, como

levantamento de situações iniciais sobre o uso de celulares, o planejamento das atividades, a explicação do aplicativo selecionado, identificação do *locus* da pesquisa, a explicitação das etapas de aplicação das atividades (intervenção) e delineamento das categorias de análise.

O quarto capítulo compõe a discussão da primeira categoria encontrada a partir da análise dos dados, discutindo a relação entre a visualização e a mediação semiótica no processo de formação conceitual a partir do uso do aplicativo. E, por último, o quinto capítulo discorre sobre as relações com o conhecimento a partir da tentativa de uma análise de minha própria prática que evidenciou a emergência de um discurso transparente impregnado nesta prática. Ademais, apresentamos as considerações finais, bem com as referências bibliográficas utilizadas.

## **1. À GUIA DE INTRODUÇÃO: A UTILIZAÇÃO DAS TECNOLOGIAS DIGITAIS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NO ENSINO E APRENDIZAGEM DA QUÍMICA**

Este capítulo visa apresentar a tecnologia como instrumento, constituído historicamente e culturalmente, capaz de auxiliar o ensino e aprendizagem. Foi desenhado na proposta de cinco tópicos. No primeiro é feita uma explanação geral do conceito de tecnologia e seus desdobramentos ao longo da história, desde sua perspectiva como técnica utilizada pelo homem primitivo até o(s) conceito(s) contemporâneo.

No segundo, apresenta-se um pouco sobre as questões que perpassam a inserção dos dispositivos móveis no campo educacional, relatando sobre seus direcionamos, dilemas e possibilidades. No terceiro, trazemos, de forma breve, o cenário do *Mobile Learning* e o ensino de Química, focando no uso do aparelho celular e os aplicativos, a partir de levantamentos da literatura que envolve o tema.

No quarto tópico, direcionamos o olhar aos aplicativos educacionais no âmbito do ensino de química, e por fim, no quinto, explanamos um pouco quanto às proposições que vem sendo apresentadas em relação à abordagem da visualização no ensino de química e os entrelaces com o uso de aplicativos educacionais.

Enfatizamos também, que o objetivo do trabalho, as hipóteses e as perguntas da pesquisa serão deslindadas nesse capítulo, a partir do estudo de referências que apresentam o contexto do tema em tela investigado.

### **1.1 TÉCNICA E TECNOLOGIA- DEFINIÇÃO E CONTEXTO HISTÓRICO**

A tecnologia está presente na vida humana desde os períodos mais remotos de sua existência. O homem com sua capacidade de agir e modificar a natureza fez o uso de ferramentas para garantir sua sobrevivência, utilizando-as para caça, pesca, defesa pessoal, ataque, domínio de territórios, dentre outras atividades. A descoberta do fogo, por exemplo, é uma técnica que possibilitou ao homem evoluir e a produzir tecnologias, saindo de

ferramentas rudimentares como o machado às ferramentas mais elaboradas como a lança e a flecha, até chegar aos computadores nos dias atuais (KENSKI, 2012).

Quando falamos em tecnologia, nos remetemos à etimologia da própria palavra técnica, ambas as palavras, técnica e tecnologia, têm origem grega da palavra *tchené* (VERASZTO *et al.*, 2008). Oliveira (2008), ao discutir questões de origem destes termos, sinaliza que “a técnica, a *techné* e a tecnologia correspondem às três fases do desenvolvimento histórico da técnica” (p.12).

Abbagnano (1982) suscita que a técnica “é um conjunto de regras aptas a dirigir eficazmente uma atividade qualquer” (p.906), está presente desde o aparecimento do homem na terra, evidenciando o princípio da ação do homem sobre a natureza pela ideia do saber fazer. Entretanto, inicialmente, sua concepção e seus desdobramentos encontravam-se atrelados ao plano místico e religioso. Assim, as mágicas e a religiosidade, que tinham como base crenças e ritos mitológicos, eram compreendidas como técnica.

Na Grécia antiga, o termo técnica ganhou um novo significado e rompeu com misticismo<sup>2</sup>, surge a partir daí a *techné* (técnica), fundamentada na razão. O artesão, por exemplo, ao desempenhar sua atividade, modifica a natureza e sobre ela impõe uma forma por ele determinada, utiliza-se de técnicas ou um saber fazer prático interessada na solução de problemas. Dessa forma, o artesão tem a posse de conhecimentos técnicos de como transformar o objeto material em determinado artefato que, na visão aristotélica, sua ação sobre o mundo material pressupõe uma razão. Tendo como princípio a experiência, a aprendizagem, trocas sociais e conhecimentos acumulados historicamente, essa compreensão de técnica configurou-se e ganhou *corpus* na era medieval, com ascensão da burguesia no poder, a qual utilizava de seus serviços, ou suas técnicas de arado, plantio, colheita e outros, para fins comerciais (OLIVEIRA, 2008).

A queda do Feudalismo e o surgimento da Idade Moderna, a partir do XV, demarcam a queda da dominação da Igreja Católica com a Reforma

---

<sup>2</sup> O misticismo refere-se em acreditar a um Deus humanizado, em que tudo que fazia era por proteção da divindade.

Protestante, a ascensão filosófica renascentista e trouxeram consigo a valoração do comércio, culminando no desenvolvimento e instauração do sistema econômico capitalista em meados dos séculos XVI e XVII (ANDERY *et al.*, 2012).

Com o desenvolvimento do sistema capitalista, a expansão comercial e as crescentes exigências do comércio, o artesão que até então desempenhava todas as funções da cadeia produtiva, desde a compra da matéria prima (ou até mesmo sua fabricação) à produção das mercadorias e sua comercialização, passou a redirecionar as funções de negociante e comerciante lojista ao intermediário capitalista, a este pertencia o produto, o qual era vendido no mercado com lucro (ANDERY *et al.*, 2012).

Com a continuação da expansão comercial e o deslocamento de trabalhadores sem propriedades às cidades<sup>3</sup>, há uma reorganização do processo produtivo, implicando no sistema de manufatura, que consiste em reunir um número grande de trabalhadores em determinado local, executando um determinado trabalho, vendendo a sua força de trabalho em troca do salário. Cabe ao proprietário da fábrica não realizar o trabalho manual, mas organizar a cadeia produtiva, orientar e vigiar a atividade dos trabalhadores objetivando maior produção e lucro. Entretanto, os capitalistas notaram que o sistema de manufatura estava à mercê das limitações do ritmo e do tempo de trabalho dos trabalhadores, pois dependia da força produtiva do esforço humano, o que, aos olhos do capitalistas são entraves ao desenvolvimento do capital (ANDERY *et al.*, 2012).

As circunstâncias repressivas de produtividade para manter o capital<sup>4</sup> e as limitações da manufatura se configuraram como terreno fértil para o surgimento da máquina, que culminou no desenvolvimento da Revolução Industrial no século XVIII, na Inglaterra. A partir de então, surge um novo modo de conceber técnica, por meio da tecnologia, a qual entrelaça os campos empíricos e científicos, o que proporcionou, segundo Oliveira (2008), a ideia

---

<sup>3</sup> “Uma das formas de os donos de terra aumentarem seus rendimentos e fazerem frente ao aumento de preços foi o fechamento das terras, ocorrida no século XVI em partes da Europa, basicamente na Inglaterra. [...]O fechamento das terras e a elevação dos arrendamentos fizeram com que milhares de pessoas ficassem sem condições de sobreviver, e, no, futuro, quando a indústria capitalista teve necessidade de trabalhadores, essas pessoas formaram parte da mão de obra por ela utilizada.” (ANDERY *et al.*, 2012, p.169)

<sup>4</sup> A palavra capital é referida dentro do entendimento marxista

do “poder do homem” de transformar a natureza por meio da tecnologia. Essa ideia aliada com a ascensão do capitalismo, dá a tecnologia um valor capital, sendo uma moeda de troca e poder entre as nações, relação que ganhou força e dá sustentabilidade para seu desenvolvimento. Nesse contexto a Ciência também se mostra um palco de transformações com a Revolução Industrial. Há um aumento das exigências do desenvolvimento científico, para fins de atender práticas sociais, ou o progresso das produções e, com isso, a Ciência volta-se ao desenvolvimento tecnológico (VÁZQUEZ, 1977). Engendra-se, dessa maneira, uma junção entre teoria e a aplicação, entre a ciência e a técnica, estabelecendo, de acordo com Oliveira (2008, p.7), o eixo epistemológico representado da seguinte maneira: “ciência+técnica=tecnologia”.

Conforme Veraszto *et al.* (2008), esta associação entre ciência e tecnologia tornou-se um amálgama difícil de ser separado nos dias atuais, e leva a uma confusão excessiva ao se tentar diferenciar o que vem a ser ciência e o que vem a ser tecnologia, mas que nos seus dizeres tanto a ciência, quanto a tecnologia, são ramos do saber humano nos quais “existem aspectos relevantes que enquadram cada uma delas dentro de suas respectivas particularidades” (p.20). Os referidos autores ainda nos dizem que, com esse movimento, a tecnologia passou ser definida a partir de dois principais vieses conceptivos, o primeiro denominado intelectualista, cuja tecnologia é derivada da ciência, ou dos conhecimentos científicos por meio da atividade prática, e o outro viés comunga da concepção da tecnologia como sinônimo de ciência da natureza e matemática.

Além dessas concepções, encontram-se outras como a concepção instrumentalista que se refere à tecnologia como equipamentos e aparelhos, uma visão simplista e ingênua, pois não considera as intenções e interesses sociais, econômicos e políticos daqueles que financiam e idealizam e controlam as tecnologias. Sabemos que a tecnologia não é neutra, sendo arraigada de interesses políticos e econômicos. Na ótica do sistema capitalista, a tecnologia é compreendida como:

[...] um conjunto de conhecimentos e informações provenientes de diferentes fontes como descobertas científicas e invenções, obtidas

por meio de diferentes métodos e utilizados na produção de bens e serviços direcionados a manutenção do capital. (CORRÊA, 1999, p.250).

Nessa mesma ótica, é sustentado o surgimento das tecnologias de informação de comunicação e informação no século XX. Podemos perceber isso a partir do surgimento do primeiro telefone. Wu (2012) nos relata como foi inaugurado o primeiro telefone, no dia 7 de março de 1916, em Washington, em um banquete, onde havia oitocentos homens, dentre eles almirantes da marinha, senadores, fundadores da Bell, executivos, jornalistas, todos distribuídos em mesas com telefones individuais. O tema do Banquete era “A voz viaja” e era uma demonstração de como a empresa American Telephone and Telegraph (AT&T) planejava interligar os Estados Unidos e o mundo por meio de chamadas telefônicas a longa distância.

Depois do jantar, os convidados foram instruídos a pegar seus receptores de telefone sobre a mesa. Eles viajaram pela linha até El Paso, na fronteira com o México, onde encontraram o general John Pershing, que depois seria comandante das forças americanas na Primeira Guerra Mundial.

“ Alô, general Pershing!

“ Alô, Sr. Carty!

“ Como vão as coisas na fronteira?”

“ Tudo tranquilo na fronteira.”

“ O senhor sabe que está falando com oitocentos pessoas?”

“ Não, não sabia”, respondeu o general Pershing. “Se soubesse, teria pensado em algo mais significativo para dizer”.

A plateia estava visivelmente atônita. “ Era um milagre da modernidade”[...]

O grande final foi uma demonstração da mais recente e talvez mais espantosa criação da Bell até então: um telefone sem fio, ancestral do nosso celular, do qual a Bell já possuía um protótipo funcional em 1916. (WU, 2012, p.10).

Nessa perspectiva, as tecnologias, em geral, são instrumentos de poder daqueles que as detêm. Uma das maiores expressões desse poder exercido sobre o homem ocorre quando estas são utilizadas por parte de dirigentes de qualquer esfera, seja econômica, militar ou política, em defesa de seus interesses, estabelecendo, assim, certo controle da sociedade. Porém, temos que considerar que, quando a tecnologia é concebida em função dessas demandas e exigências sociais que engendram o sistema capitalista em suas diferentes versões históricas da sociedade industrial e

contemporânea, finda modificando todo um conjunto de costume e valores e, por fim, agrega-se à cultura, modificando-a.

Com o advento da promoção do desenvolvimento das tecnologias de informação e comunicação (TIC) ocorrido na Primeira e Segunda Guerra Mundial e na Guerra Fria, chegamos à era informacional, na qual nos encontramos imersos em um mundo de dispositivos tecnológicos com múltiplas funcionalidades conectados virtualmente. A partir disso passou a se falar de ciberespaços, lugares virtuais, operacionalizados por *softwares*, constituídos por uma base de comunicação de dados e linguagem e interligados em rede.

O ciberespaço é um ambiente de relações sociais, culturais e econômicas, o que aparentemente não se distancia da ideia do espaço natural no bojo das relações enquanto sociedade, já que o ciberespaço não se constitui autônomo, mas pela organização social humano, no entanto o que o difere é a viabilização de processos de comunicação jamais experimentados em outros tempos, como sinaliza Sá Filho (2006). Nesse novo espaço, configuram-se novos ramos culturais e mudanças de padrões comportamentais (LÉVY, 1999), em que a tecnologia passa a ser compreendida sob novas perspectivas, para além dos aspectos técnicos, mas passa a incorporar os aspectos culturais e o caráter sócio-organizacional (PACEY, 1983).

À luz do que foi dito, inferimos que tecnologia ganhou novos sentidos ao longo dos tempos, sentidos estes que são de difícil de definição, pois há uma multiplicidade de aspectos envolvidos. Diante dessa complexidade, concordamos com o entendimento de Vargas (2001, 2003) de que a tecnologia parte da cultura humana e não pode ser considerada simplesmente como mercadoria que se compra, vende e consome, mas compreende um saber, adquirido pela educação teórica, prática e principalmente pela pesquisa, portanto é “algo que se adquire vivendo, aprendendo, pesquisando, interrogando e discutindo” (VARGAS, 2003, p. 182).

A tecnologia alcança a educação, imprimindo mudanças nos sujeitos que a compõem e constituem. Nesse aspecto, concordamos com o posicionamento de Coll e Monereo (2010), de que a tecnologia sob olhares

do viés educativo não se encerra em um conjunto de ferramentas auxiliaadoras à prática pedagógica. Pode então ser considerada numa dimensão mais ampla, enquanto instrumento mediador da aprendizagem, já que carrega signos da linguagem de todo um contexto sócio-histórico-cultural construído, mas seu emprego e inserção nos campos educacionais passam por várias questões, algumas das quais detalharemos mais a seguir.

## **1.2 USO DE DISPOSITIVOS MÓVEIS NO CONTEXTO EDUCACIONAL**

O uso das TDIC no contexto educacional vem sendo direcionado por diversos documentos legais. Como trazem as legislações: Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional de 1996, os Parâmetros Curriculares Nacionais, as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN), recentemente, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e a UNESCO (2014). Esses documentos partem da argumentação de que a tecnologia faz parte da realidade dos jovens e de que sua introdução no âmbito educacional reforça a perspectiva de formação/desenvolvimento do cidadão para o mercado de trabalho.

Ressaltamos que não necessariamente concordamos com a perspectiva de tais documentos de formar cidadãos tendo o mundo do trabalho como foco, pois há diversos referenciais que se contrapõem a essa compreensão de mundo por considerá-la um híbrido de discursos que coadunam perspectivas teóricas divergentes em termos de mundo e trabalho (LOPES, 2002; COSTA; LOPES, 2018).

No entanto, também não podemos fugir à realidade da amplitude que as tecnologias têm na vida das pessoas em geral, e dos jovens em específico. Com o uso maciço e constante dos dispositivos móveis nos dias atuais, o uso das tecnologias se amplia por causa da independência de tempo e lugar que esses dispositivos possibilitam devido suas características de mobilidade (aprender enquanto se está em movimento), aliada à forma ubíqua (em qualquer lugar e a qualquer momento). Vale destacar que outras ferramentas, como o livro didático, também têm essas características, pois o livro é um objeto que pode ser levado a qualquer lugar, ser usado a qualquer momento e, com o qual, a pessoa pode aprender enquanto se está em movimento

também, mas não tem a dinamicidade que os aparelhos móveis, por exemplo, têm, como acessar diversos aplicativos de banco, de redes sociais ou de acesso a diversas fontes de informação.

Como esclarecem Saccol, Schlemmer e Barbosa (2011), a questão da mobilidade apresentada pela perspectiva da aprendizagem móvel vai além da dimensão física do distanciamento do aprendiz quanto à sala de aula, há outros desdobramentos quando tratado o uso desses dispositivos que legitimam essas características. Os autores apoiados em outros da literatura que discorrem a respeito trazem que há vários tipos de mobilidade, considerados na dimensão do termo, tais como: a tecnológica, quando o indivíduo porta vários aparatos tecnológicos como um *nootbook*, um celular, um MP3 e pode utilizar-se desses aparelhos em conjunto, enriquecendo a busca do conhecimento.

Os referidos autores apresentam também o viés da mobilidade conceitual, no sentido de que quando estamos em movimento, e ao mesmo tempo conectados, são nos oportunizados vários outros meios ou mecanismos de informação que podem vir a ser utilizados como conhecimentos que, em ambientes fechados, como a sala de aula, seriam direcionados à interação professor-aluno e alunos-alunos.

Além desses aspectos apresentados, Saccol, Schlemmer e Barbosa (2011) discorrem quanto à mobilidade sociointeracional, pois à medida que utilizamos estes recursos, aprendemos ao interagirmos com outras pessoas, considerando que estamos conectados a diversos grupos em redes sociais, interagindo com várias informações. Por fim, trazem a questão da mobilidade enquanto aspecto temporal, na perspectiva que essas novas tecnologias nos permitem não só aprender em vários locais, mas ao mesmo tempo em diferentes momentos.

Todas estas questões são evidenciadas com avanço e crescimento do acesso à TDIC, especialmente o uso do celular. Mas, é preciso também compreender que a realidade de acesso às tecnologias é ainda desigual no território brasileiro marcado por desigualdades econômicas e sociais, que são explicitadas por dados em diversas áreas. De acordo com uma pesquisa da Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel) a respeito do acesso de

telefonia móvel e seus serviços no Brasil, o país, em 2019, contava com 96,8% de densidade de acessos a serviços móveis por grupo de 100 habitantes, considerando um total de 227,1 mil acessos. Esses dados foram distribuídos por região como mostra a Tabela 1:

**Tabela 1.** Densidade dos serviços móveis pessoais (acesso por grupo de 100 habitantes)

Região do país	Densidade de acesso/100hab
Norte	0-90%
Nordeste	90-100%
Centro- Oeste	100-110%
Sul	110-120%
Sudeste	>120%

**Fonte:** ANATEL (2020)

Como podemos observar, os percentuais de densidade de acesso/100 habitantes evidenciam que o acesso é diferente em cada região do país. Em regiões mais carentes, como o Norte, muitos ainda não tem acesso a esses serviços. Na pesquisa da Anatel, é possível ver os dados quanto aos estados e municípios, o Estado de Goiás, por exemplo, encontra-se com 103,4%, perdendo somente para os estados do Distrito Federal, São Paulo e Rio de Janeiro, ficando por último nessa classificação os estados do Piauí, Bahia e Sergipe. No município de Aparecida de Goiânia, onde foi desenvolvida a presente pesquisa, o percentual é de 81,8% em comparação com Goiânia (164,1%), a capital do Estado de Goiás, sendo uma diferença significativa.

Os dados salientam que o acesso desses meios de comunicação e informação por parte da população, em especial as mais carentes, é pequeno dentro do contexto maciço dos avanços tecnológicos. Conforme Echalar e Peixoto (2016), as “políticas para a inclusão digital via ambiente escolar partem do pressuposto de que a inclusão digital conduz à inclusão social” (p.8), porém legitimam formas de dominação cultural, pois baseiam-se em desigualdades sociais como centro das dificuldades de inserção. Dessa forma, tais políticas desviam o debate acerca da lógica capital na qual o setor privado e governamental são mantenedores de uma perspectiva

tecnocêntrica, “no sentido de que atribuem à tecnologia uma certa autonomia em relação ao contexto e, por conseguinte, às formas de uso” (p. 21), configurando, assim, uma exclusão ao invés de propriamente uma inclusão.

Ainda segundo as autoras, deve-se considerar que os meios, quando não estão ao alcance de ferramentas críticas básicas, identificam o mundo dentro de uma lógica mercadológica priorizando valores fundamentados do capital. Nesse movimento, as TDIC inseridas no contexto educacional sem discernimento e orientações adequadas legitimam práticas sociais alimentadas por discursos ideológicos de relações de poder e valoração do capital. À luz disso, críticas relacionadas ao processo de aproximação entre as TDIC e educação, conforme apontam Echalar e Peixoto (2016), precisam ser discutidas e são importantes.

Essas questões assinaladas evidenciam que há vários aspectos que precisam ser discutidos no âmbito do uso dos dispositivos móveis em salas de aula. O uso não é sinônimo de apropriação e inserção, pois estas ações requerem debates tanto relacionados a aspectos pedagógicos, quanto a questões políticas e econômicas que subsidiam as diretrizes educacionais. A formação de professores, por exemplo, é um dos elementos que compõe essas ações de debates, autores como Schuhmacher, Alves Filho e Schuhmacher (2017) afirmam que estas questões que tangenciam a formação de professores estão desde a formação inicial dos docentes até a atuação no mercado profissional. Em seus estudos de formação de professores, de natureza tanto inicial quanto continuada, identificaram alguns obstáculos nesse processo, os quais dificultam o processo de inserção das TDIC e sua efetivação de qualidade no ensino, de natureza: estrutural, epistemológica e didática.

Os obstáculos estruturais estão relacionados ao sentido da debilidade de promoções de ações por parte dos cursos de formação de professores e das Instituições quanto às TDIC como recursos pedagógicos ou objetos de estudo entre os docentes. Schuhmacher, Alves Filho e Schuhmacher (2011) salientam que, quando haja esforços por parte das instituições de ensino para que os cursos de formação de professores disponibilizem e promovam o

desenvolvimento dessas competências no processo formativo, os envolvidos, muitas vezes, se deparam sozinhos, não contando com uma estrutura organizacional e de gestão que promova o grupo como um todo na causa.

Os epistemológicos<sup>5</sup> são relativos ao desenvolvimento do conhecimento científico, referindo-se assim à própria natureza do conhecimento em TDIC. Quanto aos obstáculos didáticos, especificamente, os autores orientam-se nas perspectivas de Brousseau para sustentar suas análises e dizem que esses obstáculos se configuram quando os docentes estabelecem propostas didáticas que não contemplam os conhecimentos anteriores dos estudantes. Para os autores, os alunos trazem conhecimentos pré-estabelecidos no decorrer de seu processo histórico quanto ao uso das tecnologias e estão apropriados delas em seu dia-a-dia, mas os professores resistem “às contradições inerentes às adaptações que procuram fazer, obstruindo a aquisição de novos conhecimentos” (Ibid., p.575).

Além dessas questões relacionadas à inserção das TDIC no contexto escolar, que envolvem tramas discursivas reveladas na própria prática docente e também as dificuldades relativas à formação dos professores para o uso das TDIC (JACON; MELLO, 2016), não podemos deixar de levantar um aspecto crucial que vem sendo imposto no contexto atual. Tal aspecto, que é a transferência unilateral de responsabilidades para os professores numa empreitada da transformação da educação na era informacional, endossado mais recentemente pela Portaria nº343, de 17 de março de 2020, promulgada pelo Ministério da Educação (BRASIL, 2020), que responsabiliza os professores a darem conta das demandas e ajustarem suas práticas pedagógicas numa lógica de fazeres e saberes um tanto estranhas a sua formação inicial e sua práxis enquanto docente (ALONSO, 2008).

Concordamos com Fonseca (2013) que se tratando de tecnologia, “o potencial não reside nela própria, e sim na interação com o homem” (p.165). A tecnologia inserida no contexto sociocultural vai se constituindo, se

---

<sup>5</sup> Os autores se espelham na concepção Bachelardiana quanto aos obstáculos epistemológicos, em que obstáculos são definidos como qualquer conceito ou método que impede o desenvolvimento do conhecimento científico.

desenvolvendo e ganhando corpus por meio das relações sociais e culturais que o meio proporciona.

No atual momento de pandemia em que estamos vivendo, emergem, de várias formas, discussões sobre o uso das tecnologias tanto nas relações entre as pessoas quanto no cenário educacional. Tais discussões mostram que as tecnologias de informação e comunicação precisam ser consideradas, e analisadas, em todos os âmbitos da sociedade (DURAN, 2020).

Torna-se compreensível que, nesse contexto, há toda uma preocupação com o impacto e as mudanças que a inserção das tecnologias no processo de ensino pode causar. E isso impõe, de certa maneira, que educadores e pesquisadores se posicionem para compreender e agir sobre as transformações do mundo em meio aos aparatos tecnológicos e midiáticos. Mas vale frisar que esse posicionamento não significa que estamos responsabilizando somente a educação nesse processo. Há, e deve haver, outras instâncias sim que se engendram nessa "luta", partindo de políticas públicas que promovam o acesso a essas ferramentas tecnológicas.

Diante do contexto apontado, tornam-se eminentes todas estas questões que ganham grandes dimensões, especialmente, porque cada vez mais o público jovem tem acesso às TDIC. Conforme levantamento do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), de 2018, no período de 2016 a 2017, mais da metade das pessoas de 10 anos ou mais tinham celular para o uso pessoal, 77,1% em 2016 passando a 78,2% em 2017. O percentual de pessoas com celular era menor no grupo de 10 a 13 anos (41,8%), atingindo maiores proporções nos grupos acima de 25 anos (IBGE, 2018).

Entretanto, percebemos que o aumento do acesso a esses recursos vem sendo utilizado sem muita orientação e fica à mercê das informações da mídia, não havendo exploração dos potenciais que poderiam desenvolver ao se dispor o uso dessas TDIC, quando direcionadas à dimensão de aprendizagem. Os dados, portanto, evidenciam que o acesso ao celular vem crescendo entre os jovens. Esse é um contexto amplo que sinaliza várias questões, mas que enfatiza que as TDIC fazem parte do mundo jovem, como instrumento cultural, e que esses aparelhos chegam às escolas, mesmo com

Leis que proíbem seu uso, adotadas por alguns estados como estado de Goiás a partir de 2010.

Considerando os dilemas e possibilidades que as TDIC descortinam no nosso contexto atual, Sodré (2012), ao discutir possibilidades de “reinvenção” da educação, traz um posicionamento, também compartilhado no âmbito da presente investigação, de que a tecnologização do mundo na contemporaneidade é consensual, e a educação vê-se obrigada a pensar e agir nos moldes dessas exigências, nesse sentido, questões cruciais surgem:

Uma das muitas é a de determinar se a educação ainda guarda, como fundo duplo da história, a possibilidade de contornar as pretensões monoculturalistas de uma verdade universal ou de apontar para horizontes humanos além das leis do capital e seu mercado de bens, serviços e trabalho. Outra questão é saber levar em conta o fato iniludível de que as tecnologias da comunicação e da informação não podem ser doravante dissociadas de qualquer discurso a que se venha atribuir um estatuto pedagógico. A comunicação, em toda a abrangência conceitual da palavra, está no cerne da educação que vem. Por um lado, o indivíduo sente-se compelido a correr contra o tempo produzido e acelerado pelas tecnologias da informação, já que é imperativo atualizar-se para se pôr à altura das novas exigências oriundas do mundo do conhecimento e do trabalho. Por outro, as mesmas tecnologias que o pressionam podem converter-se em valiosas ferramentas formativas (SODRÉ, 2012, p.136, 144).

Isso posto, o trabalho apresenta o viés do uso das TDIC, em específico o uso de aplicativos, em aulas de química como uma possibilidade e um campo emergente para discussões sobre o processo de ensino e aprendizagem a partir da vertente do *Mobile Learning*. A seguir trataremos um pouco sobre esse contexto de aprendizagem móvel que se apresenta ao ensino de química e o que vem sendo desenvolvido no âmbito de uso de aplicativos de dispositivos móveis.

### **1.3 MOBILE LEARNING NO ENSINO DA QUÍMICA**

O termo *Mobile Learning (m-learning)* faz referência ao desenvolvimento educacional em qualquer momento e lugar por meio de dispositivos móveis. *Mobile* remete a ubíquo que é sinônimo de onipresente, ou, estar presente em todas as partes (SACCOL; SCHLEMMER; BARBOSA,

2011). A introdução do termo ubiquidade deriva da computação ubíqua, a qual se entende como a integração da informática em torno do sujeito, de forma que os dispositivos não se percebam como objetos isolados (WEISER, 1991).

Outros termos são relacionados ao termo *m-learning* como o aprendizado que implica o *e-learning* (aprendizagem eletrônica) através de meios móveis eletrônicos, tais como *i-pod*, *smartphone* e *tablet*. De maneira geral, o termo engloba todo dispositivo móvel que disponha de conectividade sem fio a partir dos quais se pode fazer *downloads*, realizar tarefas e acessar os ambientes virtuais. Outro termo conhecido é *u-learning* (universal/aprendizagem ubíqua) como uma formação única, acessível em distintos canais ao mesmo tempo e em qualquer lugar. De acordo com Saccol, Schlemmer e Barbosa (2011) o *Mobile Learning* atua como:

[...] processos de aprendizagem apoiados pelo uso de Tecnologias da Informação ou Comunicações móveis e sem fio, e que tem como característica fundamental a mobilidade dos aprendizes, que podem estar fisicamente/geograficamente distantes uns dos outros e também de espaços formais de educação, tais como salas de aula, salas de formação, capacitação e treinamento ou local de trabalho. (SACCOL; SCHLEMMER; BARBOSA 2011, p.25)

O aprendizado ubíquo possui algumas características peculiares como: de permanência, possibilitando aos estudantes não perderem seus trabalhos, pois podem acessar a qualquer momento em ambientes salvos virtualmente; a acessibilidade, que é a possibilidade de alcance aos documentos de maneira geral em qualquer sítio de busca; a imediatez e a interatividade, além de proporcionar atividades situadas integrando aprendizagem à vida diária e à adaptabilidade em diversos ambientes (VÁZQUEZ-CANO; GARCÍA, 2015).

Considerando o contexto do ensino da Química, a utilização do *m-learning* vem se configurando como uma proposta recente, que não se pauta somente na disponibilidade e acessibilidade do uso de dispositivos móveis no processo de ensino e aprendizagem, mas também precisa trazer reflexões acerca da práxis docente orientada ao uso dessa proposta pedagógica.

Cleophas *et al.* (2015), em estudo realizado na literatura disponibilizada sobre *m-learning*, observaram que há ainda um longo caminho a percorrer, pois poucos trabalhos são direcionados ao ensino de Ciências e, menos

ainda, se direcionam ao ensino de Química. Os autores trazem dimensões categóricas a respeito do *m-learning* e à integração das tecnologias móveis no contexto educativo, salientando que essas discussões são plausíveis no sentido de que contribuem para avanços de propostas pedagógicas e ganham consistência e credibilidade à medida que pesquisas na área avançam. No estudo desses autores, as dimensões discursivas são reveladas em categorias relacionadas quanto ao conceito de *m-learning*, às plataformas de desenvolvimento das tecnologias móveis e suas ferramentas pedagógicas, à usabilidade do celular no contexto escolar destacando as diversas formas de emprego desses dispositivos na sala de aula.

Tais categorias apontam que a inclusão dos dispositivos móveis portáteis em aulas ainda se mostra como tema controverso e suscita debates quanto ao uso, e não uso, dessas ferramentas tecnológicas no processo de ensino e aprendizagem. A partir disto, faz-se importante a discussão de temas quanto aos aspectos relacionados aos objetos de aprendizagem para a execução nos dispositivos móveis, e os devidos recursos que possam contribuir para o seu uso em ambiente escolar, quando suportado por tais tecnologias.

Há diversas formas de recorrer ao *m-learning* no ensino da Química: utilização de programas que trabalham com resolução de problemas a partir de experimentos utilizando cenários de laboratórios virtuais (JAGODZINSKI; WOLSKI, 2015); pode-se utilizar ferramentas para cálculos (FELDT; MATA; DIETERICH, 2012); recorrer a animações de modelos químicos, representações de moléculas e simulações (AL-BALUSHI *et al.*, 2016); utilizar jogos (SOUZA *et al.*, 2016); além da utilização da web 2.0, ou acesso à internet por sítios de busca como as plataformas *Google*. Todas essas possibilidades ganham ubiquidade quando suportados por aparelhos móveis e sem fio como o celular (TORRES *et al.*, 2007).

No cenário atual em que esses aparelhos estão mais inovadores a cada lançamento, admitem-se muitas outras possibilidades, como o uso de aplicativos. Nesse universo de aplicativos disponíveis, é importante denotar como tais recursos vêm sendo trazidos à tona na perspectiva educacional e, a partir disso, trazemos para o foco da apresentação desta pesquisa o uso

dos aplicativos no ensino da Química, tendo em vista alguns elementos que podem respaldar as discussões a serem tecidas no âmbito desta tese.

#### **1.4 APLICATIVOS E O ENSINO DE QUÍMICA**

Considerando-se as diversas funcionalidades dos aparelhos celulares, hoje denominados smartphones, estes configuram-se como interessantes ferramentas quando aliadas ao ensino da Química, como advogam Libman e Huang (2013) e Williams e Pence (2011). Os referidos autores argumentam que esses aparelhos tecnológicos podem ser utilizados no ensino da Química de três maneiras: a primeira é o uso do navegador da web pelo acesso ao World WideWeb (www), possibilitando o estudante navegar, pesquisar e criar conteúdo em rede. A segunda se dá por meio de aplicativos, ferramentas disponibilizadas para dar suporte ao usuário em diversas aplicabilidades do celular em campos de entretenimento, funcionalidade, produtividade e, por fim, uso de QR-code, ou códigos de barras bidimensionais que são utilizados na criação de objetos inteligentes, como também vem sendo abordados por Ferreira e Cleophas (2018).

Focamos nossas análises quanto à utilização de aplicativos (*app*) e, nesse direcionamento, encontramos na literatura alguns trabalhos a respeito, tais como de Nichele e Schlemmer (2014) que afirmam que essas ferramentas tecnológicas contribuem para implementar diferentes estratégias de ensino e aprendizagem, possibilitando a ampliação das possibilidades de ação e interação entre sujeitos, sujeitos e meio, bem como dos processos de colaboração e a cooperação.

Estes aplicativos estão na maior parte disponibilizados em rede para acesso dos estudantes. Libman e Huang (2013), em um estudo de revisão acerca de aplicativos utilizados no ensino da Química, selecionaram trinta

aplicativos populares, disponíveis em plataformas *Android*<sup>6</sup> e *IOS*<sup>7</sup>, sendo alguns gratuitos ou de baixo custo ao usuário, que podem ser usados para aprender química ou como ferramenta de busca para pesquisas direcionadas ao ensino fundamental, médio ou superior. Os dados da pesquisa citada estão relacionados com *softwares* de química em inglês e, dentre os aplicativos investigados, citam-se os de visualização molecular, tabela periódica, utilidades, busca e referenciais de conteúdo de química em geral.

Em pesquisa realizada com quarenta aplicativos em português, Jesus e Mesquita (2016) categorizaram aplicativos disponibilizados na loja virtual *Play Store*<sup>8</sup>, de maneira gratuita, e encontraram aplicativos de hipertexto, jogos, calculadora, exercícios, laboratório virtual e modelagem molecular. Os dados da pesquisa com aplicativos em português revelaram que estes não diferem tanto dos *app* em inglês apresentados por Libman e Hung (2013) e que, embora eles tenham possibilidades educacionais, precisam ser analisados com cuidado pelo fato de não serem elaboradoras considerando as perspectivas pedagógicas que envolvem questões de ensino e aprendizagem de conceitos em sua relação com os enfoques teóricos que podem sustentar, de forma mais efetiva, o processo de construção de saberes químicos em sala de aula.

Embora seja importante uma análise cuidadosa dos aplicativos que versam sobre o contexto da Química, entendemos que há possibilidades de uso destas ferramentas, pois as pesquisas sobre o uso de aplicativos e a produção desses voltada para abordagem de conceitos químicos tem tido um considerável aumento em termos quantitativos.

Nichele e Schlemmer (2014) realizaram uma pesquisa com aplicativos disponibilizados em rede, com o objetivo de conhecer os aplicativos com potencial para a educação Química e seu crescimento. A pesquisa foi

---

<sup>6</sup> *Android* é o nome do sistema operacional baseado em Linux que opera em celulares (*smartphones*), *netbooks* e *tablets*. Desenvolvido pela *Open Handset Alliance*, uma aliança entre várias empresas, dentre elas a Google. O funcionamento do *Android* é idêntico a outros sistemas operacionais (como *Windows*, *Mac OS*, *Ubuntu*, entre outros), cuja função é gerenciar todos os processos dos aplicativos e do hardware de um computador para que funcionem perfeitamente" (SIGNIFICADO, 2013, não paginado)

<sup>7</sup> *IOS* é o sistema operacional da Apple Inc., desenvolvido para os celulares iPhone.

<sup>8</sup> *Play Store*<sup>®</sup> é uma loja virtual, desenvolvido pela *Google Inc.* para que seus usuários possam navegar e fazer downloads de aplicativos em seus dispositivos móveis com sistema operacional *Android*.

realizada entre maio de 2012 e dezembro de 2013, na loja virtual *App Store*<sup>9</sup>. Observou-se que, no interstício de 20 meses, de maio de 2012 a dezembro de 2013, o número de aplicativos para *iPad* teve um crescimento de cerca de 92%, de 344 para 661 aplicativos, indicando a disseminação mundial desse tipo de tecnologia no contexto da educação Química.

As autoras apontaram que a evolução do número de aplicativos poderia mobilizar os professores da área quanto a utilização das Tecnologias Digitais Móveis e Sem Fio, vislumbrando uma possibilidade de inovação nos processos de ensino e aprendizagem da Química. Entretanto, vale ressaltar que as considerações dos autores estavam pautadas em algumas políticas públicas do governo federal no período de 2012 e 2013, como o projeto Educação Digital-Política para computadores interativos e *tablets* aos professores das escolas públicas que receberam os equipamentos na época. Porém, muitos equipamentos foram entregues já danificados e não foi realizada capacitação para todos que seriam participantes deste projeto. Dessa forma, podemos ver que nem sempre o aumento ou acesso tem proposições e objetivos educacionais efetivos, as medidas e ações vão determinar em certo sentido promoções de outras ordens de natureza, como as mercadológicas, políticas de interesse e promoção e alienantes.

Nesse direcionamento, Nichele e Schlemmer (2014) defendem que somente o conhecimento dos aplicativos para *tablets* também não é suficiente para que ocorra inovação na Educação Química, pois para que a inovação aconteça é necessário, primeiro, que os professores atribuam sentidos, signifiquem o uso, no que se refere ao seu próprio processo de aprendizagem. Para os autores, esse processo precisa ser fundamentado numa perspectiva mais ampla que envolve antes uma clareza epistemológica no que se refere à compreensão de como os sujeitos aprendem na interação com esses dispositivos e aplicativos e na relação com as especificidades da área do conhecimento (Química) para que, dessa forma, possam desenvolver metodologias, práticas e processos de mediação pedagógica capazes de provocar mudanças significativas na forma de se ensinar e de aprender,

---

<sup>9</sup> *App Store*® é uma loja virtual, desenvolvido pela *Apple Inc.* para que seus usuários possam navegar e fazer downloads dos aplicativos em seus dispositivos *iPhone*, *iPad* e outros dispositivos da empresa suportados pelo sistema operacional *iOS*.

considerando as especificidades desses dispositivos, bem como o contexto da mobilidade.

A pesquisa destacou ainda que, quando estas tecnologias são associadas a metodologias, práticas e processos de mediação pedagógica, são capazes de provocar mudanças significativas na forma como se ensina e se aprende em contexto de mobilidade. Enfatizou-se que se faz necessário que os docentes atribuam sentido ao que significa aprender em contexto de mobilidade para que dessa forma possam propiciar situações de ensino e de aprendizagem a partir de metodologias, práticas e processos de mediação pedagógica considerando as especificidades e as potencialidades das Tecnologias Digitais Móveis e Sem Fio em contexto de mobilidade física, tecnológica, conceitual, sócio interacional e temporal. Nichele e Schlemmer (2014) explicitam que há ainda poucos trabalhos relacionados na literatura, citando alguns como de Libman e Huang (2013); Ekins, Clarck e Williams (2013); Feldt, Mata e Dieterich (2012); Bonifácio (2012); Williams e Pence (2011); García-Ruiz, Valdez-Velazquez e Gómez-Sandoval (2012).

Mais recentemente, Leite (2014) realizou um trabalho que teve como objetivo apresentar o levantamento inicial de alguns recursos didáticos digitais que podem ser utilizados no ensino de Química através do uso de dispositivos móveis disponibilizados, tanto gratuitamente como pagos, na loja virtual *Play Store*® e, para tal, Leite (2014) efetuou buscas com as palavras Química e *Chemistry*. A opção pela busca de palavras em versões da língua inglesa e da língua portuguesa foi considerada pelo fato de que um número superior de aplicativos estaria disponível em língua inglesa, entretanto, tendo o olhar na utilização por professores e estudantes residentes no Brasil, os aplicativos em língua portuguesa seriam mais convenientes para discussão, o que, segundo o autor, era a prioridade no estudo.

No levantamento inicial para cada palavra-chave, independentemente do tipo de escolha na pesquisa (gratuito, pago, química, *chemistry*), os resultados exibidos são limitados em 250 *app*. Os resultados apresentaram algumas possibilidades de uso destes recursos, contudo, dificuldades são percebidas para sua utilização e posterior contribuição no ensino de Química. O autor conclui que estes resultados são válidos, pois provocam reflexões nos

professores de Química sobre a necessidade de se desenvolver práticas pedagógicas capazes de dar conta das especificidades relacionadas ao processo de ensino e aprendizagem da Química com o uso dos recursos móveis, superando o paradigma educacional vigente e estando mais perto do contexto dos estudantes atualmente.

Percebemos, então, que há vários trabalhos sendo desenvolvidos abordando a aprendizagem da química nesta perspectiva *m-learning*. Wu *et al.* (2012) fizeram um estudo sistemático, por meio da abordagem de meta-análise, de trabalhos publicados no período de 2003 a 2010, e observaram que, até então, a maioria dos estudos sobre *m-learning* se concentram na eficácia do uso da ferramenta durante as aulas, seguida pelo *design* de sistemas direcionados.

Em estudos mais atuais, Nichele e Canto (2016) pesquisaram artigos publicados no período de 2011 a 2015, e analisaram estratégias para uso de aplicativos para o ensino de Química e, também, para o ensino de modo geral. Segundo os autores, há uma maior disponibilidade de trabalhos relacionados à aplicabilidade dos dispositivos móveis quanto:

[...] A adoção desses dispositivos móveis para o registro de informações geradas em sala de aula para além do registro em papel, construindo e inserindo imagens, criando e disponibilizando vídeos educativos, bem como utilizando a “computação na nuvem” para o compartilhamento dos registros e arquivos criados por professores e estudantes. Todas se caracterizando por atividades que estimulam a adoção do *mobile learning* por meio do *BYOD*<sup>10</sup>, proporcionando a continuidade das atividades desenvolvidas em sala de aula para além das paredes da escola, ao proporcionar que os estudantes tenham acesso aos registros e materiais relacionados à aula, bem como, desenvolvam atividades em qualquer lugar a qualquer momento por meio de seus dispositivos móveis. (NICHELE; CANTO, 2016, p.9).

A partir da leitura desses referenciais, percebe-se que as pesquisas no contexto do uso de aplicativos voltado ao ensino de química são recentes, o que abre espaço para novas investigações, mas também percebe-se que as

---

<sup>10</sup> *BYOD* é uma sigla que vem do termo inglês *bring your own device*, que quer dizer traga seu próprio dispositivo, ou seja, uso de *gadgets* (dispositivos eletrônicos portáteis) como *smartphones* ou *tablets*. Surgiu a partir de propostas de empresas, em que permitem funcionários utilizarem seus próprios dispositivos dentro das organizações, colaborando com criação de projetos, focando em resultados positivos apostados nas características de portabilidade e agilidade que esses aparelhos oportunizam.

pesquisas ainda se concentram em trabalhos cujo foco são estratégias e possibilidades de uso e eficácia da ferramenta, direcionando com isso o foco investigativo ao resultado final. Entretanto, pesquisas que envolvam questões sobre o processo de ensino de aprendizagem, considerando o processo como um todo - início, interstício e resultado final - suportado por estes instrumentos de mediação semiótica ainda precisam ser desenvolvidas de forma mais enfática.

Diante disso, o trabalho objetivou analisar o processo de ensino e aprendizagem de conceitos científicos a partir do uso de aplicativos durante as aulas de química. Para tal, foi considerada a gama de possibilidades ao se trabalhar com aplicativos no contexto do ensino de química, como apresentado em alguns trabalhos citados anteriormente. Porém, optamos por investigar um aplicativo específico que apresenta um enfoque na visualização de representações visuais, a partir de animações do comportamento das moléculas nos diferentes estados físicos da matéria.

Para Giordan (2008), as animações são construídas utilizando aplicativos de edição gráfica, seu objetivo é “ênfatar determinadas características superficiais macroscópicas ou submicroscópicas sem considerar escala de tempo ou de tamanho” (p. 197). Por conseguinte, é comum acharmos programas de aplicativos direcionados à visualização de objetos moleculares recorrendo-se aos princípios das leis de mecânica molecular, mas não abordam necessariamente a dinâmica molecular, com isso, os aplicativos de animações se restringem à visualização.

A visualização tem um papel fundamental no campo do desenvolvimento de conceitos da química, como defendem vários autores tais como Wu e Shah (2004) e Ferreira (2010). A seguir, apresentaremos mais detalhes sobre esse tema e seus entrelaces com o uso de aplicativos a partir de dispositivos móveis, abordando definições, aplicação no contexto educacional da química e esclarecendo alguns termos adotados na escrita da tese.

## 1.5 VISUALIZAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA: ENTRELACES COM USO DE APLICATIVOS EDUCACIONAIS

O termo visualização é compreendido na literatura como verbo ou nome. Quando compreendido como verbo significa visualizar algo ou atribuir significado às representações visuais externas e internas transformando-as em conhecimento (GILBERT, 2008). Quando é usado como nome, é considerado como algo que foi colocado ao campo visual proporcionando algum tipo de impacto (WU, KRAJCIK, SOLOWAY, 2001; TASKER e DALTON, 2006).

É importante demarcar que, nesta pesquisa, utilizamos a visualização como verbo no sentido de atuação mental e psíquica de atribuição de significado a partir da relação semiótica das imagens, que são signos mediadores, encontradas sob a forma de objetos de cunho pictográficos, como fotografias, ilustrações, mapas, esquemas, gráficos, simulações, vídeos e animações.

A visualização no contexto do ensino de química já vem sendo investigada. Em um estudo realizado por Teruya *et al.* (2013), a respeito de trabalhos publicados sobre essa temática em revistas brasileiras e internacionais<sup>11</sup>, os autores apresentam um dossiê de artigos publicados no período de 2001 a 2010. Foram selecionados ao todo 171 artigos, sendo maior parte referente às publicações dos Estados Unidos, com 78 publicações pelo período investigado. O Brasil, com 17 publicações pelo período, sendo 12 publicados em revistas internacionais em língua inglesa, foi considerado um dos países de destaque nessa área, ficando à frente de países como Israel, com 9 publicações, Reino Unido com 8 e Austrália com 7.

Os trabalhos apresentados pelos referidos autores, de um modo geral, destacam o interesse das pesquisas quanto à visualização. Isso é um ponto importante, considerando que a visualização é uma ferramenta semiótica que

---

<sup>11</sup> Revistas que os autores pesquisaram: *Journal of Chemical Education*, *Biochemistry and Molecular Biology Education*, *Research in Science Education*, *Science & Education*, *Chemical Education Research and Practice*, *Computers & Education*, *Journal of Research in Science Teaching*, *International Journal of Science Education*, *Problems of Education in 21st century*, *Revista Electronica de Enseñanza de las Ciencias*, *Journal of Science Education and Technology*, *Revista Brasileira de Pesquisa em Ensino de Ciências*, *Química Nova*, *Química Nova na Escola*; (TERUYA *et al.*, 2013, p.562).

contribui tanto para o raciocínio visuoespacial dos estudantes, quanto para o desenvolvimento de conceitos. Contudo, a visualização vem sendo apresentada a partir de diferentes vieses e correntes teóricas. Na literatura, encontra-se maior ênfase, quanto às discussões sobre a visualização e o ensino de Química em relação ao desenvolvimento de habilidades visuoespaciais e à construção de modelos mentais, defendidas por diversos autores, tais como Dori *et al.* (2007); Ferk *et al.* (2003); Kozma e Russel (2005); Gilbert (2005); Tasker e Dalton (2006); Wu, Krajcik e Soloway (2001).

Destacam-se as correntes de cunho internalista, apoiadas pelo forte desenvolvimento da psicologia cognitiva<sup>12</sup>, conforme apontam Teruya *et al.* (2013). Essas correntes são centradas na interação aluno e os recursos de visualização e menos situacionais entre alunos, professor e recursos de visualização, o que deixa em aberto pesquisas com esse direcionamento, deixando de considerar que “as atividades de ensino ocorrem majoritariamente no plano social da sala de aula, muitas vezes por mediações entre os alunos, professores e ferramentas ou recursos” Teruya *et al.* (2013, p.566).

Neste sentido, vem se consolidando um panorama no contexto educacional brasileiro, um pouco difuso, do uso de recursos multimídia suportado por TDIC no ensino de química, com viés teórico da psicologia Histórico-Cultural, principalmente quando se recorre à visualização como uma ferramenta semiótica no processo de desenvolvimento dos conceitos. Há poucos trabalhos com esse direcionamento, como o trabalho de Giordan (2008) a respeito da utilização de recursos visuais a partir do uso de softwares computacionais; o de Jesus, Soares e Mesquita (2017), apresentado no *X Congresso Enseñanza de las Ciencias*, sobre o uso de aplicativos de celular e o ensino de conceitos de química. Além disso, destacamos também a pesquisa de Ferreira (2013), que aborda a temática de formação pedagógica de professores quanto ao uso de visualização no ensino de Química e de Física.

---

<sup>12</sup>Dentro da corrente da psicologia cognitiva, destacam-se a Teoria da Codificação Dual de Allan Paivio, a Teoria da Carga Cognitiva de John Sweller e a Teoria de Aprendizagem por Multimídia de Richard Mayer (Teruya *et al.*, 2013, p.564).

A partir disso, observamos que há questões de investigação em aberto na exploração da dinâmica das interações dos estudantes com os aplicativos específicos para o ensino e aprendizagem da Química. Em relação às teorias de ensino e aprendizagem, os pressupostos teóricos da perspectiva vigotskiana são ainda pouco explorados nesse contexto de investigação, principalmente o que se refere ao uso dos dispositivos móveis, em específico a utilização de aplicativos educacionais, como mencionado anteriormente. Teruya *et al.* (2013), ao discutir o processo de visualização a partir de Vigotski, sinaliza que:

As visualizações podem ser consideradas ferramentas de mediação semiótica, em que sistemas de signos são constantemente utilizados para mediar processos sociais (comunicar, construir conhecimento) e o pensamento. Em uma das suas palestras proferidas em 1930, dá exemplos de algumas destas ferramentas: a linguagem; vários sistemas para contar; técnicas mnemônicas; sistema de símbolos e algébricos; trabalhos sobre arte; escritos; esquemas; diagramas; mapas e desenhos mecânicos; todo tipo de signos convencionais etc<sup>30</sup>. Esta perspectiva sociocultural propõe-nos que o processo de significação, em sala de aula, seja concebido por uma prática social mediada pelo signo (por exemplo, visualização) e pelo outro (colegas e professores)<sup>31</sup>. (Teruya *et al.*, 2013, p.564)<sup>13</sup>.

À luz do exposto, e fazendo entrelaces relacionando o uso do celular e o ensino da Química a partir da utilização de aplicativos, alguns questionamentos balizaram nossa investigação, tais como: i) como se dá o desenvolvimento de conceitos por meio da mediação semiótica a partir da dinâmica das interações dos estudantes com aplicativos de dispositivos móveis inseridos no contexto de ensino e aprendizagem; e como as relações dos sujeitos com o conhecimento interfere nesse processo de ensino e aprendizagem suportado por essa TDIC?

Diante de tais questionamentos, a pesquisa objetivou compreender e explorar, sob a perspectiva de alguns pressupostos de Vigotski, a dinâmica das interações dos sujeitos com o aplicativo e o processo de desenvolvimento de alguns conceitos científicos em aulas de Química. Partimos da hipótese de

---

<sup>13</sup> O número 30 sobrescrito corresponde a referência de Wertsch, J. V.; *Vygotsky e a formação social da mente*, Ediciones Paidós: Barcelona, 1988. E o número 31 corresponde a referência de Machado, A. H.; *Aula de Química: discurso e conhecimento*, Editora Unijuí: Ijuí, 1999, utilizada na citação direta apresentada acima dos autores Teruya *et al.*, 2013, p.564.

que o aplicativo é um instrumento constituído de uma linguagem culturalmente desenvolvida, estruturada no decorrer do processo histórico do sujeito e aplicado em diferentes meios e contextos. Dessa forma, ao ser orientado ao processo de ensino e aprendizagem, assume papéis de mediação e construções dos saberes da química por meio de elementos próprios pertinentes a essa tecnologia, como o uso da representação visual, constituindo novas relações entre a imagem e o significado, no transcurso do desenvolvimento conceitual.

Nesse sentido, a hipótese aqui apresentada aventava que existem relações, ainda não deslindadas na literatura, entre a construção dos saberes da química e o uso dos aplicativos e que estas relações carecem de discussão a partir dos pressupostos teóricos propostos por Lev Vigotski, como explanado anteriormente. Consideramos, para a presente pesquisa, alguns elementos basilares dessa teoria como a influência do meio no processo formativo do estudante, a mediação de signos e instrumentos, as generalizações, o papel da linguagem e o desenvolvimento do significado. Tais elementos serão descritos no próximo capítulo, que tem como enfoque as perspectivas de Vigotski para a compreensão do processo de construção do conhecimento.

## 2. EM TELA O REFERENCIAL TEÓRICO: ELEMENTOS DE VIGOTSKI EM PERSPECTIVA

Este capítulo aborda alguns aspectos da Teoria Histórico-Cultural, principalmente desenvolvidos por Lev Vigotski, em que salientamos elementos que dão subsídios às discussões sobre a dinâmica das interações dos estudantes com o uso de aplicativo de dispositivos móveis inseridas no contexto de ensino e aprendizagem. Dessa maneira, discorreremos, de forma breve, a respeito da mediação semiótica, processo de formação de conceitos, desenvolvimento dos conceitos e a lei de generalidade e a natureza dos conceitos.

Uma importante ressalva que devemos fazer refere-se ao fato de que, no presente texto, não há a intenção de separar a teoria Histórico-Cultural de sua influência marxista, pois essas não se apartam, já que as raízes do pensamento vigotskiano se constituem a partir da discussão do conceito de trabalho trazido por Marx e Engels, e retomado por Vigotski no contexto da ideia de mediação:

A ação consciente do homem sobre o mundo, mediada pelo uso de instrumentos, representou o passo decisivo em direção à gênese do caráter genuinamente humano do homem. Vigotski estendeu essa concepção de mediação ao uso de signos, que a exemplo das ferramentas são criados pelas sociedades, agindo como transformadores da realidade sociocultural. A transmissão da cultura, tanto no que se refere à esfera das ferramentas materiais, quanto aos elementos linguísticos e estético-culturais, representa o fator decisivo no desenvolvimento humano, de onde pode-se inferir a importância do problema educacional para a compreensão do pensamento vigotskiano. (SANTA; BARONI, 2014, p. 2-3).

No entanto, tendo em vista a área de Ensino de Química, na qual essa pesquisa se desenvolveu no âmbito de um Programa de Pós-Graduação em Química, bem como as limitações formativas características da referida área, que se consolidou como área de interface entre o contexto da Educação e da Química, explicitamos que as discussões sobre o viés marxista não constituem foco e discussão de nossa análise. Isso posto, reiteramos que trouxemos para o cenário de discussão as perspectivas teóricas construídas por Vigotski, e alguns de seus seguidores, em um recorte analítico para o uso

de aplicativos em sala de aula vislumbrando o contexto de ensino e aprendizagem mediado por tecnologias.

## 2.1 MEDIAÇÃO SEMIÓTICA

Para Vigotski (1995), a mediação semiótica é algo central na sua teoria. O homem utiliza-se de signos e instrumentos como mediadores da sua conduta, enquanto ser social, histórico e cultural, diferenciando-se, assim, de outras espécies. Os instrumentos direcionam as atividades externas do sujeito, mediando os seus modos de intervir diante da natureza, numa esfera intersíquica, enquanto os signos direcionam as atividades internas de significação do meio, numa esfera intrapsíquica.

Por meio da ferramenta, o homem influencia o objeto de sua atividade, a ferramenta é direcionada para fora: deve provocar outras alterações no objeto. É o meio da atividade externa do homem, orientando a modificar a natureza. O signo não modifica nada no objeto da operação psicológica: é o meio pelo qual o homem utiliza para influenciar psicologicamente, seu próprio comportamento, como também, o comportamento dos demais; é um meio para sua atividade interior, direcionada a dominar o próprio ser humano: o signo é orientado para dentro (Vygotski, 1995, p.94, tradução nossa)<sup>14</sup>

Vale ressaltar que Vigotski explana suas ideias iniciais sobre signo e instrumentos em um contexto histórico da Ciência, cujas ideias de Pavlov sobre reflexos condicionados ganharam campo e influenciaram o desenvolvimento das pesquisas na antiga União Soviética. Porém, Vigotski contesta estas ideias pavlovistas, pois, para ele, os reflexos condicionais são insuficientes para explicar as conexões do desenvolvimento psíquico do homem, sendo somente o processo histórico capaz de abarcar a complexidade relacionada a este desenvolvimento.

---

<sup>14</sup> Versão original em espanhol: "Por medio de la herramienta el hombre influye sobre el objeto de su actividad la herramienta está dirigida hacia fuera: debe provocar unos otros cambio sen el objeto. Es el medio de la actividad exterior Del hombre, orientando a modificar la naturaleza. El signo no modifica nada en el objeto de la operación psicológica: es el medio de que se vale el hombre para influir psicológicamente, bienen su propia conducta, bienen la de los demás; es um medio para su actividad interior, dirigida a dominar el propio ser humano: el signo está orientado hacia dentro"

Diante disto, Vigotski, ao estudar Pavlov e as ideias de Hegel, Marx e Engel, traz o conceito de signos e instrumentos para além de meros estímulos-meios da ação humana sobre a natureza, que abrange uma complexa relação do homem enquanto ser sócio-histórico. A compreensão de signo para Vigotski vai ganhando dimensões ao longo do tempo como meios constituidores da própria ontogênese do homem, tecendo um processo dinâmico e gradual dos processos de formação do indivíduo.

A criança não nasce sabendo falar, andar, ela aprende ao longo do seu processo de desenvolvimento cultural. Dessa forma, nas várias fases de operação com o uso do signo, a criança depende dos instrumentos e signos externos. Ao longo do processo de desenvolvimento, as operações psicológicas e as funções psíquicas vão sofrendo mudanças significativas e a operação da atividade mediada da criança passa ocorrer por processo interno de significação, essa reconstrução interna no plano psíquico é o que Vigotski denomina de internalização (RIBEIRO, 2011).

Vigotski (2010b) nos dá um exemplo pertinente sobre este processo. Quando um bebê deitado em seu berço vê um objeto no *mobile*, o qual lhe chamou a atenção, ele tenta pegar o objeto esticando seus bracinhos para pegá-lo. A mãe ou o cuidador, ao perceber o movimento da criança, interpreta como um desejo da criança de pegá-la, ou socorrê-la e pega o bebê nos braços. No momento em que a mãe pega a criança, muda fundamentalmente a situação, pois uma nova conexão de sentido na cabeça da criança se forma, o que até então era um gesto de tentativa de agarrar o brinquedo, passa a ser um gesto de reação positiva de sua mãe. O gesto de apontar os braços para a criança ganha nova significação, que passa, desde então, a internalizá-lo, também, como gesto de se comunicar com a mãe para atender sua necessidade.

Segundo Smolka (2010), o exemplo citado não traz o conceito de signo em si, mas uma mudança nos sentidos das ações da criança, produto da sua experiência mediada com o outro convertendo-se em mudanças de orientação da ação da criança para o outro (social) e para si (individual). Por conseguinte, a autora defende que esse é o ponto do qual emerge o papel do signo.

Ao passo que a criança aprende as primeiras palavras, inicia-se processos de mudanças ontológicas do sujeito, a partir de internalizações simbólicas por intermédio das palavras (signos) e ações com os objetos (instrumentos), o que dá um salto qualitativo no desenvolvimento. O pensamento verbalizado é uma mudança do desenvolvimento biológico para o desenvolvimento histórico-cultural. A linguagem é elemento constitutivo destes processos de internalizações simbólicas, que por sua vez, promove o desenvolvimento e aprendizagem dos conceitos (Vigotski, 2010a).

A partir desses pressupostos, a mediação semiótica para Vigotski tem origem nos processos sociais, sendo os instrumentos e signos mediadores e constitutivos do processo de formação de conceitos. No próximo tópico, detalharemos mais a respeito da formação de conceitos na perspectiva Vigotskiana. Tais levantamentos darão suporte às discussões que serão apresentadas nos próximos capítulos.

## **2.2 PROCESSO DE FORMAÇÃO DE CONCEITOS**

O desenvolvimento dos conceitos inicia-se desde a infância, a partir dos cuidadores em ambiente no qual a criança cresce. O mundo é “apresentado” à criança e esta passa a interagir e se apropriar deste universo cultural, social e historicamente constituído. Os aspectos culturais e históricos são constitutivos do desenvolvimento da criança. Conforme o Vigotski (2010a, 2012), a criança em processo de desenvolvimento não é capaz de conceituar as palavras como o adolescente ou o adulto, pois encontra-se ainda com uma linguagem em desenvolvimento.

Então, uma palavra dita por uma criança tem o significado diferente do significado que o adulto emprega. Em um diálogo entre uma criança e um adulto, por exemplo, pode-se até encontrar coincidência entre as palavras, mas o significado que cada um dá à palavra não é o mesmo. Apesar disso, Vigotski nos diz que:

As vias de disseminação e transmissão dos significados das palavras são dadas pelas pessoas que a rodeiam no processo de comunicação verbal com ela. Mas a criança não pode assimilar de imediato o modo de pensamento dos adultos, e recebe um produto

que é semelhante ao produto dos adultos porém obtido por intermédio de operações intelectuais inteiramente diversas e elaborado por um método de pensamento também muito diferente<sup>15</sup> (VIGOTSKI, 2010a, p.193).

Dessa forma, o discurso dos circundantes, com seus significados, corrobora no processo de desenvolvimento da linguagem verbal da criança. Sendo assim, na Teoria Histórico-Cultural, o processo de formação de conceitos se dá pelo emprego funcional da palavra ou do signo, “como meio de orientação da compreensão, do desmembramento e da discriminação de traços, da abstração e síntese” (Vigotski, 2010a, p.168). A linguagem, culturalmente desenvolvida ao longo da história, é ensinada às crianças num processo de internalização simbólica, possibilitando a elas interagir, compreender e se comunicarem com o meio. Portanto, trata-se de um processo de significação que vai se desenvolvendo na consciência com a vivência e o desenvolvimento das funções psíquicas superiores.

A escola, neste processo de desenvolvimento dos conceitos, é um divisor de águas, porque, a partir da escola, a criança tem acesso ao conhecimento dos códigos linguísticos e matemáticos e passa a operar com eles nas atividades de escrita e leitura, dando significados às palavras, até então, carregadas de sentidos cotidianos.

Dessa maneira, na Teoria Histórico-Cultural, a formação de conceitos é um “processo” e, por se tratar de um processo, Vigotski (2010a) e Sakharov (2013) fizeram críticas aos métodos, como o método da definição<sup>16</sup>, método

---

<sup>15</sup> A tradução da versão em espanhol feita por Alejandro Ariel González da editora Colihue Clássica do livro *Pensamiento y habla* publicada em 2012, consta a seguinte tradução do trecho da citação direta mencionado: “Los modos de generalización y transferencia de los significados de las palabras los brindan las personas que rodean al niño durante el proceso de comunicación verbal con él. Sin embargo, el niño no puede asimilar de una sola vez el modo de pensamiento de los adultos; obtiene un producto parecido al de los adultos, pero logrado con ayuda de operaciones intelectuales completamente diferentes, elaborado por un modo especial de pensamiento (p.215).

<sup>16</sup>De acordo com Sakharov (2013), o método da definição era o método mais conhecido na época e usado também para medir o talento intelectual das crianças (QI). Foi um método utilizado por Binet, Bobertag, Gregor e Roloff, porém, era incapaz de dizer como a criança usava os conceitos na resolução de problemas cotidianos, pois orientase na definição verbal dos conteúdos pré-definidos na criança. Por se tratar de um método que lida com definições prontas não capta a dinâmica do processo da formação dos conceitos, o que deixa lacunas quanto à experiência do sujeito e ao processo de desenvolvimento verbal que perpassa o pensamento. Outra questão, relacionada a este método é que ele não vincula a percepção no campo sensorial da criança limitando compreensão no campo verbal, consequentemente não consegue estabelecer a relação do significado da palavra em relação ao significado real dessa palavra (Vigotski, 2010a).

da comparação<sup>17</sup>, método da atenção deliberada<sup>18</sup>, utilizados até então para explicar a formação e o desenvolvimento de conceito, porque estes não tinham como foco a análise do processo e sim, apenas do produto final.

De acordo com Van der Veer e Valsiner (2014), a busca por métodos que dessem subsídios capazes de abarcar toda a complexidade do processo de formação de conceitos, fez com que Vigotski e seus colaboradores Sakharov, Kotelova e Pashkoskaya desenvolvessem o método de dupla estimulação, inspirado no método de Ach<sup>19</sup>.

Sakharov (2013) desenvolveu uma metodologia específica do método funcional de dupla estimulação que foi utilizado com mais de 300 pessoas, sendo o grupo amostral composto por crianças, adolescentes, adultos e pacientes com problemas mentais. O método consistia no estudo do desenvolvimento do conceito e atividade das funções psíquicas superiores com auxílio de duas séries de estímulos, um desempenhava a função do objeto e outro a função dos signos através dos quais essa atividade se organizava.

Então, Sakharov (2013) utilizou diferentes objetos geométricos de variadas cores, formas, alturas e larguras, sendo que em uma das superfícies de cada objeto escreveu palavras sem sentido: “bat” (representando objetos pequenos e baixos), “deck” (representando objetos pequenos e altos), “roc” (objetos grandes e baixos) e “mup” (grandes e altos). Durante a tarefa, apresentavam-se os objetos aos participantes de maneira desorganizada e

---

<sup>17</sup> O método de comparação utilizado por Koch, Habich, Kuenberg, Heffler, Grünbaum, Katz, Tobie e Eliasberg, na época, cuja estratégia era colocar a criança diante de objetos com cores e formas variadas e ver como se comportava para selecionar os objetos e organizá-los conforme a proposta do experimento, dessa forma, o método de abstração não focava somente no produto final, mas dava elementos para compreender as dinâmicas que permeiam o processo de formação conceitual. Entretanto, conforme Sakharov, pecavam em desconsiderar o papel da palavra e do símbolo no processo de formação de conceitos, direcionando a análise só a busca e correlação entre objetos, sendo assim, o método de abstração para Vigotski (2010a) divorciava a palavra da matéria objetiva.

<sup>18</sup> Vigotski (2010a) também fez crítica a outros métodos de pesquisa da formação de conceitos, desenvolvidos na época, como o método da atenção deliberada proposta por Muller, à representação ao juízo de Buhler e às tendências determinantes de Ach. Apesar de todas estas funções (atenção, assimilação, juízo, representação) participarem da formação de conceitos para Vigotski, não são o eixo central do processo, mas sim elementos deste processo.

<sup>19</sup> O método de Ach, de acordo com Vigotski (2010a), consiste na introdução de palavras novas sem sentido e significado ao sujeito, ou seja, uma palavra inventada, de maneira que deveria ligar a palavra a uma combinação de atributos, possibilitando, assim, ao sujeito assimilar a nova palavra e dar significado conforme o atributo. As etapas do método proposto por Ach consistiam na pré- memorização (o sujeito via todas as peças antes, depois manuseia e examinava cada objeto, sem ter recebido nenhuma orientação do experimentador), após isto iniciava-se a tarefa. Desta maneira, o problema não era posto desde início da atividade e, a cada erro que a criança cometia, a atividade iniciava novamente. Sendo por isso, um obstáculo na investigação da gênese conceitual, o que levou a Vigotski (2010a) e colaboradores como Sakharov (2013) propor um novo método adaptado do método de Ach, denominado de método da dupla estimulação.

esses deveriam organizá-los de acordo com os atributos que as palavras representavam (VALSINER; VER DER VEER, 2014; TOASSA; PEREIRA, 2017).

Diferentemente do método de Ach, Sakharov (2013) não mostrava as palavras escritas nos objetos previamente aos participantes, as palavras eram postas ao longo da tarefa. Depois de uma seleção incorreta, o experimentador mostrava um novo objeto ao participante com uma nova palavra, aumentando as pistas para a conclusão da tarefa e, dessa forma, o processo não era iniciado novamente a cada erro.

Portanto, no método que Vigotski e Sakharov usaram, o problema é posto desde o início e permanece durante toda a tarefa, os meios vão sendo introduzidos gradualmente a cada tentativa empreendida pelo sujeito para resolver o problema. O método, portanto, possibilita acompanhar as etapas do processo de elaboração do conceito, ou seja, observar a dinâmica do conceito em ação, ao contrário dos outros métodos tradicionais da definição e da abstração, utilizados até então (Vigotski, 2010a).

A utilização do método da dupla estimulação levou Vigotki aos diferentes desenvolvimentos do pensamento conceitual nas crianças, dos quais classificou em etapas constitutivas por meio dos aspectos sociais, culturais e históricos dos indivíduos. Sendo assim, os vínculos da experiência mediada com o meio cultural, constituídos pelos processos mediadores de significação (uso da linguagem) e a vivência dos sujeitos são os eixos norteadores do processo de desenvolvimento (VIGOTSKI, 2010a).

Considerando tais aspectos, procuramos caracterizar brevemente as etapas do desenvolvimento do pensamento conceitual, conforme propostas por Vigotski (2010), e as apresentamos no Quadro 1.

**Quadro 1 - Desenvolvimento do pensamento conceitual na Teoria Histórico-Cultural**

Pensamento	Descrição
Sincrético	O sincretismo é característico das primeiras fases da criança. Neste tipo de pensamento os objetos são agrupados por escolhas ao acaso e não com base em atributos comuns. Com isso, temos que o significado da palavra não é direcionado a um único significado, mas a uma série de elementos, os quais estão externamente vinculados à impressão sensorial da criança sobre o objeto e internamente dispersos no seu pensamento. Portanto, o significado da palavra é uma representação de uma imagem mista, ou seja, composta por vários objetos amontoados sem, necessariamente, ter nexos entre si, ou melhor, o significado não é estável em sua psique.
Complexos	No pensamento por complexos a criança seleciona objetos de acordo com vínculos objetivos, por conseguinte, seleciona de acordo com as características dos objetos ou traços semelhantes. Porém esses vínculos são frutos das percepções e impressões concretas imediatas da sua atividade, ou uma lógica factual-concreta, e não uma lógica-abstrata conceitual como no estágio de formação dos conceitos. Dessa forma, no estágio dos complexos os vínculos mentais que constroem as generalizações são variados, podendo partir de qualquer atributo. Deste modo, os pensamentos por complexos são construídos por diferentes leis do pensamento. Vigotski (2010a) fala que o marco da transição do pensamento sincrético nas crianças menores para o pensamento por complexo é possível devido à superação, em parte, do egocentrismo (influência de Piaget). Sendo assim, a criança não confunde as próprias impressões com as relações entre os objetos. Entretanto, Vigotski (2010a) explicita que até mesmo a linguagem dos adultos não se dá só por conceitos, mas pode ter “resíduos do pensamento por complexos” (p.180) e até de sincretismo. O desenvolvimento dos complexos perpassa por cinco etapas estabelecidas por Vigotski (2010a): associativo, coleções, cadeia, difuso e pseudoconceitos. Entretanto, a mudança de uma etapa a outra não é um processo crescente uniforme, pois a criança que se encontra no estágio de desenvolvimento conceitual por complexos opera com confluências, fragmentação e segregação das fases o que torna complexa a determinação dos estágios conceituais.
Conceitos	O pensamento por conceito parte de um processo de evolução da palavra no plano mental do sujeito que, no decorrer das vivências da criança com o meio e seu desenvolvimento cultural, vai modificando a maneira como as relações e processos de significação vão se constituindo na consciência. Mas este processo não é um “processo puramente mecânico, acabado e concluído. O quadro do desenvolvimento se mostra bem mais complexo” (VIGOTSKI, 2010a, p.228). Porque, segundo ele, até os adultos que pensam por conceitos e operem com eles na consciência, “ainda assim nem de longe [...] é inteiramente preenchido por tais operações” (VIGOSTKI, 2010a, p.217). Ainda sobre o estágio do pensamento por conceitos, a palavra é um signo, e os signos são utilizados e aplicados de diversas maneiras no pensamento verbal. O signo, portanto, é um mediador das diferentes operações intelectuais e são essas operações com a mediação funcional da palavra que distinguem o pensamento dos complexos e dos conceitos. Deste modo, como afirma Vigostki (2010a), o processo de formação do conceito está condicionado ao emprego funcional dos signos e não se restringe a discriminações de atributos semelhantes, associações, discriminações de elementos, mas parte da habilidade de relacionar todos estes aspectos pela palavra em ação no pensamento.

**Fonte:** Adaptado de Vigotski (2010a)

### 2.3 DESENVOLVIMENTO DOS CONCEITOS: LEI DE GENERALIDADE

Para Vigotski (2010a), os conceitos em termos psicológicos são generalizações. Generalizações são complexas relações entre os significados das palavras na estrutura psicológica. À visão disto, o referencial aqui adotado critica as correntes reducionistas do processo de formação dos conceitos ao simples ato de memorização das palavras e defende que o verbalismo puro não indica a evolução do significado da palavra na estrutura psicológica. Para ele, a palavra, ao ser inserida no sistema de generalização, não esgota em si o significado, mas relaciona-o a outros significados dentro do sistema de generalização então há uma iniciação de um processo e não um fim. Segundo o autor, “o momento em que a criança toma conhecimento pela primeira vez do significado de uma nova palavra, o processo de desenvolvimento dos conceitos não termina, mas está apenas começando” (VIGOTSKI, 2010a, p. 250).

Sendo assim, o desenvolvimento do conceito dentro do sistema de generalização é condicionado à evolução do significado da palavra dentro dos sistemas de generalizações nos quais é construída. Em outros termos, as generalizações são construídas e constituídas em sistemas de generalizações sob o arcabouço do pensamento sincrético, pensamento por complexo e conceito.

Vigotski (2010a) nos dá um exemplo que clareia este pressuposto: a criança utiliza a palavra flor para designar rosas, jasmim, orquídeas e etc. A palavra flor se trata de um conceito genérico, mais abrangente, enquanto rosa é mais específico, dessa maneira, sua lógica de pensamento partiu do geral para o particular, mas pode ocorrer o contrário (particular para o geral).

Agora, se fôssemos comparar os significados da palavra flor para um adolescente, este já é capaz de distinguir flor como um objeto distinto de rosa, compreende suas peculiaridades próprias, associa características tanto da rosa como da flor, suas semelhanças e diferenças, percebe que se trata de dois conceitos distintos e consegue distingui-los dentro do sistema de generalização.

Apesar de a criança fazer esse movimento do geral ao particular, não quer dizer que não perceba que se tratam de diferentes formas de objeto, entretanto ela não designa ainda especificidades dos objetos externos e, com isso, apropria-se de um traço característico de um dado objeto e o denomina em termos gerais ou complexos.

O exemplo acima nos mostra que a generalização é um processo dialético, pois as confluências de sentido e significado modificam-se ao longo do desenvolvimento histórico-cultural do homem enquanto ser social.

É importante definir, neste contexto apresentado, que o sentido e o significado da palavra para Vigotski são termos distintos, mas que se complementam e estruturam-se na semântica da consciência. Como ponderam Góes e Cruz (2006) “fica sugerido, mais geralmente, que a relação entre significado e sentido é uma dialética de forças que compõem a significação da palavra, que não deve ser ignorada no estudo de qualquer dos processos humanos” (p.39).

Ainda segundo os autores citados, Vigotski tematiza o sentido em um campo de relações da compreensão entre a fala do outro e a fala para si, cujo significado se configura como uma espécie de estabilizador dos sentidos. Sendo assim, em discursos internos do sujeito, que operam com a palavra e o pensamento, estabelecem-se relações entre os sentidos e os significados, ressaltando que o predomínio do sentido seria ocasional no discurso para o outro, em que a tendência seria para aderir ao significado (GÓES; CRUZ, 2006).

Tendo isso em vista, Vigotski definiu uma lei geral para a generalidade calcada em três princípios. O primeiro salienta que existe um sistema de generalidade para cada fase de generalização, isto quer dizer que a relação do geral ao particular, e vice-versa, no processo do desenvolvimento do conceito é diferente em cada sistema constituído de generalização. O segundo princípio defende que a passagem do pensamento sincrético ao complexo, ao conceitual, modifica o sistema de generalização e toda a ordem genética do desenvolvimento dos conceitos superiores e inferiores. E o último trata da lei de equivalência dos conceitos, na qual “todo conceito pode ser

designado por uma infinidade de meios por intermédio de outros conceitos” (VIGOTSKI, 2010a, p.365).

Em outras palavras, no pensamento, o conceito emerge de uma rede conceitual interligada em diversas conexões de significados e sentidos. Vigotski (2010a) utiliza o plano cartesiano como uma analogia para explicar essas relações entre o conceito e a rede conceitual no pensamento. De acordo com essa analogia, o eixo longitudinal compreende o significado incluindo a natureza concreta e abstrata do pensamento em relação ao conceito. O eixo latitudinal liga a infinidades de outros conceitos, relacionando-os a experiências mediadas, configurando os sentidos ao conceito.

Sob a ótica da equivalência de conceitos, Vigotski (2010a) afirma que o conceito particular pode existir só por um sistema de conceitos. Mediante isso, desvela que há diferentes naturezas conceituais, pois a criança, antes de ir para o ambiente escolar, não é vazia de conceitos, traz consigo conceitos desenvolvidos no meio do qual se constituiu. Os conceitos que ela traz são denominados de conceitos espontâneos, orientados pelas vivências cotidianas. Ao ser inserida no seio da educação formal, tem contato com os conceitos científicos, que muda as suas relações conceituais e seu modo de ver o mundo. Posteriormente, detalharemos melhor as diferenças conceituais apontadas por Vigotski, quanto à natureza conceitual.

Apesar de Vigotski ter deixado uma contribuição categórica quanto às generalizações conceituais, não estudou as peculiaridades das generalizações, até por conta de sua morte prematura, deixando coisas a serem investigadas, que incumbiu a seus seguidores. Nesse sentido, Davidov, um pesquisador russo, que nasceu em 1930 e faleceu em 1998, traz importantes contribuições quanto às generalizações e ao processo de aprendizagem (LIBÂNEO, 2004).

Davidov<sup>20</sup> (1982) compreende que há dois tipos de generalizações: as empíricas e as teóricas. As empíricas se desenvolvem pela observação direta, ou seja, ligada com a atividade prática, correspondendo às representações

---

<sup>20</sup> Foi considerado Davidov, devido a tradução da língua portuguesa, mas a referência está com o nome em espanhol Davydov.

sensoriais e utilizam-se de representações verbais, derivadas de sistemas simbólicos postos culturalmente, de maneira a possibilitar o homem organizar uma série de juízos, identificando, assim, os objetos. A partir dessas representações gerais e os juízos vinculados a elas, o homem tem condições de fazer raciocínios complexos, porém, ele denomina esse tipo de pensamento como formas primárias de pensamento conceitual tendo um caráter diretamente empírico<sup>21</sup>.

As generalizações teóricas, por sua vez, operam mediante conceitos, particularmente os científicos. Ter um conceito sobre algo significa reproduzir mentalmente seu conteúdo, ou seja, ser capaz de construí-lo mentalmente buscando sua essência, ou as relações dentro de um conjunto de sistemas integrado de conceitos. Davidov sustenta essa preposição a partir dos princípios da teoria materialista dialética, na qual o desenvolvimento do homem é fruto da atividade da humanidade, caracterizado pelo funcionamento da civilização humana e, a partir disso, o conceito é algo construído.

As generalizações teóricas, na ótica de Davidov, instrumentalizam o pensamento teórico, pensamento esse que se caracteriza pela presença de experimentos mentais que revelam a relação do universal e do particular, em nuances de inter-relações num movimento de reunir “as coisas dessemelhantes, multifacetadas, não coincidentes e identificar seu peso específico nesse todo” (p.135). O pensamento teórico é o movimento de ascensão do abstrato para o concreto. Libâneo (2004) nos esclarece melhor esta proposição:

Para Davydov, o pensamento teórico se caracteriza como o método da ascensão do abstrato para o concreto. Não se trata de pensar apenas abstratamente com um conjunto de proposições fixas, mas de uma instrumentalidade mediante a qual se desenvolve uma relação principal geral que caracteriza o assunto e se descobre como essa relação aparece em muitos problemas específicos. Isto é, de uma relação geral subjacente ao assunto ou problema se deduzem mais relações particulares. (LIBÂNEO, 2004, p.17)

---

<sup>21</sup> Davidov não considera empírico só como o conhecimento direto da realidade, “mas conhecimento imediato na realidade, justamente do aspecto que se expressa pela categoria de existência, de existência presente, de quantidade, qualidade, propriedade, medida” p.128

Esse movimento dialético de reprodução do concreto só é possível pelos processos de abstrações e generalizações teóricas. A abstração é um processo mental, e encarrega-se de relacionar as percepções sensoriais dos fenômenos no plano mental buscando a integridade do fenômeno, enquanto as generalizações teóricas buscam relacionar os nexos reais dessas relações particulares por meio de um processo dialético de desarticulação e rearticulação com os outros fenômenos da base. A presença desses dois fenômenos constitui a base do processo de formação dos conceitos científicos ou teóricos.

Esclarecido, de forma breve, o desenvolvimento de conceitos e a importância das generalizações nesse processo, passamos, no tópico seguinte, à explanação sobre a natureza conceitual a partir da teoria vigostkiana, visando apresentar elementos de cunho teórico que darão sustentação às discussões dos resultados.

## **2.4 NATUREZA DOS CONCEITOS**

As ideias de Vigotski em relação à natureza conceitual, suas relações e diferenças foram inspiradas a partir dos estudos de Shif<sup>22</sup>. Com vistas a estes estudos experimentais, Vigotski utilizou uma metodologia experimental que consistiu em colocar aos sujeitos questões congêneres e estudá-las com base na natureza espontânea e científica do conceito. À vista disto, apresentou uma série de quadros que relacionavam conceitos científicos e espontâneos, utilizando em testes em que os sujeitos deveriam completar frases com as conjunções porque e embora, com isso, eram apresentadas aos sujeitos frases do tipo: “Kólia foi ao cinema porque...; O trem descarrilhou porque...” (VIGOTSKI, 2010a, p.242); “Os capitalistas preparam-se para uma

---

<sup>22</sup> Segundo Van der Veer e Valsiner (2014), o estudo de Shif era voltado ao ensino de uma visão de mundo comunista. Ele iniciou suas investigações em 1932 e recorreu de conceitos ensinados ao longo da história do movimento Comunista da União Soviética como exemplos de conceitos científicos.

guerra contra a URSS porque...; Ainda há trabalhadores que acreditam em Deus, embora...;" (VAN DER VEER; VALSINER, 2014, p.297).

Os resultados da pesquisa revelaram que:

- Havia mais erros nos conceitos cotidianos (principalmente com crianças menores) do que no emprego dos científicos.
- Crianças tinham mais facilidade em responder com a conjunção explicativa (porque) do que a adversativa (embora).
- Mesmo com a facilidade em operar com a conjunção porque, as respostas das frases de natureza cotidiana eram tautológicas e as crianças apresentavam dificuldade em explicar os porquês dos comportamentos habituais (A criança caiu da bicicleta porque caiu), principalmente as crianças menores. Nas crianças maiores, já se observava diminuição dos erros, porque tinham desenvolvido o domínio do pensamento causal.
- As respostas das frases de cunho científico eram mais sistematizadas, porém vazias de compreensão, sendo que nas crianças menores tinham caráter estereotipado e nas crianças maiores cheias de conteúdo concreto.
- As frases com a conjunção embora, por se tratar de uma palavra pouco usada pelas crianças rotineiramente, apresentaram mais erros em relação aos porquês, porém não apresentaram diferença significativa entre os erros obtidos nas respostas de cunho cotidiano e científico.

Assim, os resultados obtidos na pesquisa evidenciaram que as crianças têm mais facilidade em definir conceitos aprendidos na escola do que definir conceitos aprendidos no cotidiano. Isso porque as generalizações das palavras ao longo do tempo, mediadas pelo meio cultural, adquirem sentidos diversos, abrindo o campo dos sentidos, o qual impacta no campo do significado da palavra. Definir mãe se torna mais difícil que definir átomo, por exemplo. Enaltecendo a ideia que o emprego da palavra com certa facilidade não significa que a criança tomou consciência do próprio conceito, mas evidencia mais a força do hábito. Apesar de saber definir o objeto, isso não

implica em ter consciência do conceito, ou do ato, propriamente dito, de pensamento através do qual concebe esse objeto (VIGOTSKI, 2010a).

A pesquisa com as conjunções porquê e embora, com crianças, possibilitou a Vigotski (2010) sustentar suas ideias dos conceitos espontâneos e científicos, que contrapunha às escolas contemporâneas da época, as quais defendiam que os conceitos científicos não têm história interna como os conceitos espontâneos e que o desenvolvimento dos conceitos científicos não difere dos espontâneos, percorrendo as mesmas vias desenvolvimentais.

Para Vigotski (2010a), os conceitos espontâneos são de natureza diferente dos científicos, percorrem caminhos diferentes, vias paralelas. Porém, os conceitos científicos têm uma história interna, são calcados na base dos conceitos espontâneos e se interpõem ao longo do processo, um influenciando o outro.

Assim sendo, os conceitos espontâneos não amadurecem suficientemente para que os conceitos científicos se sobreponham a eles e tão pouco os conceitos científicos revelam supremacia sobre os espontâneos. A gênese do conceito espontâneo é diferente do científico, correm por vias distintas, mas seguem, por assim dizer, por vias paralelas que, em algum ponto, se interceptam no decorrer do percurso conceitual de maneira que os conhecimentos científicos seguem de cima para baixo e os espontâneos de baixo para cima.

Vigotski apresenta sua fundamentação da relação dos conceitos espontâneos e científicos a partir da aprendizagem de novas línguas. Segundo o bielorrusso, ao contrário da língua materna, o processo de aprendizagem de uma língua estrangeira não se inicia do zero, mas tem como referência a língua materna. A compreensão da língua estrangeira influencia na língua materna, e vice-versa, pois ao aprender a gramática estrangeira, a pessoa passa a refletir sobre a gramática da língua materna. Então, os conceitos espontâneos e os científicos não têm o mesmo nível de desenvolvimento.

Os conceitos espontâneos se dão pela mediação com o outro num processo não sistematizado, no seio das relações sociais cotidianas. A criança, primeiramente, aprende as palavras por imitação dos adultos, à

medida que vai tendo mais experiências mediadas com o meio cultural, com processos de internalização simbólicas e apropriação da linguagem materna, novas generalizações vão se constituindo na consciência, mudando o arcabouço mental e psicológico do sujeito. Vale ressaltar que, aqui, não se trata de número, frequência e nem um processo gradual crescente, mas sim de vínculos qualitativos formados.

Ainda sobre conceitos espontâneos, esses têm como centro estruturante a concretude, e sua significação é inclinada ao campo da experiência vivida, cujos estímulos biológicos (visão, olfato, audição, tato) são meios/instrumentos para processos de significação do campo concreto, com isso a abstração conceitual parte do externo.

A partir do exposto, a diferença dos conceitos espontâneos e científicos se dá nas vias gestacionais. Os espontâneos partem das funções psíquicas inferiores, relações de significação da palavra com o campo da experiência vivida cotidianamente, enquanto os científicos partem do desenvolvimento das funções psíquicas superiores, relações de significação das generalizações e sistemas de generalizações de conceitos teóricos desenvolvidos pela Ciência.

Apesar das diferenças dos conceitos espontâneos e científicos, eles se inter-relacionam cada qual seguindo seu caminho, pois, ao aprender o conceito científico, a criança adquire elementos sólidos para dominar as operações em que se manifesta a fraqueza do conceito espontâneos.

As ideias desenvolvidas e propostas por Vigotski e seus seguidores, que foram apresentados neste capítulo, constituem, junto a outros pressupostos, a teoria sobre ensino e aprendizagem desenvolvida pelo bielorrusso e serão utilizadas, no processo analítico desta tese, para discutir questões que relacionam o uso de aplicativos na abordagem de conceitos químicos em sala de aula. No capítulo seguinte, apresentaremos os caminhos metodológicos a partir dos quais organizamos as etapas da investigação em tela.

### 3. PERCURSO INVESTIGATIVO

Esta pesquisa configurou-se nos moldes da pesquisa-ação, articulando a teoria e a prática, possibilitando ao pesquisador atuar sobre a realidade estudada como professor-pesquisador, num processo dinâmico de ação, reflexão e ação refletida.

A pesquisa-ação se desenvolveu com o propósito de responder a problemas concretos nos Estados Unidos, durante a Segunda Guerra Mundial, onde a escassez de alimentos era presente e despontavam novas situações que necessitavam de caminhos para resolução de problemas. A partir disso, os sujeitos foram implicados na pesquisa em prol de resolução dos problemas emergentes em que viu a necessidade de modificar o quadro que se apresentava, considerando urgentes as necessidades sociais (DIONNE, 2007).

Kurt Lewin foi o pioneiro a enveredar-se por esse caminho da pesquisa-ação e, segundo ele, o desenvolvimento da ciência acontece na ação e pela ação, mas não invalida e nem contrapõe a relevância da teoria, tanto a ação quanto a teoria estão em elos de cumplicidade em prol de resolução de problemas (ENGEL, 2000).

A pesquisa-ação vem ganhando espaço nas últimas décadas no campo educacional, sendo, muitas vezes, tratada como sinônimo de pesquisa participante ou pesquisa colaborativa. Tanto a pesquisa-ação quanto a pesquisa participante têm origem na psicologia social e possuem limitações quanto à pesquisa tradicional. Essa, por sua vez, evidencia o distanciamento entre o sujeito e o objeto de pesquisa, fator que ressalta a necessidade de inserção do pesquisador no meio e a participação efetiva da população investigada no processo de geração de conhecimento. O que leva à pesquisa-ação como uma vertente das novas pesquisas que vêm surgindo (HAGUETTE, 1999).

Existem várias definições de pesquisa-ação. Para Dionne (2007), por exemplo, é um tipo de pesquisa centrada no desenvolvimento para produzir conhecimento com fim particular em uma dada situação específica, cujo objetivo é validado na própria ação, sendo uma técnica de intervenção coletiva

e, por conseguinte “só faz sentido como elemento de um processo de mudança social” (p. 76).

Thiollent (2011) trata a pesquisa-ação como um tipo de pesquisa social, com base empírica, concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com uma resolução de um problema coletivo, cujos pesquisadores e participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo.

A pesquisa-ação, como outros tipos de pesquisa, segue critérios metodológicos e, assim sendo, Dionne (2007) propõe o processo de pesquisa-ação apoiado em quatro fases, as quais estão apresentadas na figura a seguir. Salientamos que há outros direcionamentos quanto às etapas da pesquisa-ação além dos apresentados por Dionne (2007), mas adotamos, a título do desenvolvimento e estruturação da presente pesquisa, as etapas elucidadas por este autor.

Figura 1 - Esquema das fases da pesquisa-ação



Fonte: DIONNE (2007, p. 71)

A pesquisa-ação no campo educacional não se limita apenas à descrição e avaliação das situações, mas considera elementos pertinentes aos problemas gerais. Conforme salientam Costa Filho e Pedroso (2018), esses sistemas são lugares de produção de ideias, críticas, conhecimento, desenvolvimento e formação. É importante destacar que os ciclos ou fases que compõem a pesquisa-ação não podem ser delimitados por um espaço temporal definido. A prática docente se estabelece como um ciclo atemporal, em que o exercício docente integrará em seu novo percurso as reflexões e concepções compreendidas durante o desenvolvimento da pesquisa.

À luz de tais considerações, o estudo orientou-se entre ação e investigação da ação. Esse processo de pesquisa-ação sistematizou-se a partir do uso de um aplicativo educacional nas aulas de química buscando identificar elementos que elucidem a utilização das tecnologias digitais a partir de aspectos relacionados à perspectiva vigotskiana para a compreensão do processo de ensino e aprendizagem. Dentre esses aspectos, os que mais emergiram na pesquisa são aqueles que imbricam as relações entre a significação e a visualização no contexto do uso do aplicativo, além das relações com o conhecimento dos sujeitos envolvidos no processo.

A pesquisadora assumiu o papel de investigadora e educadora, envolvendo-se em uma estreita relação de investigação de sua ação, objetivando colaborar para o desenvolvimento da área de ensino de química no que versa sobre o uso de aplicativos. Para Pimenta (2006, p.43), é importante que o professor possa “produzir conhecimento a partir da prática, desde que na investigação reflita intencionalmente sobre ela, problematizando os resultados obtidos com o suporte da teoria”.

Cada etapa desenvolvida na metodologia da pesquisa foi pensada em prol de uma ação centrada no uso de um aplicativo durante as aulas de química, tendo presentes as peculiaridades da abordagem metodológica da pesquisa-ação, com base no que sugere Dionne (2007). Tais etapas são sistematizadas na sequência no Quadro 2.

**Quadro 2 - Relação entre as fases da pesquisa-ação e a composição das etapas da pesquisa**

ETAPA I	Consiste na descrição das situações iniciais levantando os problemas principais para a formação do problema da pesquisa-ação, destinando a elaboração da problemática da situação com vista à pesquisa e à ação.	O levantamento da situação e o direcionamento da ação baseou-se no estudo abrangente da literatura acerca do uso de tecnologias digitais de informação e comunicação direcionando-se para o uso do celular durante as aulas de química, focalizando principalmente no que tange aos aspectos da visualização e a aprendizagem por meio dos aplicativos. Composto também para elaboração da problemática um estudo exploratório cujo objetivo foi realizar um levantamento com os desenvolvedores de aplicativos e sua formação quanto aos possíveis problemas do uso dessas ferramentas pedagógicas e suas propostas pedagógicas.
ETAPA II	Etapa compreende o planejamento da pesquisa-ação e a definição dos objetivos, direcionando à estruturação de certas hipóteses de solução da pesquisa-ação, além de basear-se nas projeções da avaliação da intervenção.	O planejamento inicial da pesquisa constituiu-se de um estudo exploratório a respeito do universo dos aplicativos, o local da pesquisa, os sujeitos investigados. A partir disso, fez-se a escolha do aplicativo a ser utilizado durante as aulas de química, dos participantes e do lócus da pesquisa e depois o planejamento das aulas de química utilizando um aplicativo durante o processo.
ETAPA III	Compõe-se na ação propriamente dita, ou a execução das atividades com a implementação da intervenção da pesquisa-ação, com vista a avaliação das ações.	A ação configurou-se nas aulas de química, em que o professor-pesquisador ministrou as aulas planejadas com a turma escolhida e, além disso, aplicou atividades escritas antes e após as aulas. As aulas foram gravadas objetivando coletar dados para subsidiar a análise.
ETAPA IV	Esta fase visa a análise e interpretação dos resultados obtidos, aspirando a finalização do ciclo da pesquisa-ação e a reativação da ação, oportunizando assim novos ciclos. Ainda compõe a difusão dos resultados e avaliação do processo.	Etapa configurou-se na análise dos dados a partir da categorização considerando aspectos relacionados ao uso do aplicativo e a formação de conceitos.

**Fonte:** elaborado pela autora, conforme Dionne (2007)

Além das etapas elucidadas anteriormente, ressaltamos ainda que, por ser uma pesquisa com seres humanos, o projeto de pesquisa foi submetido e aprovado no Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Goiás (anexo I). As etapas apresentadas no Quadro 2 serão detalhadas nos próximos tópicos.

### **3.1 IDENTIFICAÇÃO DAS SITUAÇÕES INICIAIS**

Essa etapa apoiou-se no levantamento teórico apresentado nos capítulos anteriores a respeito do uso das tecnologias digitais de informação e comunicação, direcionando-se para o uso de aplicativos no Ensino da Química. A partir de tais estudos, foi possível a descrição das situações iniciais da pesquisa-ação, assinalando os principais problemas relacionados ao uso dos aplicativos. Dentre os problemas emergidos da literatura, abarcados neste trabalho, está a supervalorização do uso dessas ferramentas enquanto recursos didáticos, cujos apontamentos se dão em uma vertente positiva e motivadora de tais ferramentas tecnológicas empregadas na sala de aula, sem, no entanto, haver uma discussão crítica dessa utilização.

Outras questões que se colocam em voga, diante do levantamento realizado, são que os aplicativos compreendidos como “poderosas ferramentas” no contexto tecnológico atual, no qual estamos inseridos, viabilizam o desenvolvimento destes aplicativos por especialistas da área. No entanto, seria importante que os aplicativos produzidos tivessem como foco, além das questões tecnológicas, considerações e direcionamentos da área de ensino de química. Diante disso, surgiram algumas perguntas, considerando o fácil acesso desses aplicativos em rede: quem são os desenvolvedores desses softwares? Qual (is) a formação de tais desenvolvedores, se estão ligados aos campos pedagógicos e formativo de professores? Estes aspectos se mostram importantes quando lidamos com as práticas pedagógicas.

À título de responder tais questões, fizemos um estudo exploratório por meio de entrevista com alguns desenvolvedores de aplicativos direcionados ao Ensino da Química, dos quais onze foram entrevistados, mas

obteve-se sete devolutivas. Desses desenvolvedores dos *apps*, cinco são da área de informática e dois são químicos, entretanto não da área de ensino.

Esse estudo levanta uma problemática maior, pois já que a maior parte dos desenvolvedores não são da área de ensino, como podem esses aplicativos auxiliar no processo de ensino e aprendizagem? Quais aspectos que permeiam esse processo do uso dessas ferramentas tecnológicas? Então, a partir do estudo teórico elucidado nos trabalhos publicados por referenciais teóricos da área de Educação e Ensino de Química e o estudo exploratório quanto à formação dos desenvolvedores, elaborou-se a problemática da situação com vista à pesquisa e a ação configurando a primeira etapa do trabalho.

### **3.2 PROJEÇÃO DA AÇÃO: PLANEJAMENTO DA AÇÃO, EXPLORANDO E DEMARCANDO O CAMPO DE PESQUISA**

Objetivando a projeção da ação, iniciou-se partir de um estudo exploratório dos campos que envolvem a investigação, como o universo dos aplicativos disponíveis em rede, o local da pesquisa e os sujeitos participantes embasados pela literatura acerca do referencial teórico adotado.

De acordo com Triviños (1987), os estudos exploratórios permitem ao investigador conhecer o universo investigado e ampliar a sua experiência diante do problema de investigação. O pesquisador parte de um exercício de encontrar elementos necessários que orientarão o processo de investigação.

A partir deste estudo exploratório foi possível fazer demarcações quanto aos participantes, ao local de pesquisa, aos aplicativos a serem usados nas aulas de química, além de definições da metodologia a ser empregada na prática e os instrumentos de coleta de dados. Tais elementos são apresentados a seguir.

#### **3.2.1 PROCESSO DE DEFINIÇÃO DO APLICATIVO DE QUÍMICA A SER UTILIZADO**

Considerando que o campo da investigação engloba o universo dos aplicativos voltados para os conteúdos químicos, procuramos fazer um

levantamento dos aplicativos existentes na rede, disponíveis para fazer download gratuitamente, proporcionando uma maior acessibilidade aos estudantes.

O objetivo deste levantamento foi estudar e analisar os possíveis aplicativos disponíveis *on line* que fossem adequados à pesquisa, possibilitando-nos fazer um diagnóstico para escolha dos aplicativos a serem utilizados no processo investigativo.

À vista disto, a exploração dos aplicativos ocorreu por meio de busca online na loja virtual *Play Store*. Como critério de busca utilizou-se a palavra “química”. Embora haja vários repositórios de Objetos Virtuais de Aprendizagem, como o Banco Internacional de Objetos Educacionais do MEC e o Labvirt, projeto desenvolvido na USP, recorreremos ao repositório de aplicativos educacionais encontrado nas lojas virtuais do sistema *Android*, porque é mais acessível a qualquer aparelho de tecnologia *Android*, por meio de ícone já pré-instalado nas configurações que já vêm de fábrica. Além disso, os estudantes de Ensino Médio já têm familiaridade em fazer *downloads* por meio da loja virtual de app *Play Store*, devido ao fato de essa ser a principal via de acesso a outros aplicativos nos *smartphones*.

A escolha deste sítio de aplicativos partiu de um levantamento com 84 alunos na escola em que foi realizada a pesquisa por meio de um questionário (APÊNDICE I), buscando saber se os estudantes tinham aparelhos celulares, qual a marca e modelo. Destes, doze alunos não tinham aparelho celular, dez tinham *iPhone*, um tinha *Windows Phone*, e os demais tinham aparelhos com tecnologia *Android*.

A partir do levantamento dos aplicativos, foram selecionados 42 aplicativos em língua portuguesa, categorizados pelo tipo de recurso didático disponível na sua interface, encontrando, assim, seis categorias: aplicativos de hipertextos, de exercícios, de laboratório virtual, jogos, calculadora e modelagem molecular. A maioria dos aplicativos encontrados na *Play Store* é de hipertextos, com informações retiradas da internet e livros didáticos. Outra categoria de destaque foi de aplicativos de jogos, que propõem atividades de adivinhação de nomes de fórmulas e trazem uma abordagem comportamentalista focada no estímulo/resposta. Foram encontrados poucos

*apps* que apresentam uma perspectiva educacional sociointeracionista. Os que se enquadram nessa perspectiva são propostos e desenvolvidos por grupos de professores e pesquisadores da área educacional. Entramos em contato com alguns desenvolvedores dos *apps* por email, perguntando qual motivo levou-os a desenvolverem o aplicativo e sua área de formação. Dos sete que responderam, cinco desenvolvedores são da área de informática e dois são químicos, mas não ligados à área de ensino (JESUS; MESQUITA, 2016).

Mediante isso, procuramos selecionar um aplicativo que melhor se adequasse à pesquisa, considerando aspectos tanto pedagógicos e técnicos do software. O selecionado foi o aplicativo Átomos, Elementos e Moléculas (app AEM), versão 2.92:a1, desenvolvido pela empresa *Evo Books*.

Conforme Andrade *et al.* (2017), o docente, ao adotar um aplicativo no contexto da aprendizagem móvel para ser utilizado durante as aulas, deve escolher o aplicativo à luz de alguma teoria que dê suporte ao processo de ensino e aprendizagem, refletindo como o sujeito aprende, como ele interage com a tecnologia e como constrói o seu conhecimento permeado por estas tecnologias, objetivando dar intencionalidade ao ato educativo, buscando torná-lo eficaz.

Dessa forma, a escolha do aplicativo pautou-se pelo entendimento de que o aplicativo, enquanto instrumento cultural e constituído por signos representados em uma série de imagens e animações de modelos de partículas em seus diferentes estados, possibilita ao usuário ter um contato dinâmico com essas representações/signos a partir da interação com sua interface/instrumento, viabilizando a relação instrumento-signos-homem no processo de desenvolvimento de conceitos.

Nessa perspectiva, ao pensarmos na pesquisa, também não nos descolamos do processo pedagógico que se alinha ao nosso referencial teórico vigotskiano que, no contexto da Teoria Histórico-Cultural, considera o tornar-se humano um processo de entrelaçamento de aspectos individuais e sociais. Ao discutirem os pressupostos teórico-metodológicos na Teoria Histórico-Cultural, Moretti, Asbahr e Rignon (2011), explicitam que:

Nesse sentido, Davidov (1988) destaca que no processo educativo, além do conhecimento, a criança assimila também as capacidades, surgidas historicamente, que estão na base da formação da consciência e do pensamento teórico: a reflexão, a análise e a experiência mental. Portanto, o processo educativo que gera desenvolvimento psicológico é aquele que coloca o sujeito em atividade. (MORETTI; ASBAHR; RIGNON, 2011, p.481).

Salientamos, também, que outras questões foram consideradas na escolha do aplicativo, tais como apresentar uma interface virtual de um laboratório de química, que é um ambiente culturalmente conhecido pelos estudantes. Os conteúdos abordados no aplicativo fazem parte da matriz curricular dos estudantes selecionados e a abordagem é clara e didática. Foram avaliados também aspectos lúdicos, facilidade de manejo e uso por parte do professor no processo de mediação entre os conteúdos e o contexto de ensino e aprendizagem. Estes critérios estão em consonância com a proposta de Figueiredo *et al.* (2005) quanto aos requisitos a serem considerados na avaliação pedagógica de um software.

No que tange à qualidade técnica, foram considerados os critérios adotados pela *International Organization for Standardization* (ISO) e pela *International Electrotechnical Commission* (IEC) norma ISO/IEC 9126, que definem os critérios de confiabilidade, eficiência, funcionalidade, manutenibilidade, portabilidade e usabilidade (ANDRADE *et al.*, 2017). Estes critérios encontram-se melhor descritos na Tabela 2 a seguir:

**Tabela 2 - ISO/IEC 9126- Características da Qualidade de Software**

<b>Tabela 1 - ISO/IEC 9126 - Características da Qualidade de Software</b>	
<b>Característica</b>	<b>Escopo</b>
Confiabilidade	Desempenho deve se manter durante o uso em condições preestabelecidas e apresentar tolerância a falhas
Eficiência	Recursos e o tempo envolvido devem ser compatíveis com o nível de desempenho requerido para o produto em função da utilização dos recursos
Funcionalidade	Conjunto de funções pertinentes às necessidades implícitas e explícitas para a finalidade à qual se destina o <i>software</i>
Manutenibilidade	Facilidade e estabilidade para correções, testes, alterações e atualizações
Portabilidade	Possibilidade de uso e coexistência em diversas plataformas e sistemas operacionais
Usabilidade	Facilidade e atratividade para utilização do <i>software</i>

**Fonte:** ANDRADE *et al.* (2017)

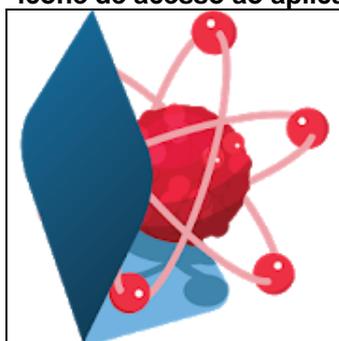
Após a explicitação do processo de seleção do aplicativo utilizado na pesquisa, apresentamos no próximo tópico, de forma detalhada, o aplicativo escolhido e trabalhado com os alunos no movimento investigativo.

### 3.2.2 APLICATIVO ÁTOMOS, ELEMENTOS E MOLÉCULAS: O APLICATIVO

O aplicativo Átomos, Elementos e Moléculas (app AEM) se encontra disponível na loja virtual *Play Store* e *Apple Store* na versão gratuita para o *download*. Segundo a empresa *Evo Books*, desenvolvedora do aplicativo, esta versão disponibilizada na internet gratuitamente corresponde somente a 10% da proposta do aplicativo. Para nossa pesquisa, usamos a versão disponível gratuitamente, utilizada no período de Abril a Maio de 2017, disponível no link de acesso:  
<<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.evobooks.ModelosAtomicosDemo>>

Ao baixar o aplicativo no dispositivo *mobile* ou computador, o acesso ao conteúdo será por meio do ícone representado na Figura 2 abaixo.

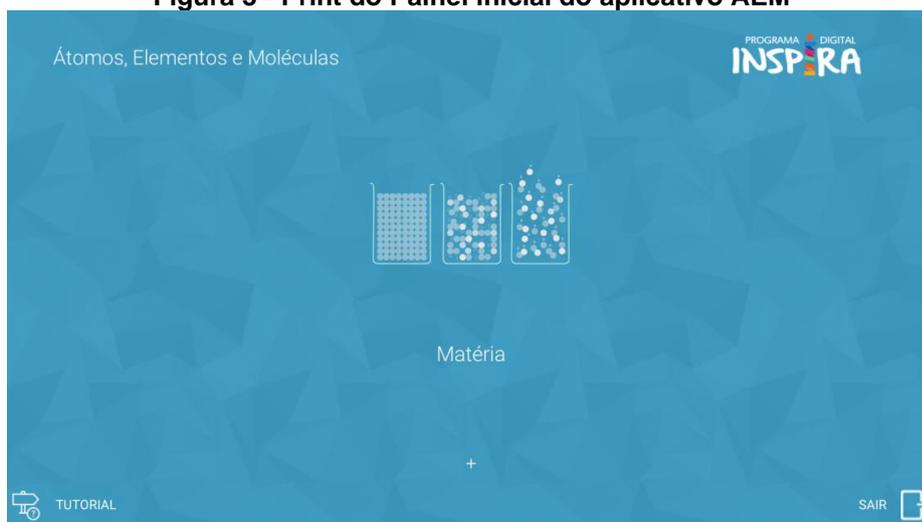
Figura 2 - Ícone de acesso ao aplicativo AEM



Fonte: EVO DIGITAL MEDIA (2014)

A primeira tela observada ao abrir o aplicativo é um painel como pode ser observado na Figura 3. O painel inicial disponibiliza as opções de tutorial no canto inferior do lado esquerdo e, para continuar explorando o aplicativo, pode-se clicar sobre a palavra *Matéria* e a opção de sair no canto inferior do lado direito.

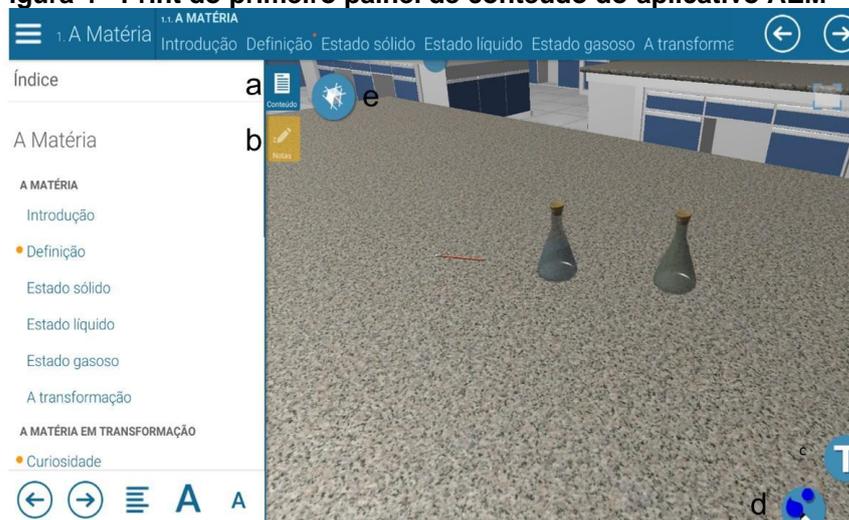
**Figura 3 - Print do Painel inicial do aplicativo AEM**



Fonte: EVO DIGITAL MEDIA (2014)

A interface do aplicativo apresenta um índice de conteúdo da aula, dispostos na lateral esquerda, sendo acessado e ocultados pelo clique no ícone conteúdo (ver item a, Figura 4).

**Figura 4 - Print do primeiro painel de conteúdo do aplicativo AEM**



Fonte: EVO DIGITAL MEDIA (2014)

Os conteúdos abordados pelo aplicativo AEM estão disponíveis em três tópicos: 1.1 A Matéria; 1.2 A Matéria em transformação; 1.3 Mudança de estado, os quais estão divididos em subtópicos como apresenta a Tabela 3 a seguir. Cada subtópico de conteúdo vem associado a um painel contendo imagens e hipertexto com informações, ao todo são 20 painéis. Detalharemos

alguns *prints* dos painéis no decorrer da apresentação do planejamento das aulas e nas discussões dos dados coletados.

**Tabela 3** - Índice de conteúdo do aplicativo AEM e seus respectivos painéis

Tópico	Subtópico	Painel
A Matéria	Introdução	1
	Definição	2
	Estado sólido	3
	Estado líquido	4
	Estado Gasoso	5
	A transformação	6
A matéria em transformação	Curiosidade	7
	Fatores de influência	8
	Simulador	9
	Influência da temperatura	10
	Ponto de fusão e ebulição	11
	Curva de aquecimento	12
	Curva de resfriamento	13
	Para pensar	14
Mudanças de estado	Pressão em função da altitude	15
	As mudanças de estado	16
	Lembrando os nomes das mudanças de estado	17
	Ciclo da água	18
	Comprovando estudo	19
	Exercício prático	20

**Fonte:** Elaborada pela autora

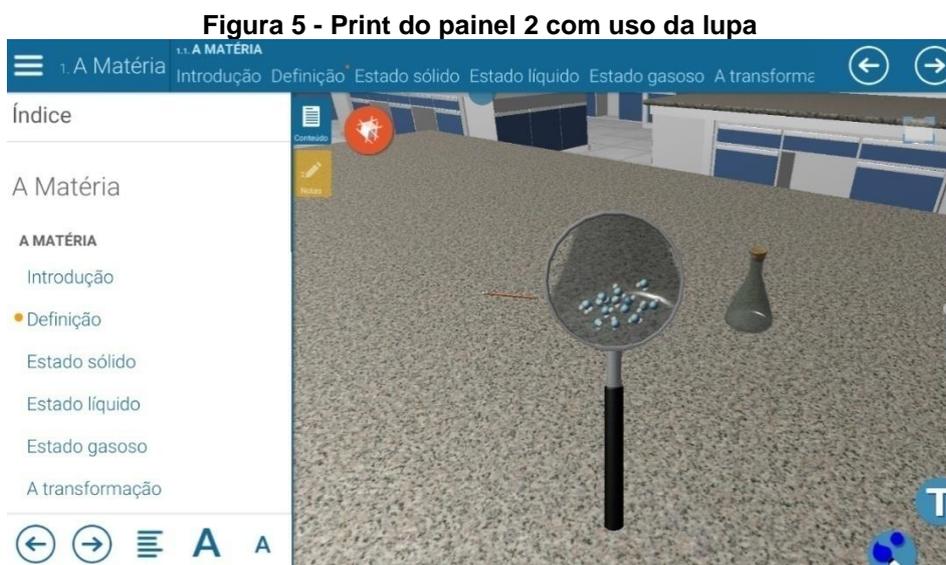
Como podemos observar na Figura 4, o aplicativo apresenta uma barra de navegação na parte de cima onde, também, encontram-se os tópicos e subtópicos dos conteúdos, podendo ser arrastada horizontalmente clicando nos botões avançar/voltar, o que possibilita ao usuário selecionar a qualquer instante qualquer parte da aula. Dessa forma, se configura a mobilidade nas opções de avançar e voltar em determinados painéis, o que facilita o trabalho pedagógico principalmente quando se faz necessário *feedbacks* durante a aula.

O aplicativo disponibiliza um ícone de notas (ver item b, Figura 4) para que o usuário possa fazer anotações no decorrer da aula, além das opções de escrever (ver item c, Figura 4) sobre a interface e desenhar (ver item d, Figura 4). Dessa forma, o aluno não precisa de um caderno para fazer anotações, podendo fazer no próprio aplicativo e salvar. Isto é importante, porque estas anotações, no decorrer da aula, auxiliam no processo de

desenvolvimento conceitual e direciona a atenção para o aplicativo, evitando dispersões desnecessárias.

O aplicativo AEM permite o usuário interagir com a tela, movimentando-a em várias direções com arrastar do dedo sobre a tela. Como as imagens estão dispostas em 3D, amplia-se o campo visual de percepção. Além disso, tem a opção de ampliar e diminuir as imagens usando dois dedos em movimento de pinça para alterar o zoom ou, se o usuário preferir, também tem a opção de usar a barra vertical disposta lateralmente do lado direito para controlar o zoom. Outro detalhe interessante é que, ao usar três dedos, é possível arrastar a câmera lentamente, possibilitando uma visualização mais detalhada no decorrer da ampliação da imagem.

Encontra-se na interface do aplicativo um ícone lupa (ver item e, Figura 4) que, ao ser sobreposto em cima das substâncias, mostra a representação no nível submicroscópico da matéria (Figura 5).



Fonte: EVO DIGITAL MEDIA (2014)

Além disso, no aplicativo há painéis e propostas de atividades e itens de curiosidade e um menu principal em que é possível: i) voltar ao menu inicial, ii) salvar aula e carregar iii) alterar idiomas, iv) alternar controles de navegação; v) cadastrar perfil; vi) informações sobre o aplicativo (direitos autorais).

### 3.2.3 O LOCUS DA PESQUISA

Outra etapa que percorreu o planejamento da ação foi a escolha da escola para ministrar as aulas usando o aplicativo selecionado. A escola selecionada foi o Colégio Estadual Santa Luzia em Aparecida de Goiânia-GO.

Um dos critérios utilizados para tal escolha foi o fato da pesquisadora ter trabalhado nesta escola no período de 2005 à 2006 como professora em contrato temporário e, no período de 2010 à 2016, como professora concursada. Dessa maneira, a proposta de pesquisa-ação se coaduna ao fato de haver ligação da pesquisadora com a comunidade escolar em recorte tanto em termos de exercício da docência, quanto em termos de participação no contexto escolar em diversos aspectos como propostas de projetos de ensino, participação em reuniões de planejamento, conhecimento da dinâmica pedagógica no espaço escolar, dentre outros. Salientamos que estes são elementos fundamentais para o pesquisador numa pesquisa de campo, envolvendo escola como local de coleta de dados, como aponta Mortimer (2002).

Nesse contexto de relações pesquisadora-escola, um aspecto evidenciado refere-se ao uso de celulares na sala de aula pelos estudantes, mesmo com a proibição dada pela Lei nº 16.993 (GOIÁS, 2010). Esse comportamento dos alunos desviava a atenção e concentração no decorrer do processo de ensino e aprendizagem e tal fato angustiava professores fazendo emergir questionamentos sobre as possíveis alternativas à proibição dos celulares ou sobre o uso didático de tais aparelhos.

A partir daí, emergiu a ideia de utilização de aplicativo como ferramenta tecnológica na tentativa de buscarmos caminhos para futuras reflexões e preposições da construção de conhecimento durante as aulas de química, bem como discutirmos esse processo considerando a inserção das tecnologias em ambiente escolar.

Cabe ressaltar que na época de coleta de dados, no ano de 2017, a pesquisadora não fazia mais parte do quadro de funcionários da instituição de ensino, porque havia passado em outro concurso público, no Instituto Federal de Goiás, desvinculando-se da Rede Estadual de Educação de Goiás. Porém,

mantivemos o local selecionado no início da pesquisa, já que este constava no projeto aprovado pelo Comitê de Ética, com a devida autorização da Secretaria de Educação do Estado de Goiás e do grupo gestor do Colégio.

No próximo tópico será apresentada a história da escola em que se desenvolveu a pesquisa-ação. Nesse tópico, especificamente, o texto segue escrito em primeira pessoa, pois trata-se, em parte, de um relato pessoal da pesquisadora que, durante alguns anos, vivenciou nessa escola também um pouco da sua história de vida pessoal e profissional.

### **3.2.3.1 O Colégio Estadual Santa Luzia**

O Colégio Estadual Santa Luzia partiu de um sonho e necessidade da comunidade Vila Santa Luzia e os bairros adjacentes da região de Aparecida de Goiânia. Antes de seu funcionamento, os estudantes da região só encontravam como opção o Colégio Estadual Artur da Costa e Silva para estudar no bairro, porém esta escola tinha uma estrutura pequena, apenas sete salas de aula e não comportava a demanda de alunos da região que buscavam se matricular.

A professora Dirlene Garcia, que trabalhou em ambas escolas durante seu período de docência, até sua aposentadoria, fez um belo trabalho de registro da história do Colégio Santa Luzia (desde sua inauguração até o ano de 2009), publicando o livro *Sonho, Esperança e Realizações*, lançado pela editora Kelps em 2009. Nesse livro, a professora relata que procurou o vereador da região Geraldo Magela para uma possível articulação política para construção de uma escola na região, atendendo a necessidade local e circunvizinha. O vereador falou sobre o terreno atrás da Igreja Católica do bairro como possível área para construção do Colégio, terreno o qual ele era proprietário e estava disposto a doar ao Estado para a construção da escola.

A partir de então, como relata Garcia (2009), o vereador conversou com a população local e enviou um ofício, em 15 de abril de 1998, ao presidente da Câmara Municipal de Aparecida de Goiânia, posteriormente, originando o Projeto Lei 067/98, que foi votado na sessão ordinária na câmara, desapropriando o terreno para fins de construção e implementação do CESL.

Após a devida desapropriação, foi sancionada, pelo prefeito de Aparecida de Goiânia na época, a Lei nº 1730, regulamentando a construção da unidade escolar, tendo o Estado de Goiás um prazo de 18 meses para construir e colocar para funcionar a escola.

Entretanto, a construção levou mais tempo que o esperado, tendo o vereador, juntamente com os líderes da região, que fazer novamente uma articulação política, enviando o Ofício nº 021/99 de 11/02/99 ao presidente do CRISA-GO solicitando a conclusão da obra. Mesmo com a construção inacabada, houve a nomeação da primeira diretora do Colégio Santa Luzia no mês de janeiro de 2001, por meio da Portaria nº 017/2001, Prof. Maria Sueli de Mesquita que, juntamente com a secretária Maria Auzenira Machado, iniciaram as matrículas no dia 05 de março de 2001. Mas, elas foram advertidas pelo Engenheiro responsável da obra, solicitando a retirada delas do espaço, alegando a falta de condições de funcionamento e que passassem a atender os alunos na calçada.

Diante disso, a diretora procurou ajuda ao Superintendente do Ensino Médio da Secretaria de Estado da Educação na época, que emitiu um ofício de livre acesso para poderem efetuar as matrículas. E foi assim, mesmo com a obra inacabada e com estrutura física em condições precárias, mas com engajamento e coragem da diretora, que professores e funcionários iniciaram as aulas do Colégio em 07/03/2001, com 1757 alunos matriculados, distribuídos em 41 turmas abrangendo os turnos matutino, vespertino e noturno (GARCIA, 2009).

Conforme a referida autora, o empenho de todos foi primordial para que o Colégio viesse a funcionar. A escola iniciou seus trabalhos em meio à poeira das paredes lixadas, sendo que alguns funcionários iam trabalhar até de máscaras por serem alérgicos. Muitos traziam material de casa para trabalhar, como vassouras, rodos, pano de chão para limpar a escola. E iam improvisando-se nos espaços, em meio aos barulhos oriundos da obra em processo de finalização, além dos imprevistos diários, como a falta de água e tantos outros problemas. Todas estas adversidades fizeram com que a equipe do Colégio Santa Luzia conseguissem contornar os problemas e conseguisse funcionar a escola.

Em relato de alunos, coletados pela professora Dirlene Garcia, podemos ver que o Colégio Santa Luzia é fruto de um trabalho coletivo, um processo histórico-cultural que parte de necessidades latentes de buscar por melhores estruturas e uma educação de qualidade.

Veja que disse a aluna Sara Lopes: “Quem vê paredes erguidas não pensa no suor derramado a cada tijolo colocado. Muitos não souberam valorizar, mas, para que essa obra fosse concretizada foi necessário muita garra e determinação...Com o início das aulas, o ensino circulando, as vezes, não se importaram com a turbulência da obra inacabada, agora, com o essencial preparado, todos fazem parte de um Colégio que, com uma equipe de professores e funcionários competentes conseguem fazer da instituição educacional uma mistura de conhecimento, diversão e cultura”. (GARCIA, 2009, p.19)

No decorrer do tempo, o CESL passou por muitas dificuldades, conquistas e mudanças. Até agosto de 2017, o CESL teve mais quatro diretores: Adeclides Cunha, Maria Auzenira, Glodiomez Correia e Lucimar Menezes. Os professores, principalmente os efetivos, que já fizeram parte do quadro de funcionários do Colégio, na maior parte, eram professores moradores do bairro ou regiões próximas, como a Prof.<sup>a</sup> Dirlene Garcia, Noêmia Ambrósio, Zé Ferreira (*in memoriam*), Divina Fernandes, Elenilda Martins, estes professores se aposentaram trabalhando no CESL. Havia os mais jovens como eu, e tantos outros. Sendo assim, compartilhávamos a realidade local e conhecíamos os alunos, muitos eram vizinhos e, dessa maneira conhecíamos as dificuldades enfrentadas pelos alunos diariamente, como a criminalidade, o uso de drogas, dificuldades financeiras e tantos outros problemas. Com isso, o CESL era mais que um local de trabalho, era uma extensão da vida em comunidade, era busca compartilhada por uma educação de qualidade, era contexto de um coletivo em que se assumiam posturas éticas, pautadas em princípios de respeito ao próximo, união, dedicação, probo e competência.

Na escola eram desenvolvidos projetos relacionados à reciclagem de isopor e pneus, recuperação de áreas degradadas com sementes, projetos abordando o uso de multimídias. Alguns desses tiveram reconhecimento nacional, como o prêmio da Feira Brasileira de Ciências e Engenharia (2007),

coordenado pelo professor Estevão Keglevich. A escola também se destacou em projetos internacionais, pois o Projeto *Liderança nas escolas: Novos Instrumentos de aprendizagem* foi reconhecido pela Secretaria de Educação do Estado de Goiás, e a gestora da escola realizou uma viagem internacional para o Reino Unido-Inglaterra, a fim de visitar as escolas internacionais do projeto e participar de oficinas e apresentações sobre o sistema educacional britânico (GARCIA, 2009). Percebe-se, então, que o CESL é composto por uma equipe engajada e dedicada, propõe práticas inovadoras e desenvolve muitos projetos educacionais desde a sua inauguração.

O quadro de docentes do CESL sempre foi um quadro com docentes capacitados e qualificados, tendo professores licenciados, mestres e doutorandos. Fazendo um recorte no ano letivo de 2017 (período de observação e coleta de dados), o quadro dos docentes era composto por professores efetivos e temporários. Os efetivos eram todos licenciados e a maior parte especialista e alguns eram mestres, como o professor de filosofia e biologia. Os professores de química eram três: dois efetivos, especialistas, e um em contrato temporário, que cursava Licenciatura em Química.

A estrutura física do Colégio conta com doze salas de aula, uma biblioteca, um laboratório de ciências, um laboratório de informática, uma sala multimídia, uma sala de artes, uma sala de professores, uma secretaria, uma sala de coordenação, uma sala de direção, dois banheiros, um almoxarifado, uma cozinha, uma quadra poliesportiva coberta, pátio central amplo, onde aconteciam eventos e apresentações artísticas e culturais, uma área reservada a estacionamento para funcionários e bicicletário para os estudantes, além de uma área verde ao lado da quadra poliesportiva.

A escola possui alguns aparelhos multimídias, como *Smart TV* instalada no laboratório de ciência, sendo este espaço utilizado também por professores de outras áreas para passar filmes aos alunos, *datashow*, caixa de som, filmadora, computador na sala dos professores para uso exclusivo dos professores e na sala de informática para uso coletivo e aulas informatizadas. Estes recursos tecnológicos estavam todos disponíveis para uso no período de coleta de dados, apenas alguns computadores da sala de

informática não estavam funcionando, mas estavam em processo de conserto.

Havia prática de uso destes recursos multimídia nas aulas, principalmente o *datashow* e a TV, devido ao fato de vários professores serem familiarizados com esses recursos didáticos tecnológicos. A criação da sala multimídia, em 2015, foi um estimulador ao uso destes recursos, porque os professores não precisavam carregar todos os instrumentos para a sala de aula, o que demandava tempo da aula e, desde então, passaram a contar com uma sala toda organizada com *datashow* instalado, facilitando o trabalho pedagógico.

Os laboratórios de Ciências e de Informática não eram usados de maneira frequente pelos professores, um dos motivos era falta de um profissional, responsável para auxiliar o professor durante as aulas, principalmente as aulas de química, física e biologia, as quais demandam toda uma preparação prévia do material a ser utilizado e organização após a aula. Sendo assim, a falta de um responsável técnico dificultava o trabalho pedagógico, porém, mesmo com essas dificuldades, estes espaços eram incluídos no planejamento das aulas dos professores pelo menos uma vez ao ano para cada turma.

### **3.2.4 ESCOLHA DOS PARTICIPANTES**

A proposta inicial era selecionar estudantes que, voluntariamente, pudessem ir no contraturno participar do projeto de pesquisa. Entretanto, a escola entrou em greve no período da coleta de dados e poucos alunos se interessaram em estudar no período da greve e, por isso, apenas três participaram. A professora-pesquisadora ministrou as aulas planejadas utilizando o aplicativo selecionado a estes três estudantes e utilizou esta aplicação como um pré-ensaio/piloto da prática pedagógica.

Conforme Canhota (2008), o estudo piloto oportuniza o pesquisador testar, avaliar, revisar e aprimorar os instrumentos da pesquisa e prática metodológicas. Parte de um exercício de reflexão da própria prática,

objetivando melhorá-la, revelando possíveis falhas do processo, que porventura não estão, aparentemente, no planejamento.

Considerando estes parâmetros, o pré-ensaio/piloto, então, foi importante para perceber o tempo necessário para concluir a aula, os cuidados quanto à instalação das câmeras e a necessidade de mais instrumentos audiovisuais para captar toda a dinâmica da sala de aula, principalmente, as falas dos estudantes quando conversam entre si, porque falam em um tom mais baixo e essas falas, muitas vezes, passam despercebidas no momento da análise dos dados. Essas conversas paralelas revelam mediações entre aluno-aluno, sendo de extrema importância para o processo de formação conceitual. Outro ponto importante foi a avaliação da didática da professora/pesquisadora, pois percebeu-se que deveria haver menos intervenções durante as falas dos estudantes para que esses pudessem concluir o raciocínio e expressarem melhor seus pensamentos verbalizados.

Após o fim da greve, como restava apenas um mês para findar o semestre, optamos por escolher uma turma inteira, não mais voluntários no contraturno, e executar a proposta da aula com uso do aplicativo durante as aulas disponibilizadas pelo professor efetivo de química da escola, sem prejuízos ao andamento do cronograma escolar e conteúdo curricular.

Uma turma de segundo ano foi escolhida porque o conteúdo do aplicativo contemplava o currículo dessa série. Além disso, consideramos a possibilidade de acesso a estes alunos, caso fosse necessário, no ano seguinte, pois eles ainda fariam o terceiro ano na escola.

Antes do início da pesquisa, a pesquisadora acompanhou a turma selecionada e fez registros no diário de campo sobre a dinâmica das aulas de química, comportamento dos estudantes, interação dos alunos entre eles e com o professor, e a respeito do uso não direcionado a fins pedagógicos do celular durante as aulas. Esse acompanhamento e observações foram de suma importância para que a pesquisadora conhecesse os estudantes e eles se familiarizassem com a presença dela, bem como para possibilitar elementos para que pudéssemos delinear o perfil dos estudantes.

Um critério de escolha da turma foi que apresentasse maior número de alunos que tinham aparelhos celulares, cuja tecnologia fosse compatível ao sistema Android, possibilitando, assim, acompanhar a aula pelo próprio celular. Para tal, recorreremos à aplicação do questionário (APÊNDICE I), como mencionado anteriormente, com perguntas direcionadas se tinham ou não celular, qual marca, modelo. Além disso, o questionário contemplou perguntas norteadoras para um perfil diagnóstico de como os jovens utilizam os aplicativos no dia-a-dia, seja para ligar ou receber chamadas, enviar mensagens, acessar redes sociais, tirar foto, ouvir música, assistir vídeos e estudar. O questionário foi aplicada a cinco turmas da escola num total de 84 respondentes.

Depois de selecionada a turma, explicamos aos alunos da turma selecionada para pesquisa como ocorreria o projeto, enfatizando a necessidade de que eles levassem o celular para a aula e como deveriam fazer o *download* do aplicativo Átomo, Elementos e Moléculas. Enfatizamos que a participação não era obrigatória, caso algum dos estudantes não quisesse participar este não seria prejudicado de forma alguma. Caso participassem, esses deveriam ter a autorização dos pais/responsáveis, com a devida assinatura do **Termo de Esclarecimento e Livre Consentimento** (APÊNDICE II). Colocamo-nos à disposição caso algum pai/responsável quisesse esclarecimentos sobre o projeto e sobre como seria a participação do estudante durante a pesquisa. Todos os estudantes concordaram em participar e ficaram entusiasmados com a proposta.

### 3.2.5 DELINEAMENTO E PLANEJAMENTO DAS AULAS/INTERVENÇÕES

Após o estudo exploratório do campo de investigação, passou-se ao delineamento da proposta-ação a ser executada. Nesta etapa, partiu-se para o planejamento das aulas e, para tal, utilizamos o aplicativo diversas vezes com o objetivo de conhecer o *software*, analisando-o sob a luz dos aspectos pedagógicos e teóricos. Dessa maneira, nossa atenção focou-se nos aspectos:

1. Como se configurava a seleção e organização das informações no *app*;

2. A planificação e proposta das atividades;
3. A interatividade tátil com a interface e as possibilidades de interação do usuário com as animações, associado às características psicomotoras e perceptíveis;
4. A disposição da apresentação dos conteúdos;
5. Os modelos simbólicos que o aplicativo utiliza para representar os níveis macroscópico, microscópico e simbólico da química;
6. Alguns aspectos lúdicos.

Todos estes critérios foram pensados concomitantemente com os elementos da teoria de Vigotski, pois conforme Monteiro (2007), a avaliação de um software educativo deve ser feita à luz de uma teoria de aprendizagem, pois esta dá sustentação aos critérios adotados no processo avaliativo. Dessa forma, o planejamento das aulas considerou os seguintes questionamentos fundamentados na perspectiva Vigotskiana:

- Os conceitos espontâneos e científicos prévios:

Partindo do pressuposto de que, para Vigotski (2010a), o curso do desenvolvimento do conceito científico transcorre sob as condições do processo educacional e que este processo emerge dos conceitos espontâneos oriundos da experiência pessoal da criança com o meio social e cultural. Mediante isso, consideramos que os participantes não chegam vazios de conceitos e estes elementos são importantes para todo o processo de ensino e aprendizagem.

- Internalização do significado da palavra através da mediação semiótica:

Na concepção Vigotskiana, o homem constitui-se e desenvolve nas relações sócio-históricas sendo estas culturalmente constituídas por meio da vinculação semiótica com o meio. Nesse caminho, o signo e os instrumentos são mediadores do processo de significação da palavra/conceito. Neste contexto, o aplicativo é um instrumento constituído por signos representados pelas imagens, animações, palavras, disposto na sua interface interativa,

permitindo ao usuário utilizar as suas funções psíquicas superiores, como, por exemplo, a atenção deliberada e a memória, e por meio disso, internalizar signos a partir do uso do instrumento/dispositivo móvel.

A partir tal compreensão, quais as representações/signos o aplicativo traz em relação aos conceitos dos estados físicos da matéria? Quais as possíveis relações de significado e sentido que os estudantes podem fazer destas representações/signos?

- Desenvolvimento do significado da palavra:

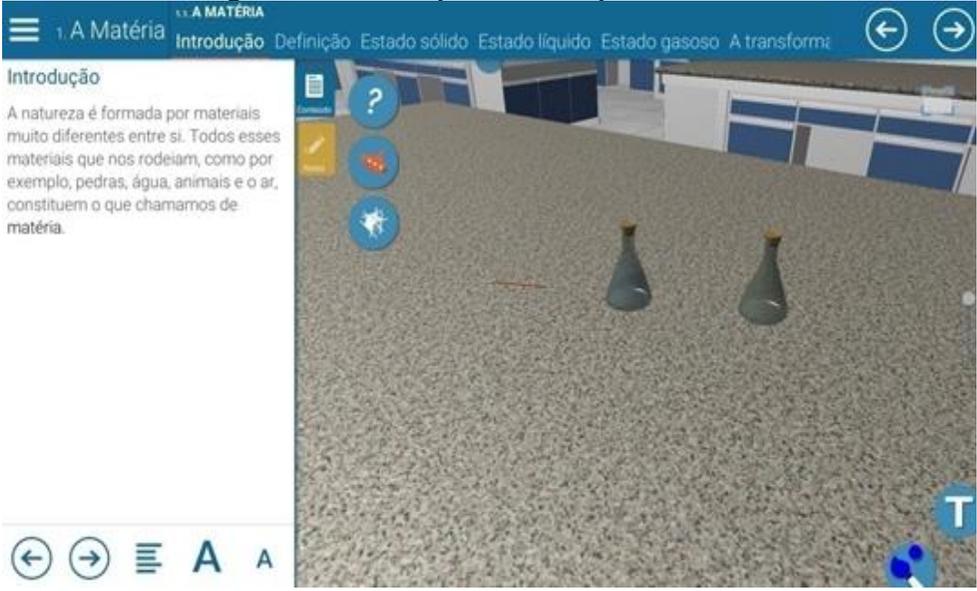
No processo de significação, o significado da palavra se desenvolve no pensamento, o conceito dessa forma flui, como parte de um processo de desenvolvimento. Sob a luz deste pressuposto, como o significado da palavra vai se desenvolvendo ao longo do processo de ensino e aprendizagem?

Diante de todos estes aspectos, foi feito o planejamento das aulas. A serem ministradas com uso do aplicativo AEM, como detalhado nos Quadros 3 e 4, a seguir. Foram planejadas duas aulas, considerando para execução das aulas encontros de 1:40h <sup>23</sup> até a finalização duas aulas propostas.

---

<sup>23</sup> Para que encontros de 1:40h ocorressem foi necessário trabalhar com duas aulas seguidas de 50 min cada, durante o período matutino no transcurso do horário da escola.

## Quadro 3 - Planejamento primeira aula

<b>AULA 1</b>	
<p>Duração: 1:40h            Participantes: estudantes selecionados do segundo ano do ensino médio            Local de coleta de dados: Colégio Estadual Santa Luzia            Recursos didáticos: Dispositivo mobile com sistema operacional Android, Data Show, Notebook, quadro e pincel</p>	
<b>PAINEL 1- INTRODUÇÃO</b>	
<p><b>Figura 6 - Print do painel 1 do aplicativo AEM</b></p> 	
<p>Fonte: EVO DIGITAL MEDIA (2014)</p>	
<b>PAINEL 1- INTRODUÇÃO</b>	
<b>OBJETIVO</b>	<b>ESTRATÉGIA</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explorar os conceitos prévios dos estudantes em relação aos estados físicos da matéria.</li> <li>• Orientar os estudantes quanto às dúvidas em relação às ferramentas do aplicativo.</li> <li>• Trabalhar o conceito de matéria e os diferentes estados físicos da matéria.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Solicitar que os estudantes respondam à atividade 1 (APÊNDICE III) antes de iniciar a aula com uso do aplicativo AEM.</li> <li>• Iniciar com breve tutorial do aplicativo.</li> <li>• Iniciar pedindo aos alunos para observarem o ambiente e os objetos expostos no laboratório virtual.</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"><li>• Detectar se os estudantes reconhecem os objetos apresentados pelo aplicativo.</li><li>• Detectar se os estudantes classificam adequadamente os estados físicos dos objetos do app AEM.</li><li>• Explorar os critérios/signos utilizados por eles para definir os estados físicos das substâncias que encontram nos erlenmeyers.</li><li>• Identificar se os conceitos abordados vão sendo internalizados quanto a critérios da abstração ou da concretude.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Perguntar para os alunos o que eles observam nesse cenário, questionando o que há de comum nos objetos do cenário e o estado físico de cada um.</li><li>• Questionar qual a definição de matéria.</li><li>• Trabalhar a definição de matéria (explicação professora).</li><li>• Pedir para exemplificar outros materiais que podem ser classificados como matéria que não aparece no cenário.</li><li>• A partir das respostas dos estudantes, questionar o porquê chegaram a tal conclusão, pedindo para justificarem. Perguntas norteadoras para as interações discursivas professor-aluno: Qual o estado físico das substâncias dentro dos erlenmeyers? O lápis é sólido, por quê?</li></ul>
---	---

**PAINEL 2- DEFINIÇÃO DE MATÉRIA****Figura 7 - Print do painel 2 do aplicativo AEM**

Fonte: EVO DIGITAL MEDIA (2014)

**OBJETIVO**

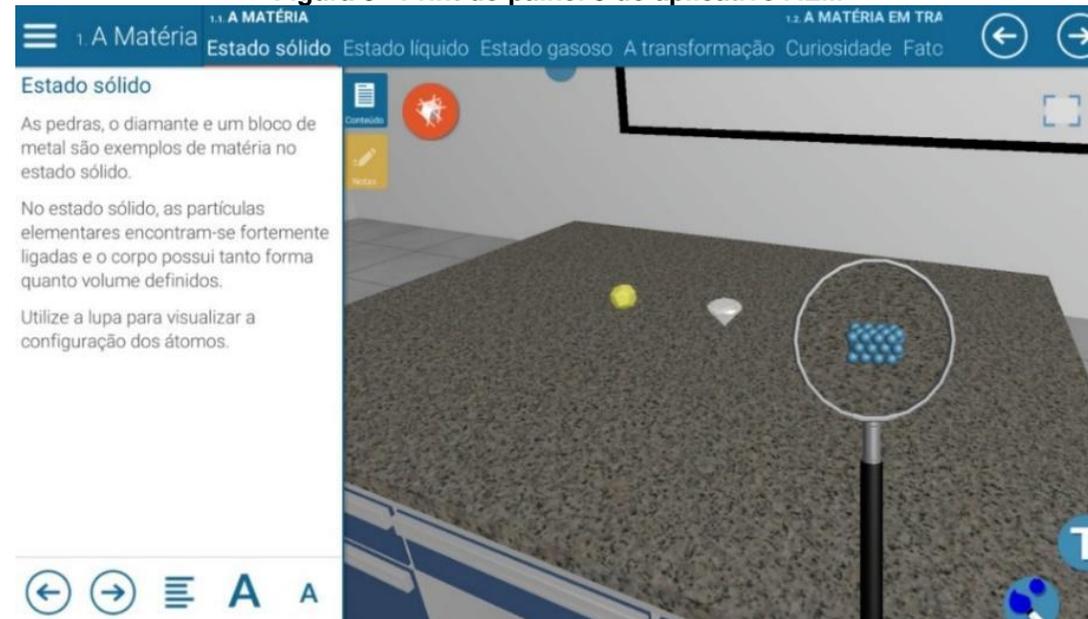
- Trabalhar as dimensões submicroscópica, macroscópica e simbólica da matéria nos diversos estados físicos da matéria.
- Explorar como os estudantes significam o modelo das partículas nas dimensões, macroscópica, submicroscópica, simbólica da matéria, proposto pelo aplicativo.

**ESTRATÉGIA**

1. Pedir para os estudantes usarem o recurso lupa do aplicativo e questionar o que observaram quando a lupa é colocada sobre os objetos.
2. A partir da resposta, explorar os conceitos científicos dos alunos em relação a: Átomos, moléculas, substâncias.
  - Agitação das moléculas nos diferentes estados da matéria, disposição das partículas e o volume.
3. Mediar a interação discursiva para conceitos científicos.

**PAINEL 3- ESTADO SÓLIDO**

**Figura 8 - Print do painel 3 do aplicativo AEM**

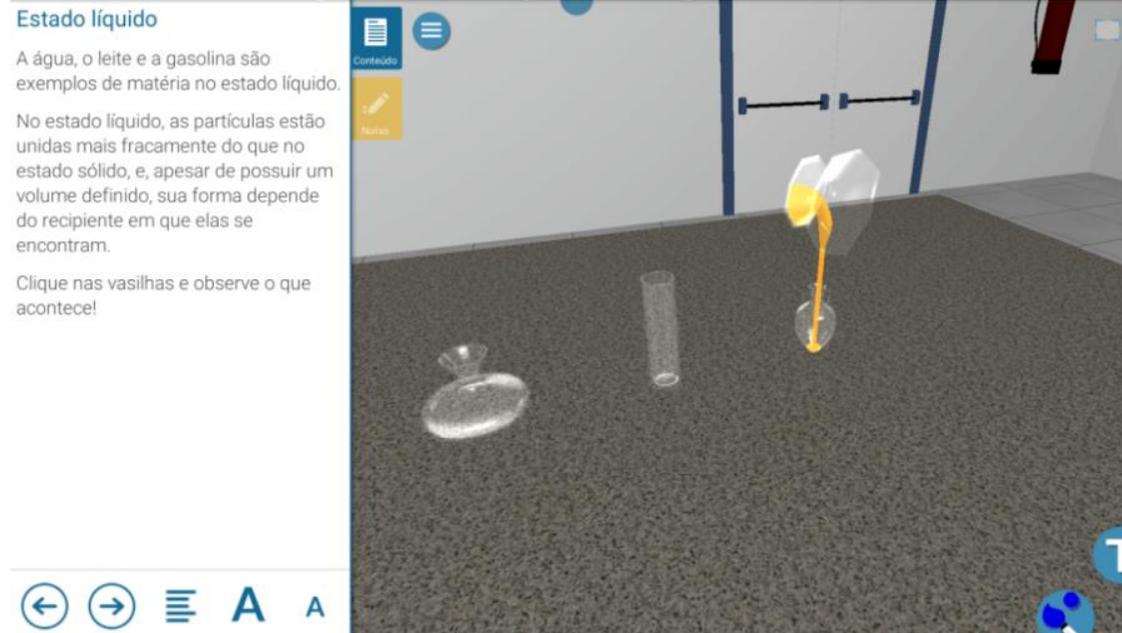


Fonte: EVO DIGITAL MEDIA (2014)

OBJETIVO	ESTRATÉGIA
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Discutir o conceito de sólidos, suas características e arranjo cristalino.</li> <li>• Explorar os sentidos que os estudantes trazem do estado sólido e suas características.</li> <li>• Analisar os signos internalizados sobre estado sólido durante o processo.</li> </ul>	<p>Solicitar aos estudantes que identifiquem os objetos sobre a bancada e o estado físico deles. Discutir as propriedades do estado sólido, quanto à forma, volume e a agitação das partículas. Utilizar a lupa e discutir os diferentes arranjos dos átomos nos materiais sólidos. Mediação pedagógica: discutir sobre o arranjo que os átomos dispõem, conhecida como alotropia – dar exemplo do carbono diamante e o carbono grafite.</p>

## PAINEL 4- ESTADO LÍQUIDO

Figura 9 - Print do painel 4 do aplicativo AEM



Fonte: EVO DIGITAL MEDIA (2014)

**OBJETIVO**

- Trabalhar as características do estado líquido, explorando conceitos prévios dos estudantes, quanto aos líquidos
- Apurar se houve internalização dos signos nos diversos níveis de representação da matéria e a capacidade de diferenciação entre o estado líquido e sólido.

**ESTRATÉGIA**

Solicitar aos estudantes que identifiquem os diferentes frascos sobre a bancada e seus formatos. Clicar no frasco contendo o líquido amarelo e observar o fenômeno de transferência do líquido para outro recipiente. Perguntar: O que acontece quando clicamos em cima do frasco? O que muda? Comparar as propriedades do estado líquido em relação ao estado sólido.

### PAINEL 5- ESTADO GASOSO

Figura 10 - Print do painel 5 do aplicativo AEM



Fonte: EVO DIGITAL MEDIA (2014)

OBJETIVO	ESTRATÉGIA
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabalhar as características do estado gasoso.</li> <li>• Explorar conceitos prévios quanto as características do estado gasoso.</li> <li>• Analisar como se deu a internalização de signo na escala microscópica do estado gasoso.</li> </ul>	<p>Identificar o objeto sobre a bancada e usar a lupa para classificar o estado físico da substância dentro da seringa. Perguntar: O estado físico da substância que contém dentro da seringa é gasoso ou líquido? Por quê? Direcionar a discussão para o porquê de as partículas se encontrarem fracamente ligadas, não tendo forma e nem volume definidos. Perguntas norteadoras da discussão: Por que a substância dentro da seringa é gasosa? O volume é definido?</p> <p>Discutir a animação da imagem da seringa delimitando o volume. Perguntar: Se dentro da seringa, em vez de gás, tivesse líquido, o volume continuaria indefinido? Por quê? O que acontece com o gás ao apertar o êmbolo da seringa?</p> <p>Discutir a composição dos gases. O que difere os gases de mesma cor? Dá para identificarmos qual gás está dentro da seringa, por exemplo se é gás oxigênio ou gás hidrogênio?</p> <p>Se fosse para vocês representarem duas seringas, cada uma contendo um gás diferente como representariam? (desenho mental). Como podemos identificar a composição das substâncias e suas propriedades físicas e propriedades químicas.</p>

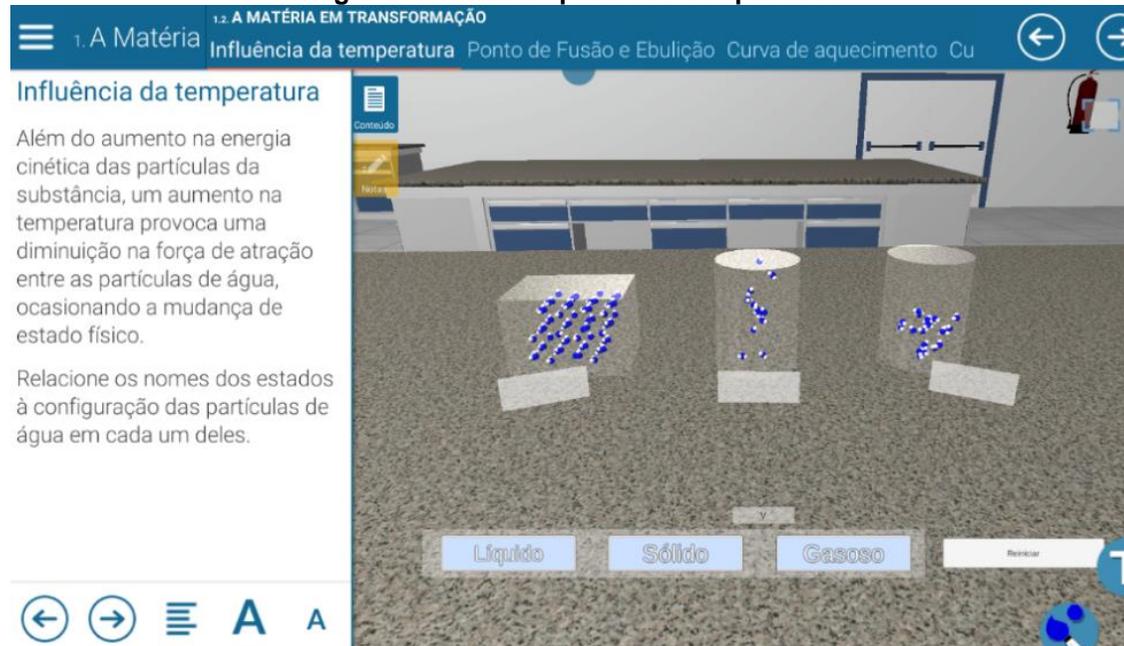
Fonte: elaborada pela autora

## Quadro 4 - Planejamento da segunda aula

## AULA 2

## PAINEL 10- INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA

Figura 11 - Print do painel 10 do aplicativo



Fonte: EVO DIGITAL MEDIA (2014)

**OBJETIVO**

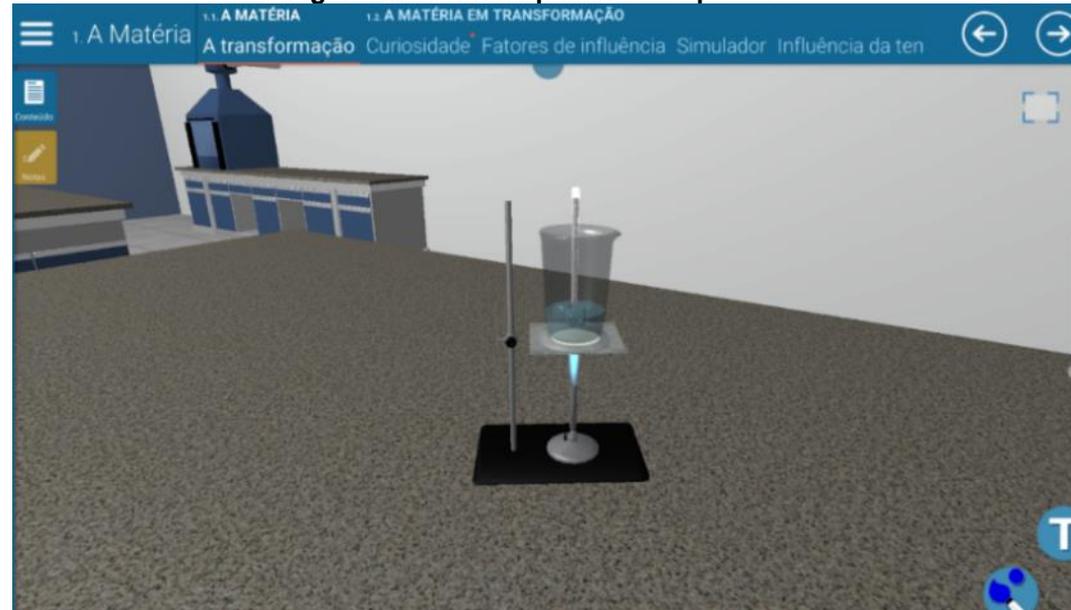
- Analisar se houve internalização dos signos dos estados físicos da matéria trabalhados na aula anterior, e também se houve evolução conceitual

**ESTRATÉGIA**

Recapitular os conceitos trabalhados na aula anterior por meio da atividade do aplicativo, identificando os estados da matéria em cada recipiente.

### PAINEL 6 – A TRANSFORMAÇÃO

Figura 12 - Print do painel 6 do aplicativo



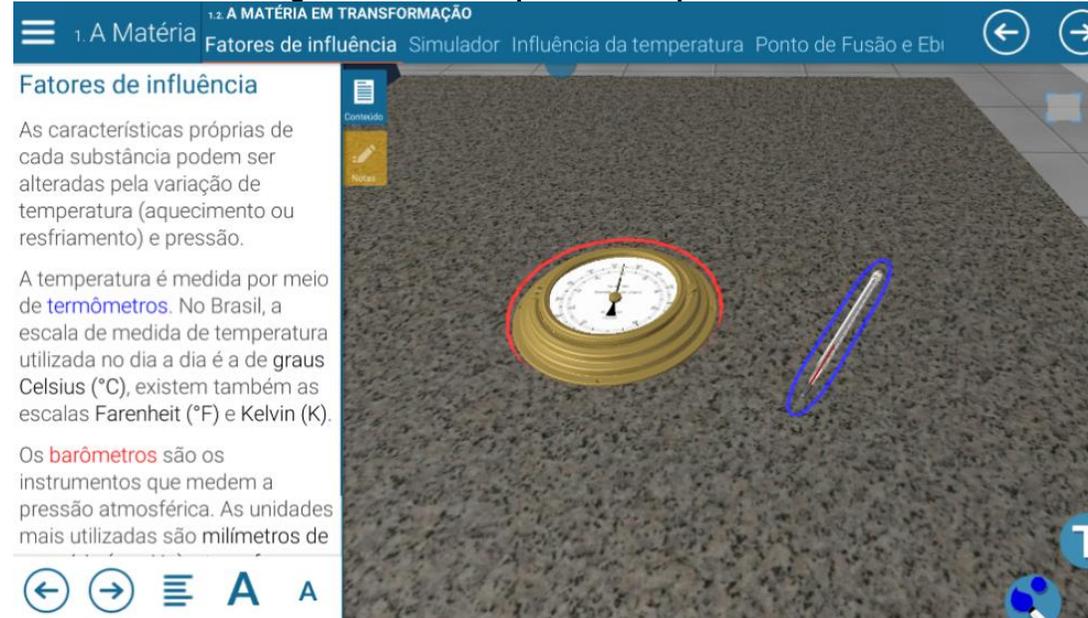
Fonte: EVO DIGITAL MEDIA (2014)

OBJETIVO	ESTRATÉGIA
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mapear as generalizações conceituais e signos que os estudantes trazem em relação a calor, pressão e temperatura.</li> <li>• Trabalhar o conceito de calor e pressão.</li> </ul>	<p>Solicitar aos estudantes que identifiquem os materiais sobre a bancada e o fenômeno que está ocorrendo.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Discutir o fenômeno da transformação do estado sólido até o gasoso.</li> <li><input type="checkbox"/> Mediante os conceitos espontâneos dos alunos em relação ao signo gelo, como sendo representante do conceito de sólido, explicar que pode ter outros tipos gelo sem ser de água, como, por exemplo, o gelo seco.</li> <li><input type="checkbox"/> Trabalhar a definição de vapor e de gás. Perguntas norteadoras: Qual a diferença entre vapor e gás?</li> <li><input type="checkbox"/> Trabalhar o conceito de pressão e a diferença de pressão atmosférica. Utilizar o exemplo da seringa para explicar. Fazer as perguntas: O que é pressão? Qual é a diferença entre pressão atmosférica e pressão?</li> <li><input type="checkbox"/> Trabalhar o conceito de calor. O que é calor?</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"><li><input type="checkbox"/> Verificar se os estudantes sabem o que é ponto de fusão e ponto de ebulição.</li><li><input type="checkbox"/> O que auxilia a transformação de estados? Espera-se que falem temperatura e pressão. Se caso não falarem pressão, discutir mais para frente.</li><li><input type="checkbox"/> Se pensarmos em termos microscópicos, o que acontece com as partículas (retomada dos conceitos científicos sólido, líquido e gasoso/agitação, interação das partículas).</li></ul>
--	---

**PAINEL 8- FATORES DE INFLUÊNCIA**

**Figura 13 - Print do painel 8 do aplicativo AEM**



Fonte: EVO DIGITAL MEDIA (2014)

OBJETIVO	ESTRATÉGIA
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar se os estudantes têm generalizações conceituais em relação às escalas de temperatura e unidades de medida de pressão.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Retomar conceitos de escalas de temperatura e unidades de pressão.</li> <li><input type="checkbox"/> Vocês viram escalas de temperatura na matéria de física, quais são os tipos de escalas? E a pressão? Quais as unidades que utilizamos de pressão? Qual é a condição normal de pressão e temperatura?</li> </ul>

**PAINEL 12- CURVA DE AQUECIMENTO**

Figura 14 - Print do painel 12 do aplicativo AEM



Fonte: EVO DIGITAL MEDIA (2014)

OBJETIVO	ESTRATÉGIA
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar se os alunos relacionam os signos trabalhados na aula anterior, quanto à disposição e agitação das partículas da matéria nos diferentes estados com o processo de transformação.</li> <li>• Identificar se houve desenvolvimento quanto à transformação dos estados físicos da matéria nos processos de aquecimento e resfriamento.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Solicitar que os estudantes explorem visualmente a experiência.               <ul style="list-style-type: none"> <li>• O que vocês estão observando aí?</li> </ul> </li> <li>2. Discutir a transformação dos estados físicos da matéria e os fatores que influenciam. O que acontece quando aumenta a temperatura?               <p>Trabalhar o conceito de transferência de calor (definição de calor: fluxo de energia térmica devido a diferença de temperatura).</p> </li> </ol>

**PAINEL 13- CURVA DE RESFRIAMENTO**

**Figura 15 - Print do painel 13 do aplicativo AEM**



Fonte: EVO DIGITAL MEDIA (2014)

**OBJETIVO**

- Analisar se os estudantes relacionam os conceitos trabalhados sobre o fenômeno da ebulição com o fenômeno de fusão. Os estudantes associam os conceitos de transferência de energia, modificação na disposição e agitação das partículas a nível microscópico e variação da temperatura com o processo de resfriamento?

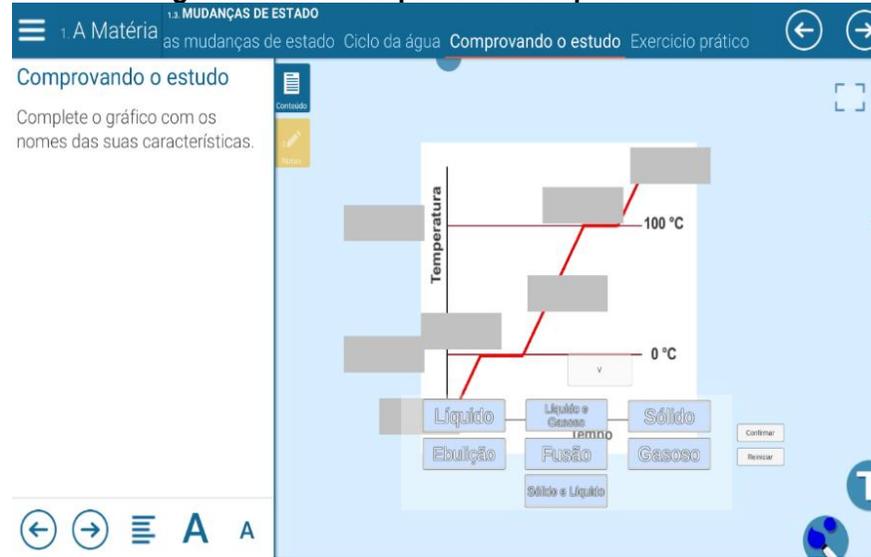
**ESTRATÉGIA**

- Discutir sobre a diminuição da agitação das partículas e o aumento da força de coesão, transformando os estados gasoso-líquido e sólido. Perguntas norteadoras:
  - A temperatura que está do lado de fora do béquer é igual à do cubo de gelo de água?
  - Se há uma diferença de temperatura, há o quê? Resposta esperada: Calor, transferência de energia térmica.
  - A temperatura está variando na transformação do estado sólido para o líquido? Resposta esperada: Não
- Se não, em qual temperatura está? 0°C

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Por que não muda a temperatura no ponto de fusão?</li><li>• Após transformar toda água do estado sólido para o líquido, o que ocorre com a temperatura e a agitação das moléculas de água?</li><li>• O que é ponto de ebulição?</li><li>• Explicar o que é pressão de vapor do líquido, pressão atmosférica e a influência da tensão superficial das moléculas de água na superfície.</li></ul> <p>Perguntas norteadoras:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Após a transformação, a temperatura volta a subir novamente, por quê?</li><li>• Se aumentar a energia, o que acontece com a temperatura e as partículas?</li><li>• Se colocar mais água, o que acontece com o ponto de ebulição?</li></ul>
--	--

**PAINEL 19- COMPROVANDO ESTUDO**

**Figura 16 - Print do painel 19 do aplicativo AEM**



Fonte: EVO DIGITAL MEDIA (2014)

• Analisar os signos internalizados em relação à mudança de estado.

- Atividade do aplicativo AEM, indicar os estados físicos da matéria nos patamares e fazer as representações microscópicas da molécula de água.
- Questionar os estudantes: Se fosse uma mistura, o gráfico ia permanecer o mesmo?

**PAINEL 14- PARA PENSAR**

**Figura 17 - Print do painel 14 do aplicativo AEM**



Fonte: EVO DIGITAL MEDIA (2014)

**OBJETIVO**

- Compreender as generalizações que os estudantes fazem sobre pressão atmosférica, agitação das partículas e ponto de fusão e ponto de ebulição. Houve internalização conceitual?

**ESTRATÉGIA**

- Observar as duas situações da imagem. Perguntas norteadoras: 1. A água entra em ebulição sempre a 100°C? 2. A pressão é a mesma? 3. Onde a pressão é maior? 4. Onde a água vai entrar em ebulição mais rápido?
- Ver a relação que eles fazem da pressão atmosférica, agitação das partículas e ponto de fusão e ebulição.
- Solicitar que os estudantes recorram na memória à imagem mental das generalizações construídas da imagem das transformações.

**PAINEL 15- PRESSÃO EM FUNÇÃO DA ALTITUDE**

**Figura 18 - Print do painel 15 do aplicativo AEM**



OBJETIVO	ESTRATÉGIA
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explorar se houve internalizações de signos do aplicativo quanto à altitude e a relação de pressão e temperatura.</li> <li>• Examinar se os signos do aplicativo fizeram com que houvesse ruptura de paradigmas de associação de calor em regiões mais quentes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Observar o aumento da altitude e a diminuição de pressão.</li> <li><input type="checkbox"/> O que ocorre com o ponto de ebulição da água quando há diminuição de pressão?</li> </ul>

Fonte: Elaborada pela autora

### 3.3 REALIZAÇÃO DAS ATIVIDADES PREVISTAS

Esta etapa configurou-se no desenvolvimento das aulas e monitoramento dos dados conforme as etapas da terceira fase da pesquisa-ação.

#### 3.3.1 DESENVOLVIMENTO DAS AULAS

As aulas foram ministradas no decorrer dos meses de maio e junho de 2017, durante as aulas de Tópico de Química, mediante o consentimento do professor responsável pela disciplina, sem prejuízo do conteúdo curricular do semestre. Ao todo participaram 23 estudantes, com faixa etária de 15 a 19 anos, regularmente matriculados no segundo ano do ensino médio no turno matutino. Em relação à dinâmica das aulas, esclarecemos que foram planejadas para serem cumpridas em 3:20h de aulas que, considerando a dinâmica das aulas nas escolas estaduais, abarcam cerca de quatro aulas de 50min. Nos primeiros dois encontros, estas aulas foram dadas seguidas, de duas em duas, pelo que chamamos de “aulas casadas”, quando o horário é configurado com duas aulas em sequência.

Mesmo utilizando duas aulas seguidas de 50 min cada, não foi possível executar a proposta em apenas dois encontros de 1:40, sendo necessário estender a três encontros ao todo, como descrito na tabela a seguir, utilizando no total 5 aulas de Química, pois apenas as quatro planejadas não foram suficientes para finalizar o desenvolvimento das atividades planejadas.

**Tabela 4** - Cronograma de atividades desenvolvidas

<b>Data encontros</b>	<b>Número de aulas na escola</b>	<b>Atividades desenvolvidas</b>	<b>n° de participante em cada aula</b>
03/05/2017	02	Aula ministrada conforme o planejamento da primeira aula, aplicação da primeira e segunda atividade.	18
10/05/2017	02	Aula ministrada conforme o planejamento da segunda aula, porém não concluída, ficando o tópico mudança de estado para trabalhar na próxima aula. Aplicação da terceira atividade.	15
17/05/2017	01	Conclusão da segunda aula e aplicação da quarta atividade.	13

**Fonte:** Elaborada pela autora

### 3.3.2 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

Com o objetivo de compreender o desenvolvimento conceitual no decorrer do processo investigativo a partir do uso do *app*, utilizamos também atividades escritas, além das observações feitas pela pesquisadora em diário de campo e as aulas vídeo-gravadas de todo processo.

A seguir, apresentamos os instrumentos utilizados na coleta de dados da pesquisa.

#### 3.3.2.1 – Atividades Escritas

Foram elaboradas e aplicadas quatro atividades. A primeira com perguntas abertas sobre o que é estado sólido, líquido e gasoso (APÊNDICE III), aplicada no início do primeiro encontro. A segunda atividade é idêntica à primeira (APÊNDICE IV), aplicada no final do primeiro encontro. A terceira atividade (APÊNDICE V), foi solicitado aos estudantes que explicassem os fenômenos da transformação do sólido para o líquido e do líquido para o gasoso, a partir de imagens representativas dos fenômenos da fusão e da ebulição encontradas no aplicativo. A atividade foi planejada e aplicada após o segundo encontro.

A quarta atividade (APÊNDICE VI) partiu da análise prévia da primeira, segunda e terceira atividades no decorrer da coleta de dados, então foi elaborada posteriormente ao planejamento. Ao percebermos que os estudantes quase não escreveram nas respostas e não souberam explicar o fenômeno da transformação do estado sólido ao líquido, elaboramos a atividade 4 (APÊNDICE VI) com diversas palavras que fazem parte de uma elaboração conceitual dos fenômenos da fusão e da ebulição, sendo que o estudante deveria sinalizar quais palavras melhor se adequavam a cada transformação.

### 3.3.2.2 Aulas de Química com uso do *app* AEM

As aulas planejadas para a pesquisa foram registradas por câmera digital e celular da pesquisadora. A fim de captar com maior precisão a fala dos alunos durante as aulas, a professora-pesquisadora recorreu à gravação de voz feita por alguns estudantes, distribuídos na sala de aula, através dos seus próprios celulares, o que contribuiu para captarmos de vários pontos as falas durante as aulas e possibilitou uma transcrição mais clara dessas falas.

Na transcrição dos áudios e atividades realizadas, utilizamos códigos para representar os estudantes, respeitando a privacidade e a imagem dos participantes, conforme assinado pelo TCLA (APÊNDICE II). Todas as aulas foram filmadas e posteriormente transcritas. Adotamos a seguinte legenda para a codificação dos áudios, apresentados no quadro 5:

**Quadro 5** - Legenda dos recursos simbólicos e termos utilizados nas transcrições

<b>Recursos simbólicos/termos de transcrição</b>	<b>Significado</b>
Turno	Cada fala dos participantes no discurso
PQ	Professora-pesquisadora
An	Estudante participante em que n é um número e representa cada estudante
(( ))	Comentário da professora-pesquisadora
[ ]	Falas simultâneas
(XXX)	Fala inaudível
[...]	Trechos que foram supridos
...	Prolongação na fala

Fonte: adaptado de COSTA (2017)

### 3.4 AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS: CATEGORIZAÇÃO

Com vista à avaliação dos resultados pela via de análise dos dados, debruçamo-nos na busca de categorias que dessem o suporte necessário para a interpretação dos resultados obtidos com auxílio da fundamentação teórica adotada. As dimensões categóricas foram criadas de acordo com a conjuntura apresentada pela ação, ou seja, emergiram da leitura dos dados provenientes da ação. Para tal, percorremos os dados à procura de regularidade e padrões, bem como de tópicos presentes nos dados, e em seguida, sinalizamos palavras e frases que representam estes mesmos

tópicos e padrões. Estas palavras ou frases foram categorizadas em codificação para definição das categorias de análise.

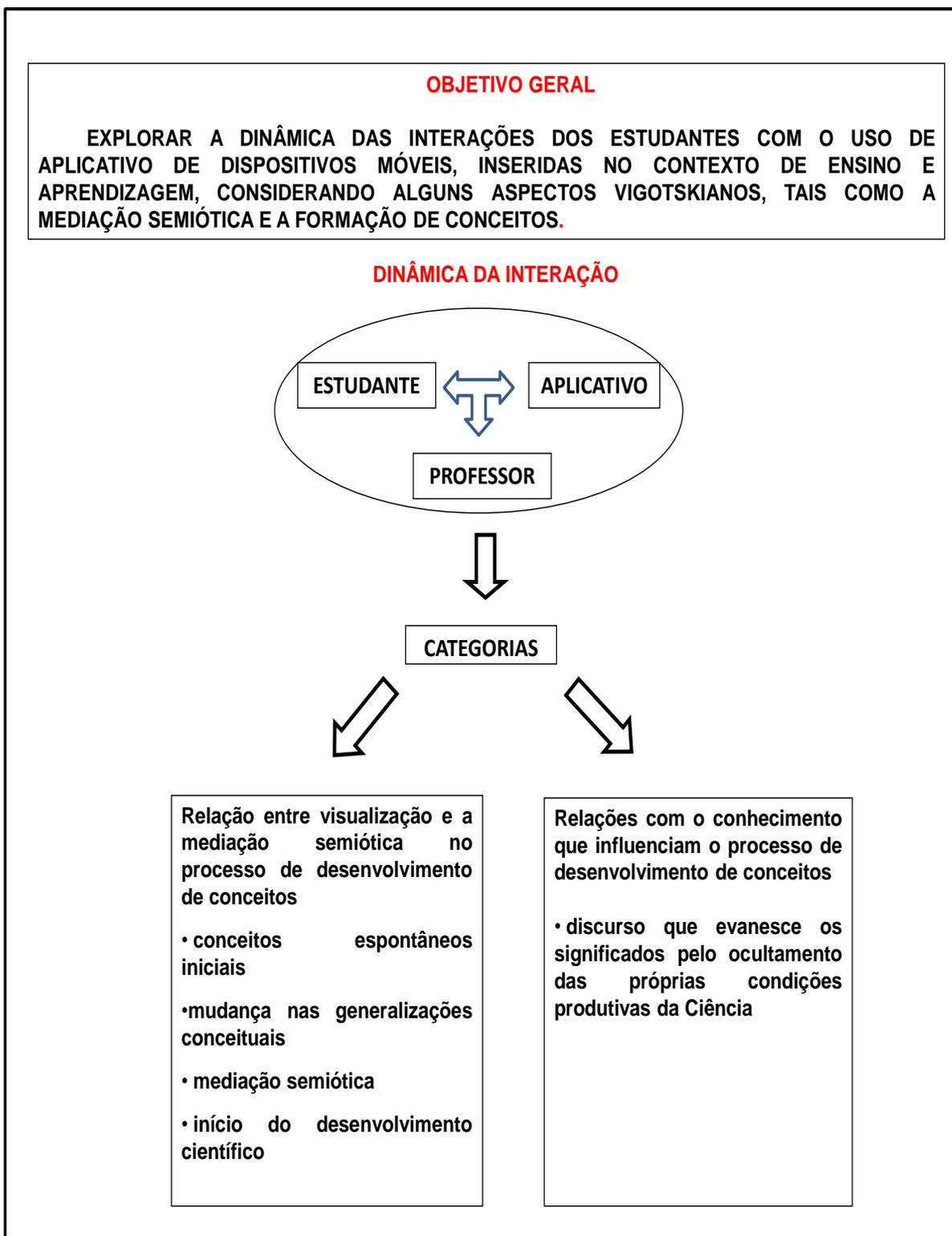
Conforme Bogdan e Biklen (1994), o desenvolvimento de sistemas de codificação no processo investigativo encerra parâmetros semelhantes, que se pauta em determinadas questões e preocupações de investigação, dando origem às categorias de análise.

Para que tenhamos uma categorização, é importante garantir que as categorias sejam homogêneas, ou obtidas a partir dos mesmos princípios utilizados para todo o processo de categorização. Além de respeitarmos o princípio da homogeneidade para fazer uma categorização, as categorias devem ser (MINAYO; DESLANDES; GOMES, 2016, p. 80):

- exaustivas, ou deve-se enquadrar todos os aspectos nas categorias, caso contrário deve se formular outra categorização;
- exclusivas, ou um aspecto do conteúdo do material analisado não pode ser classificado em mais de uma categoria;
- concretas, ou não serem expressas por termos abstratos que trazem muitos significados;
- adequadas, ou em outras palavras, a categorização deve ser adaptada ao conteúdo e ao objetivo a que quer chegar.

Observando tais aspectos, foram delimitadas as categorias de análise, considerando a interação dos estudantes com o aplicativo e os aspectos que emergem dessa relação e tendo em vista o objetivo geral da pesquisa, como apresentado na figura 19 e descritas nos tópicos adiante.

Figura 19 - Categorias de análise



### **3.4.1 PRIMEIRA CATEGORIA: RELAÇÃO ENTRE VISUALIZAÇÃO E A MEDIAÇÃO DOS SIGNOS E INSTRUMENTOS NO PROCESSO DE FORMAÇÃO DE CONCEITOS**

A categoria analisou a intencionalidade dos conceitos atribuídos pelos estudantes no plano da significação conceitual, procurando explicitar a interação do aprendiz com o uso do aplicativo, pautando-se em entendimentos no que diz respeito à formação de conceitos, que instrumentalizam o pensamento por meio da visualização de representações imagéticas de modelos científicos representativos dos estados físicos da matéria.

Os processos de generalização que emergiram da visualização das representações visuais que o aplicativo (instrumento) viabiliza são mediados por signos. Ao utilizar o aplicativo, o aprendiz tem contato com imagens que são produções culturais, no sentido de que há uma espécie de codificação da realidade, da qual são utilizados símbolos fornecidos pela cultura. Dessa forma, é devido ao fato de o sujeito estar inserido no contexto social e cultural que ele consegue distinguir determinada imagem e classificá-la conforme um conceito.

Conforme os pressupostos Vigotskianos, o processo de conhecer os objetos se dá por meio da mediação de signos e instrumentos. O signo indica o objeto numa perspectiva dialética das esferas interpessoal e intrapessoal do sujeito, por meio da linguagem. Nesse direcionamento, a palavra, que é um signo, pode representar um conceito associado a ela, ou um conjunto enorme de imagens, todas instâncias daquele conceito. Então, considerando isso, para que um conceito se desenvolva, é preciso que o conceito já tenha sido construído de algum modo pela palavra de tal modo que a imagem seja ela mesma uma representação do conceito, assumindo, deste modo, um papel simbólico (ROSA, 2000). Vigotski (2010a) nos fala que é no aprendizado escolar que o aluno tem condições de trabalhar estas abstrações da palavra e da significação da imagem de forma articulada e coerente de maneira a construir os conceitos necessários à compreensão da realidade científica.

Nesse sentido, tendo em vista tais aspectos, buscou-se elucidar os conceitos iniciais dos estudantes a partir da visualização das imagens referente aos estados físicos da matéria, já que as imagens são signos que carregam um conjunto de significações. E a partir daí, relacionou-se o signo/imagem no processo de significação do desenvolvimento dos conceitos científicos. Desse campo discursivo, emergiram as relações com níveis de concretude em detrimento da abstração ao concreto pensado, conduzindo uma análise do pensamento concreto empírico como maneira de conceber os significados desenvolvidos ao longo do processo de ensino e aprendizagem.

Na visão de Kosik (1976), o pensamento concreto se constrói a partir da realidade que se:

[...] revela como o mundo dos meios, fins, instrumentos, exigências e esforço para satisfação a estas, o indivíduo “em situação” cria suas próprias representações das coisas e elabora todo sistema correlativo de noções que capta e fixa aspectos fenomênicos da realidade (KOSIK, 1976, p.14).

A visão concreta da realidade apresentada pelo autor está para o método dialético, em que concebe o concreto e o abstrato como objetos do pensamento. O concreto é tido como algo que realmente existe, entretanto, o que realmente existe não pode ser confundido com o que é perceptível aos órgãos dos sentidos. O concreto pensado é o real com atribuições de significado, feito pelo nosso pensamento. A abstração é a mediação que faz o nosso pensamento para passar de um concreto empírico para o concreto pensado, dessa forma, no método dialético, o concreto é o ponto de partida e o ponto de chegada, com a mediação do abstrato, de tal maneira que certos níveis de concretude se passam a outros níveis de concretude pela abstração (MEKSENAS, 1992).

A pesquisa trabalhou com a visualização através de aplicativo em sala de aula, enfocando os estados físicos da matéria e suas transformações. Os estudantes relacionaram os signos com a linguagem, buscando compreender como se processam essas mudanças.

Ao pensar sobre os estados físicos da matéria a partir da sistematização científica, desenvolve-se um novo conceito, partindo-se do

entendimento de que os estados físicos têm, em sua essência, toda uma transformação pré-existente, não sendo, portanto, algo que aparenta ser em sua representação do fenômeno, mas traz em sua essência todo um processo estruturado que para conhecer se faz necessário um esforço ou um desvio, como relata Kosik na sua obra *Dialética do concreto*.

A Dialética trata da “coisa em si. Mas a “coisa em si” não se manifesta imediatamente ao homem. Para chegar sua compreensão, é necessário fazer não só um certo esforço, mas também um détour. Por este motivo o pensamento dialético distingue entre representação e o conceito da coisa, com isso não pretendendo apenas distinguir duas formas e dois graus de conhecimento da realidade, mas especialmente e sobretudo duas qualidades da Práxis humana. A atitude primordial imediata do homem, em face da realidade, não é a de abstrato sujeito cognoscente, de uma mente pensante que examina a realidade especulativamente, porém, a de ser que age objetiva e praticamente, de um indivíduo histórico que exerce a sua atividade prática no trato com a natureza e com os outros homens, tendo em vista a concepção dos próprios interesses, dentro de uma determinado conjunto de relações sociais (KOSIK, 1976, p.13).

Nesse sentido, a primeira categoria discute um processo objetivando a compreensão além do campo prático, em um percurso analítico que envolve ascensão das abstrações ao concreto pensado.

### **3.4.2 SEGUNDA CATEGORIA: RELAÇÃO COM O CONHECIMENTO**

Na perspectiva Vigotskiana, o conhecimento se produz na relação dialética entre os sujeitos e o meio. Pensar no desenvolvimento de conceitos é pensar nas relações subjetivas que o sujeito tem para o conhecimento.

Conhecer supõe a presença de sujeitos e relações para com o objeto que suscitam nossa atenção compreensiva, além do uso de instrumentos e signos mediadores da apreensão, num trabalho de debruçar-se sobre algo desconhecido. Os resultados desse trabalho, segundo França (1994), mudam a relação do ato de conhecer, a relação com o objeto e a construção dos sujeitos, produzindo modelos de apreensão:

[...] ao conhecer, cria-se uma representação do conhecido- que já não é mais o objeto, mas a construção do sujeito. O conhecimento produz, assim, modelos de apreensão. [...] Conhecer significa

voltar-se para a realidade, e “deixar falar” o nosso objeto; mas conhecer significa também apreender o mundo através de esquemas já conhecidos, identificar no novo a permanência de algo já existente ou reconhecível (FRANÇA, 2001, p. 43)

Ao lidar com o aplicativo, o aluno tem modelos já pré-estabelecidos de apreensão do mundo através de esquemas já conhecidos e de construção do conhecimento, assim como a professora. Essas relações com o objeto do conhecimento interferem no modo como estes sujeitos lidam com as ferramentas tecnológicas no contexto da sala de aula.

A partir desse pressuposto, a categoria buscou investigar a forma como os sujeitos envolvidos lidam com o conhecimento na perspectiva do aplicativo, da proposta didático-metodológica da professora, dos alunos e da comunidade científica, modos esses que interferem no processo de ensino e aprendizagem mediado por ferramentas tecnológicas como os aplicativos.

Existem diferentes aspectos relacionados ao uso destas ferramentas tecnológicas, dentre elas estão a produção do conhecimento científico (discurso produzido por cientista) e a apropriação desse discurso pelos professores, por meio da tecnologia e de práticas pedagógicas e de informações provenientes da ferramenta.

Quando se analisam os dados, são percebidas situações de ensino e aprendizagem que podem ser permeadas por um discurso transparente. Sercovich entende como transparente “o discurso que oculta suas próprias condições produtivas. Quando o significado de um signo se volatiliza como unidade cultural e histórica, produz-se a transparência semiótica” (SERCOVICH, 1977, p. 34, tradução nossa).

Desse modo, “a constituição de imagens exige um complexo sistema de transformações e põe em jogo numerosos mecanismos, como: ocultamento do significado, remissão direta da realidade, sobre terminação de código e ausência das condições produtivas” (SERCOVICH, 1977, p. 34, tradução nossa).

A partir disso, procuramos elucidar as práticas discursivas da professora ao longo do processo e a proposta didático-metodológica do aplicativo enquanto discurso transparente que oculta as condições produtivas, levando ao esvaziamento semântico do entendimento dos alunos em relação

aos conteúdos abordados. As duas categorias explicitadas serão discutidas de forma detalhada nos próximos capítulos da tese.

## **4.RELAÇÃO ENTRE VISUALIZAÇÃO E A MEDIAÇÃO SEMIÓTICA NO PROCESSO DE FORMAÇÃO DE CONCEITOS**

A análise da primeira categoria foi construída a partir da leitura dos olhares dos estudantes a respeito do conteúdo abordado, compreendido a partir das respostas das atividades aplicadas e de recortes de transcrições das aulas para dar suporte e sustentação às discussões dos dados apresentados.

Esse recorte teve como foco analítico a explicitação do desenvolvimento conceitual com o emprego do aplicativo. Para tal, consideramos que o aplicativo é um meio constituído de signos e é uma ferramenta cultural, sendo concebido por linguagem socialmente construída, trazendo elementos de uma linguagem científica historicamente instituída de modelos e representações da matéria em seus diversos estados.

Tendo isso em vista, a análise da categoria buscou a intencionalidade das palavras atribuídas pelos estudantes quanto à significação conceitual, desvelando a interação do aprendiz com o uso do aplicativo e orientando nossa compreensão no que diz respeito à formação e desenvolvimento de conceitos. Nosso olhar teve como foco a mediação semiótica das representações imagéticas (signos) do aplicativo, e como essas contribuem nas interações da sala de aula durante o processo de ensino e aprendizagem.

Para isso, dividimos a discussão desta categoria em três tópicos, denominados de:

- Generalizações iniciais: os estados físicos da matéria a partir da água;
- Desenvolvimento da palavra líquido: uso do aplicativo em contexto;
- Relações construídas entre imagens e conceitos considerando o uso do aplicativo.

A seguir, serão apresentadas as discussões referentes à análise dos dados conforme os tópicos citados.

### **4.1 GENERALIZAÇÕES INICIAIS: OS ESTADOS FÍSICOS DA MATÉRIA A PARTIR DA ÁGUA**

Para iniciarmos as análises, orientamo-nos quanto aos conceitos prévios dos estudantes em relação aos estados físicos da matéria. Segundo Mortimer (1996), a noção prévia dos conceitos permite compreender a evolução de ideias científicas na perspectiva que novas ideias vão sendo adquiridas ao longo do processo de ensino e aprendizagem e passam a conviver com as ideias anteriores. Para o referido autor, “através dessa noção é possível situar as ideias dos estudantes num contexto mais amplo que admite sua convivência com o saber escolar e com o saber científico” (Mortimer, 1996, p. 23). Dessa forma, categorizamos os conceitos iniciais quanto a sua natureza espontânea ou científica.

Na concepção Vigotskiana há dois tipos de conceitos, os científicos, que se organizam sob as condições do processo educacional, e os espontâneos, que emergem do processo histórico do indivíduo com o meio social de maneira não formal.

Conforme a Atividade 1, aplicada antes da primeira aula, que solicita a explicação dos estudantes sobre o que vem a ser cada estado físico da matéria, obtiveram-se respostas a partir de elementos conhecidos dos estudantes, especificamente, a substância água. O Quadro 6 apresentado a seguir, explicita mais sobre isso e traz um descritivo das respostas de todos os participantes quanto ao conceito de sólido, líquido e gasoso. Responderam à atividade quinze participantes, identificados por E1, E2, E3, E4, e assim sucessivamente até E15.

Quadro 6. Respostas dos estudantes à Atividade 1

Estudante	Sólido	Líquido	Gasoso
E1	A montanha no caso seria o sólido. (desenho de uma montanha)	A água é líquida (desenho de um copo com água)	Oxigênio, fumaça, e etc.
E2	Gelo (desenho de um cubo de gelo)	Água (desenho de um copo com água)	Vapor (desenho panela de pressão saindo vapor)
E3	Gelo (desenhou cubo de gelo)	Água (desenhou um recipiente com água)	Vapor (desenhou vapor através de linhas)
E4	É alguma coisa que é duro ou por exemplo: gelo	É um estado da água e líquido	Quando a água evapora, quando ela é aquecida
E5	Sólido, logo lembra solo, concreto, material limitado e maciço. Exemplo: pedras. Rochas. O sólido é o ponto anterior ao líquido nos estados do material. Exemplo: pedra (desenhou a pedra)	Líquido é o estado em que o material pode ser escorrido, onde as moléculas são mais soltas, fazendo que o líquido seja mais macio. Exemplo: água, óleo (fez desenho da água) O sólido se transforma em líquido através do ponto de fusão	Gasoso, como o nome, vem de gás. O estado gasoso é um estado de vapor do material. Não é possível vê-lo facilmente, ao contrário do estado líquido e sólido. Ex: gás oxigênio, gás carbônico O líquido se transforma em gasoso através do ponto de ebulição
E6	Geralmente material mais resistente como: gelo, ferro, madeira...	Um pouco mais complicado de manipular, e sempre precisa de um recipiente: água, sucos, remédios...	Já não podemos ver nem pegar

E7	Algo duro ou congelado como o gelo por exemplo	Algo aquoso como a água	Vapor, neblina, fumaça
E8	Utiliza desenho de gelo derretendo	Utiliza um desenho de um recipiente com água	100C
E9	Um objeto consistente Ex: gelo	Um objeto aguoso Ex: água	É um elemento gasoso Ex/; fumaça
E10	Gelo (fez desenho da forma de gelo), sólido, algo fixo ou concentrado	Água Líquido muita das vezes é uma solução que pode ser ingerida	Um vapor Como a água se passando para o estado gasoso
E11	Sólido é algo fixo, exemplo: gelo	Líquido é algo aquoso Exemplo: bebidas	Gasoso é algo que não vemos tipo um vapor Exemplos: gás, fumaça etc
E12	Gelo Sólido é algo fixo um exemplo citado em cima o gelo	Líquido é algo aquoso Exemplo bebidas	Gasoso é algo que não vemos vapor, exemplo gás, fumaça
E13	Gelo	Água. Exemplo-refrigerante, sucos, etc	Vapor. Exemplo uma água fervendo
E14	Gelo	Água	Água, fervendo
E15	É o estado físico sólido para a água em que em seu estado fica abaixo de zero	Estado físico em que a água está de 0°C a 25°C	Estado físico em que a água entre em ebulição e se torna moléculas e enfim o gás

Fonte: elaborado pela autora

A partir destas respostas, identificamos que a maior parte dos alunos vincula os estados da matéria à substância água. Tal vinculação é compreensível, pois de acordo com Cavalcanti:

No nível de abstração e de generalização, o processo de formação de conceitos cotidianos é “ascendente”, surgindo impregnado de experiência, mas de uma forma ainda não-consciente e “ascendendo” para um conceito conscientemente definido. (CAVALCANTI, 2005, p. 197).

Pelo observado, os alunos conceituam sólido, líquido e gasoso a partir de suas experiências, entretanto, alguns já o fazem relacionando-os aos estados de agregação da matéria. Algumas respostas foram associadas às características físicas dos materiais, como dureza, maleabilidade, o que denota certo grau de desenvolvimento de conceitos a nível científico. Porém, não há evidências sólidas de que os conceitos foram construídos a partir da definição verbal científica, pois apresentam mais aspectos de concretude por estarem impregnados pela experiência, conforme argumenta Cavalcanti (2005) ao explicitar sobre a formação dos conceitos científicos.

Como denotam os dados, os estudantes, de modo geral, definem sólido como gelo, líquido como água e o gasoso como vapor. Tais palavras trazem significados próprios por meio de relações estabelecidas em sistemas conceituais ou generalizações de natureza empírica, constituídas ao longo do processo histórico do sujeito.

A palavra água neste contexto apresenta o aspecto geral, ou aquilo que se repete em todos os objetos de determinado tipo ou classe e, por isso, é definidor das suas propriedades. Vigotski (2010a) nos fala que a palavra expressa generalizações, ou sistemas conceituais, e carrega significados e sentidos que são construídos historicamente ao longo do processo de formação e desenvolvimento do indivíduo enquanto ser histórico-cultural.

Portanto, o aluno envolvido nesta atividade realizou um movimento do pensamento que consiste na identificação de certas qualidades comuns, invariantes, presentes em todos os objetos de dada classe ou categoria, para se expressar por meio da palavra água. Freitas (2016) nos esclarece como se dá esse processo no âmbito do pensamento empírico, que possibilita aos

estudantes a formação de conceitos que consideram aspectos gerais dos objetos em foco, ou de conhecimento:

O estudo se inicia pelo exame de relações e atributos externos do objeto, que podem ser percebidos e apreendidos de modo imediato, direto, sensorial empírico. Tais atributos e relações são, então, utilizados para produzir uma abstração que consiste na reunião dos aspectos essenciais e definidores de todos os objetos pertencentes a uma mesma classe ou categoria, isto é, uma classificação. Logo, torna-se uma referência geral de pensamento e ação a ser utilizada em diversas situações, possibilitando ao aluno enxergar em cada objeto o que é comum a todos da mesma classe. Nesse modo de pensamento empírico o aluno forma o conceito empírico, o qual se expressa por meio da palavra (FREITAS, 2016, p.397).

Segundo Kosik (1976), qualquer conceito designa uma abstração, ou seja, naquilo que não é imediatamente perceptível existe uma verdade oculta da coisa, distinta dos fenômenos, que se manifesta imediatamente e somente vai sendo explicitado à medida em que a realidade fenomênica vai sendo descoberta ou redescoberta. Nesse sentido, quando classificamos e encontramos semelhanças e atributos pertinentes aos objetos, parte-se da premissa de que esses pertencem a um todo ainda a ser descoberto, isso se possuem, na sua essência, algo que pertence ao todo, o que não significa que seja o todo, mas apenas parte do todo.

Em nosso foco de estudo, os atributos e semelhanças do estado sólido, líquido e gasoso da matéria têm forma, estados de agregação e conteúdos diferentes, mas, nas generalizações realizadas pelos estudantes, têm algo em comum, possuem em sua composição a substância água. A água, em sua mudança de estado físico, não perde sua essência ou não altera sua composição. Quando falamos que as partes pertencem ao todo, mas o todo não são as partes, estamos dizendo, por exemplo, que a água pode existir no estado sólido, mas o estado sólido não é a água. O estado líquido da matéria, por exemplo, pode estar em diferentes composições como o óleo, a gasolina, entre outros. Da mesma forma o gasoso e o sólido. Mesmo tendo diferentes formas de se apresentar, enquanto matéria, a água é apenas parte do todo. Aqui estamos partindo do particular para o geral, ou seja, das partes para o todo. Esse tipo de pensamento possibilita ao aluno formar conceitos que consistem na enumeração de aspectos gerais dos objetos de conhecimento.

Davidov<sup>24</sup> (1982) diz que há dois tipos de pensamento, e esses se diferenciam em suas formas. O pensamento empírico é construído a partir de uma lógica formal, cuja relação sujeito e objeto se dá por meio de uma atividade que ele denomina de objetual-sensorial, e é descrito através da linguagem como resultado das observações sensoriais, enquanto o pensamento teórico parte da relação dialética da essência com o todo, buscando a compreensão integral e não especificamente algo que seja igual em cada objeto da classe, e sim aquilo que revela as interações de objetos isolados dentro do todo. O autor destaca que o pensamento empírico é importante porque auxilia na formação de conceitos teóricos ou científicos que, segundo Freitas (2016), “é a base para a aprendizagem escolar e o meio mais importante da educação e do ensino em sua finalidade de promover o desenvolvimento integral dos alunos” (p. 415).

Diante de tais aspectos, percebemos, ao analisar as respostas dos sujeitos da pesquisa, que o uso da palavra água como definição de líquido sinaliza um pensamento empírico de conceitos espontâneos. Sendo assim, o ponto de partida da aula com o emprego do aplicativo fundamenta-se na relação com o objeto na perspectiva sensorial, onde prevalecem processos históricos advindos de experiências com o meio de maneira cotidiana. A partir disso, procuramos explicitar questões que fundamentam a tese: como os conceitos dos estados físicos da matéria se desenvolveram ao longo da aula e quais as relações entre as representações simbólicas do aplicativo com o processo de ensino e aprendizagem dos conceitos? Qual a influência do uso do aplicativo nas generalizações conceituais empíricas dos estudantes? Entendemos que estas questões específicas se encontram relacionadas às questões mais gerais postas para a tese e apresentadas na página 42.

A análise se pautou no movimento da palavra, porque conforme Vigotski (2010a), ao argumentar sobre a formação de conceitos, esse só se torna possível por meio da vinculação dos conceitos entre si e suas relações de generalidade. Diante de tal prerrogativa, orientamo-nos a partir dos indícios do desenvolvimento da palavra no decorrer das aulas para dar continuidade

---

<sup>24</sup> Na obra da referência o nome está escrito Davýdov, mas adotamos Davidov por ser o termo utilizado em português.

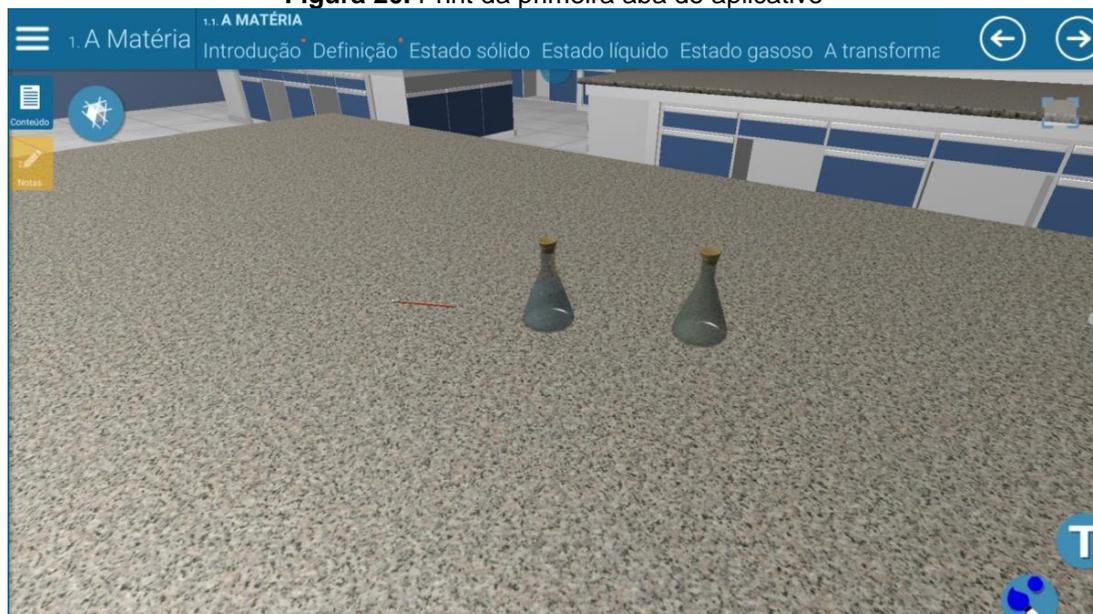
às discussões. Dessa forma, analisamos os dados transcritos e discutimos a respeito do desenvolvimento conceitual a partir das generalizações dos estudantes quanto aos estados físicos da matéria, por meio das visualizações das imagens/animações do aplicativo AEM. Para este fim, escolhemos o uso da palavra líquido com o intuito de fazer a análise desse processo, que será detalhada no próximo tópico.

## 4.2 DESENVOLVIMENTO DA PALAVRA LÍQUIDO: USO DO APLICATIVO EM CONTEXTO

Esta pesquisa deu enfoque à discussão sobre a compreensão dos estudantes para o estado líquido e desvelamos o contexto do desenvolvimento deste conceito durante a aula, com o emprego do aplicativo, procurando explicitar as dinâmicas de interação entre os sujeitos participantes da pesquisa e a ferramenta semiótica (aplicativo). A análise se deu a partir das transcrições das aulas, as quais evidenciam o processo de desenvolvimento dessa palavra.

A primeira aula iniciou-se com apresentação do aplicativo e a observação dos objetos simbólicos disponibilizados no *app*, apresentados na Figura 20, tendo o diálogo transcrito a partir do turno 18.

Figura 20. Print da primeira aba do aplicativo



**Fonte:** EVO DIGITAL MEDIA (2014), acessado dia 22 de novembro de 2018, disponível em:  
< <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.evobooks.ModelosAtomicosDemo>>

- 18 PQ O que vocês observam aí nesse espaço. ((Enquanto a professora fala alunos vão mexendo no aplicativo, alguns olham para o quadro))
- 19 E9 [Dois frascos]
- 20 E14 Um lápis
- [...]
- 36 E2 Um frasco tem água e outro não.
- 37 PQ Opa. Peraí. Um frasco tem?
- 38 E2 Água. Líquido. E o outro não.
- 39 E14 E outro está vazio ((professora interrompe))
- [...]
- 47 PQ Por que vocês acham que isso é líquido?
- 48 E10 Pela cor
- 49 An Uai...porque...(( Albertino interrompe))
- 50 E8 É só olhar na lupa ((aluno está vendo a figura 21))
- 51 PQ Opa alguém falou é só olhar na lupa. Porque visualmente, quando você olha, você determinou que é um líquido e outro é um gás?
- 52 E14 Por causa do espaço do frasco e pelo reflexo da luz nele  
Professora insiste em saber dos estudantes por que eles definiram o conteúdo do erlenmeyer é água
- [...]
- 66 PQ Por que ele é líquido?
- 67 E9 Porque com olhar da lupa, deu para perceber que as partículas são H<sub>2</sub>O ((risos, alunos continuam insistindo nessa ideia))
- 68 PQ Que lupa que essa!? Quando ele fala lupa, está vendo esse ícone para quem não achou, clica aqui ((professora aponta para o ícone indicado pela letra a na figura X))
- 69 E14 Oh que loco, não tinha visto.
- [...]
- 86 PQ E quando você coloca a lupa no segundo frasco? ((PQ posiciona a lupa sobre o erlenmeyer ao lado do lápis, como observado na figura 21))

**Figura 21. Projeção do painel 2 do aplicativo AEM com a ferramenta lupa sobre o primeiro erlenmeyer**



**Fonte:** EVO DIGITAL MEDIA (2014), acessado dia 22 de novembro de 2018, disponível em: < <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.evobooks.ModelosAtomicosDemo> >

- 87 E9 *As partículas estão em movimento.*  
 [...]
   
92 E9 *Com agitação*
  
93 E14 *Unidos, mas em movimento*
  
94 PQ *Esses unidos, mas em movimento, em comparação com o sólido é mais ou menos?*
  
95 E14 *Menos*

Conforme as transcrições apresentadas, reconhecemos que os estudantes descreveram e diferenciaram as representações imagéticas do estado líquido, sinalizando o estado de agregação das partículas como observado nos turnos 87 a 95.

Smith e Metz (1996) dizem que é comum os alunos descreverem as imagens, mas não quer dizer que esses têm um entendimento da simbologia química adequada, ou seja, às vezes pode ser uma simples associação desprovida do verdadeiro significado dos conceitos científicos. As dificuldades existem, principalmente, quando são exigidas relações da parte não perceptível da química ao campo visual do objeto simbólico (GARNETT; GARNETT; HACKLING, 1995).

À luz disso, PQ fez questionamentos aos estudantes em relação às características dos líquidos, com o objetivo de explorar e aprofundar mais a

respeito do conceito de líquido apresentado pelos estudantes, verificando se de fato as descrições dos estudantes quanto às imagens do aplicativo refletem o entendimento científico das representações imagéticas.

- 137 PQ *[...] Uma característica do líquido?*  
O estudante A3 responde:
- 138 E9 *Aguoso*  
A professora entende que ele queria se referir a palavra aguoso ao invés de aguoso, e pergunta:
- 139 PQ *O que seria aguoso?*  
Mas o estudante reafirma sua resposta, neste momento os outros estudantes começam a rir do colega.
- 140 E9 *Aguoso*
- 141 PQ *Aguoso? Ah! Aguoso, entendi aguoso. ((risos generalizado, PQ continuando indaga A3)): Mas o que seria esse aguoso?*
- 142 A13 *Vem da água.*  
*[...]*

A *priori* a similaridade do líquido com a água denota uma possível escassez de vocabulário. Mas após uma intervenção da professora, com perguntas quanto ao significado de “aguoso” e a relação com água, os estudantes mostram-se equivocados, como podemos observar na continuação do diálogo.

- 147 PQ *Peraí, vocês falaram que aguoso é com água? Mas todo líquido tem água?*
- 148 Alunos *[Não] ((falas concomitantes))*
- 149 PQ *Qual líquido não tem água?*
- 150 E2 *Não sei...*
- 151 E13 *Eu falei que tinha ((risos))*
- 152 E8 *O óleo*
- 153 E14 *Etanol*  
*[...]*
- 156 E8 *Gasolina*
- 157 PQ *Então se a gente falar aguoso no sentido de água está meio equivocado não?! ((risos generalizados))*

Diante disso, e considerando o contexto da aula, os estudantes continuam relacionando as características dos líquidos com as características específicas da substância água e apresentam dificuldades em relacionar as representações simbólicas visualizadas no *app* a respeito das características dos líquidos.

Tanto que observamos nos turnos 152 a 156 que os estudantes chegam a citar outros tipos de líquido como óleo, etanol e gasolina, porém suas respostas partem de incerteza quanto à constituição desses líquidos, se está ou não vinculada com a substância água.

Outra questão a considerar é que a palavra água é uma palavra que carrega significados produzidos culturalmente na relação dos indivíduos com o meio, o que leva a produções de sentidos e significados quanto à significação dos conceitos, como discutimos no tópico anterior.

Tal pressuposto nos direciona a compreender, de início, que o construto de referencialidade do sistema de generalização conceitual evidencia a palavra água em um sentido de supremacia ao processo de desenvolvimento do significado de líquido e sobre as significações das representações imagéticas do aplicativo. Vale salientar que o próprio aplicativo induz a essa relação, pelo fato de apresentar um líquido azul (turno 48) e as representações simbólicas das moléculas características da molécula de água (turno 67).

De acordo com Messeder Neto (2016), a prática pedagógica do ensino de química muitas vezes privilegia o cotidiano, exaltando o empirismo, dificultando generalizações a níveis científicos. O autor cita justamente esse uso indiscriminado da água e suas consequências, como exemplo nas aulas de química por parte dos professores, que, na maioria das vezes, não recorrem a outros exemplares, comprometendo a compreensão do conceito, já que “essa carência de exemplares faz os alunos acreditarem que tudo que é líquido tem água, ou, ainda, que líquido é sinônimo de água. O conceito de líquido, propriamente dito, pode nunca ser apreciado” (p.98-99).

Messeder Neto (2016) ainda argumenta que cabe ao professor um constante exercício didático de levar aos estudantes a aproximações do conteúdo científico. Para o autor, “o ensino precisa ser uma atividade consciente por parte do professor, de modo que todas as suas ações confluem para o objetivo [...] ensinar os conceitos clássicos e socialmente relevantes” (p. 122, 123). Desse modo, o uso de exemplificadores cotidianos não é tão simples, porque ao mesmo tempo que auxilia no processo de aproximação do

conceito científico ao cotidiano, configura-se como mediador das operações mentais internas do sujeito, como sinaliza Sirgado (2000).

A despeito do que foi exposto nesses recortes de transcrições, queremos destacar a influência cultural no processo de ensino e aprendizagem assentado no uso das tecnologias digitais. Compreender as contribuições dos processos de desenvolvimento dos conceitos permeados por essas TDIC não parte de elementos individualizados, pois há um conjunto de fatores implícitos envolvidos e, dentre eles, destacamos o fator desenvolvimental histórico-cultural dos indivíduos (ROTH; POZZER-ARDENGI; HAN, 2005).

Sabe-se que o homem se apropria da linguagem e essa lhe permite comunicar-se e dar sentido ao mundo ao seu redor e, enquanto ser social e cultural, vai constituindo-se como sujeito histórico (VIGOTSKI, 2010a). O aplicativo é uma ferramenta cultural, permeada por uma linguagem socialmente construída, trazendo elementos de uma linguagem científica historicamente instituída de modelos e representações da matéria em seus diversos estados. Então, a compreensão da linguagem do aplicativo fundamenta-se em um conjunto de informações das quais o contexto é o primeiro a ser considerado.

Um químico, um professor de química, um pesquisador da área ou até mesmo estudantes com conceitos desenvolvidos a respeito do conteúdo, ao terem contato com as representações simbólicas do aplicativo AEM, estariam recorrendo a uma série de conceitos científicos internalizados ao longo de seu processo histórico e, supostamente, identificariam o conteúdo do segundo erlenmeyer ser um líquido pelo estado de agregação, velocidade e interações das partículas. Mas, no que tange aos participantes da pesquisa, observamos que os significados partem da vivência com o cotidiano e das práticas escolares, levando-os a direcionar a generalização do conceito de líquido a uma determinada substância, e dificultando, desta forma, as relações das representações imagéticas com os conceitos trabalhados.

Encontramos na literatura autores que defendem que esses sistemas de hipermídias possibilitam aos alunos maior interatividade, potencializando as TDIC como importantes instrumentos pedagógicos no processo de

aprendizagem dos conteúdos, tais como Coll e Monereo (2010). Contudo, salientamos que o uso destes instrumentos revela tramas mais complexas, cujas relações de sentido e significado são passíveis de reducionismo aos conceitos espontâneos, caso não haja uma base estrutural de conceitos científicos e funções psíquicas superiores envolvidas. Diante disso, pode decorrer uma tendência a significações errôneas ou distorcidas da compreensão dos conceitos.

Em um estudo feito por Osborne e Cosgrove (1983) sobre concepções dos alunos, considerando mudanças de estado físico da água, observou-se que alunos têm dificuldades quanto à compreensão dos fenômenos estudados na transformação dos estados físicos da matéria, mesmo aqueles que tiveram contato com os conceitos científicos do ensino de ciências. Segundo a pesquisa realizada por estes autores, encontraram-se respostas como: as bolhas em água fervendo são compreendidas como bolhas de ar e a frieza do copo com água gelada vem do vidro. E, além disso, apontam outros relatos de pesquisas, como de Gilbert, Watts e Osborne (1982) e Strauss (1981), que os estudantes utilizam dos conhecimentos científicos para apoiar suas idéias não-científicas, trazendo para as aulas de ciências opiniões fortes sobre como e porquê as coisas cotidianas se comportam. Para os autores: “essas visões parecem, para os alunos, lógicas e sensatas. Além disso, os pontos de vista podem permanecer sem influência ou podem ser influenciados de formas imprevistas pelo ensino de ciências” (OSBORNE; COSGROVE, 1983, p. 836, tradução nossa).

Outros autores, como Keig e Rubba (1993) dizem que as relações conceituais entre estas representações visuais e o processamento de informações requer dos estudantes conhecimentos de conceitos subjacentes, ou seja, uma base conceitual consolidada de outros conceitos relacionados ao conteúdo trabalhado durante a aula. No caso das representações visuais observadas no aplicativo, os alunos necessitam ter, nas generalizações conceituais internas do pensamento, alguns conceitos relacionados como as interações intermoleculares, ligações químicas, definição de matéria, dentre outros, a fim de relacionar as representações imagéticas das partículas do aplicativo e os conceitos. Vale salientarmos que era esperado que os

estudantes tivessem contato com esses conceitos anteriormente, de alguma maneira, pois são conceitos que são trabalhados no primeiro ano do Ensino Médio e os participantes encontram-se no segundo ano.

Considerando tais aspectos, PQ, ao longo da aula, tentou trabalhar com os estudantes outras características dos líquidos, além das associadas ao signo água, com o objetivo de alcançar outras dimensões conceituais que o aplicativo aborda, como apresentado nos turnos adiante:

- 159 PQ *[...] Mas assim os líquidos, a característica que ele falou, seria o quê?*
- 160 E14 *Maleável*
- 161 PQ *Maleável! Como seria esse maleável?*
- 162 E9 *É...((risos)), meio mole.*
- 163 E2 *É igual você pegar...sabe a gotinha de água?*
- 164 PQ *Sei*
- 165 E2 *Você joga uma gotinha de água em cima de uma mesa, se puxar com o dedo as moléculas vão se ajuntando, ou seja, elas seguem com o rastro, elas não se separam.*
- 166 PQ *Por que vocês acham que ela segue esse rastro, como ela falou?*
- 167 E2 *Porque é líquido, porque é líquido, aí as moléculas não se separam.*
- 168 E- *Concentração*
- 169 PQ *Como assim concentração?*
- 170 E5 *Inaudível ((E5 tenta explica que tem o H que atrai o O, tipo um ímã))*
- 171 PQ *Ah...o que ela está falando, ímã que tem o hidrogênio e o oxigênio...???*
- 172 E14 *Tipo forma a cadeia*
- 173 A- *Interação*
- 174 E5 *É*
- 175 PQ *Oh, ela está lembrando algumas coisas que ela estudou, não é isso? Quando a gente fala em moléculas de água, entre elas há o que? Ligação de hidrogênio. Que é a interação de hidrogênio de uma com? Oxigênio de outra. ((Professora vai para o quadro e faz um desenho ilustrativo da ligação de hidrogênio)). [...]*
- 177 PQ *[...] Mas isso que estou falando é para a água e outros substâncias que fazem interações por ligação de hidrogênio [...]. Mas e no caso, por exemplo, se a gente pegar o óleo?*
- 178 E14 *O óleo?*
- [...]
- 180 E13 *É mole*
- 181 PQ *O que mais?*
- [...]
- 188 E14 *A densidade dele é menor que da água.*
- 189 PQ *Menos denso! Mas ele tem essa fluidez?*
- 190 E9 *Sim*
- 191 PQ *Que ela falou esse rastro?*
- 192 An *Não!*
- [...]
- 195 PQ *Se a gente coloca óleo ele não junta em gotas?*
- 196 E9 *Sim*

197 PQ *Então eles estão interagindo também, só que essa interação não é da natureza de ligação de hidrogênio, é outro tipo de natureza. Vocês chegaram a estudar sobre polar e apolar?*

198 En *Sim*

199 E15 *Nono ano*

200 [...] *Então dependendo da constituição da molécula, tem diferentes tipos de interação no caso da água vai ser ligação de hidrogênio, no óleo é outro tipo de interação [...]*

Em face do exibido nos turnos 159 a 174, nota-se que E2 tenta explicar a palavra maleável citada por E14, dando um exemplo concreto vivenciado no seu cotidiano: “ [...]sabe a gotinha de água [...] Você joga uma gotinha de água em cima de uma mesa ”.

A partir da resposta de E14 e do questionamento da professora “*Por que vocês acham que ela segue esse rastro?*”, o estudante E5 explica a fala do colega, utilizando elementos do gênero discursivo científico, citando o elemento hidrogênio e o oxigênio. Embora o áudio tenha ficado inaudível, dá para entender que ele tenta explicar a ligação de hidrogênio característica do líquido água. Contudo, salientamos que no decorrer da aula não foram mencionadas outras formas de interações intermoleculares dos líquidos, como dipolo permanente e dipolo induzido, formas essas que fazem parte da composição conceitual para a compreensão do conceito de líquidos e suas características.

Sob o prisma Vigotskiano, a palavra carrega significados e sentidos construídos socialmente, dessa maneira, a menção às palavras maleável, rastro, mole, imã, moléculas, hidrogênio e oxigênio nas respostas dos alunos, sinaliza indícios de conceitos químicos trabalhados anteriormente nas aulas de química, mesmo diante de respostas não consistentes e com caráter espontâneo. Em outro momento oportuno da aula, o estudante A4 chega a mencionar que estudou este conteúdo no nono ano (turno 199).

Destacamos, ainda nesse trecho, as interações colaborativas entre os alunos na construção de significados da característica maleável, evidenciada através da tentativa de E5 explicar a resposta de E2 e, depois, de E14 sintetizar as falas de E5 e E8 concluindo “*tipo uma corrente*”. Essa interação dialógica entre os estudantes colabora para o desenvolvimento da palavra a outros níveis de compreensão do fenômeno. Neste movimento, há um esforço

em tentar explicar os questionamentos da professora, recorrendo a palavras da linguagem científica, como moléculas, concentração, hidrogênio, oxigênio, concentração e interação, mas são falas ainda carregadas de um certo direcionamento empírico, aproximando as percepções sensoriais para dar sentido às coisas e, por isso, a aluna procura a analogia “tipo corrente” para explicar a resposta do colega, relacionando os elos entrelaçados de uma corrente com as interações entre o hidrogênio de uma molécula e o oxigênio de outra.

Do ponto de vista do desenvolvimento da palavra, percebem-se novas relações no pensamento verbalizado dos sujeitos investigados diante das visualizações das representações imagéticas do *app*, no decorrer da aula. No turno 167, quando A2 responde: “*Porque é líquido, porque é líquido, aí as moléculas não se separam*” há associações da imagem mental no pensamento dos estudantes, das moléculas interagindo no Erlenmeyer, ao lado do lápis, no qual os estudantes identificaram conter água, sinalizando certas internalizações das imagens visualizadas do aplicativo.

Giordan (2008) argumenta que trabalhar com imagens mentais favorece ações internas do pensamento, agindo como uma referencialidade do objeto à medida que os alunos agem com as imagens externas. Nesses nuances de construções semióticas, vão se configurando os discursos internos da imaginação com auxílio da visualização.

Apesar de Giordan (2008) ter direcionado seus estudos ao uso do computador, podemos aproximar suas discussões ao contexto dos dispositivos móveis numa perspectiva do *mobile learning*, uma modalidade de ensino em que se utiliza de aparelhos com características de mobilidade, como por exemplo, o celular, o *laptop* ou *tablet*, centrado no objetivo de desenvolver processos de aprendizagem em qualquer lugar e momento. Esses aparelhos disponibilizam uma série de possibilidades, potencialmente, destaca-se o uso de representações imagéticas, circunscrevendo ações dentro e fora da interface do aplicativo.

Para Seddon e Shubber (1985), a construção de conceitos está estreitamente relacionada às representações visuais com as quais os estudantes tiveram contato durante o aprendizado. Considerando este

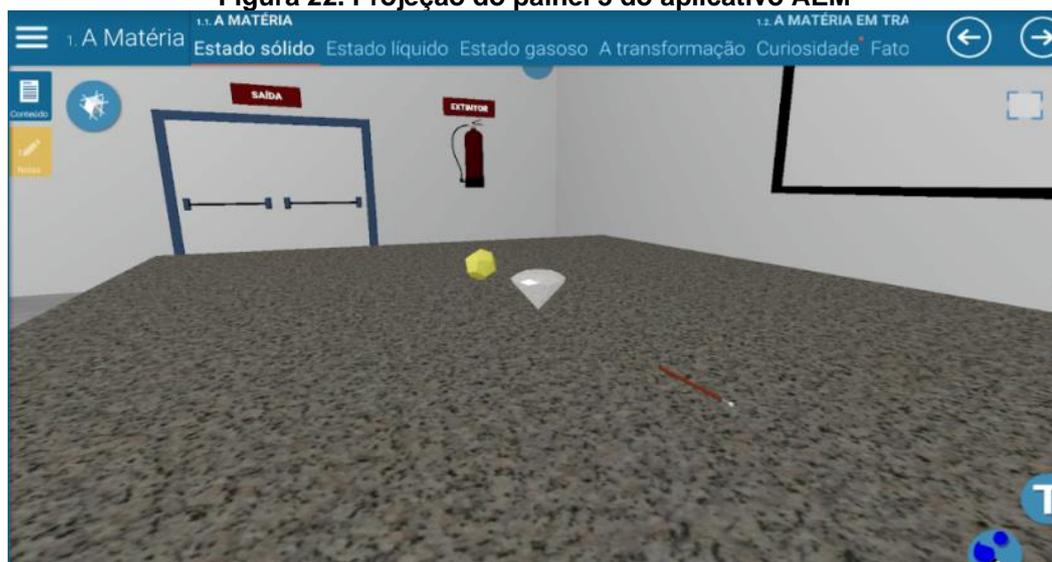
posicionamento e os pressupostos Vigotskianos, as novas relações que emergem do uso do aplicativo durante o processo vão se configurando em uma dimensão interna de ações no pensamento por meio do signo mediador do desenvolvimento do conceito trabalhado durante as duas aulas ministradas. Este comportamento foi observado em outros momentos da aula quando trabalhados os outros estados físicos da matéria. Podemos citar como exemplo o trecho da aula quando a professora passa para o painel 3 do aplicativo, o qual aborda as características dos sólidos, quanto a volume e forma, relacionados com a disposição dos átomos nos arranjos cristalinos:

227 PQ *Agora a gente vai passar para frente. Vocês vão lá para aba estado sólido ((mostra na projeção como faz no aplicativo para mudar de aba))*

[...]

236 PQ *Qual o estado físico aí? ((refere-se ao painel 3 apresentado na figura 22))*

**Figura 22. Projeção do painel 3 do aplicativo AEM**



**Fonte:** EVO DIGITAL MEDIA (2014), acessado dia 22 de novembro de 2018, disponível em:  
< <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.evobooks.ModelosAtomicosDemo> >

237 Alunos [Sólido]

238 E13 *Ouro, diamante e um lápis.*

[...]

258 PQ *Então vocês falaram que nesse primeiro... ((aponta para o objeto amarelo sobre a bancada)). Vocês acham que é ouro?*

[...]

262 Alunos [Não]

263 PQ *Por que?*

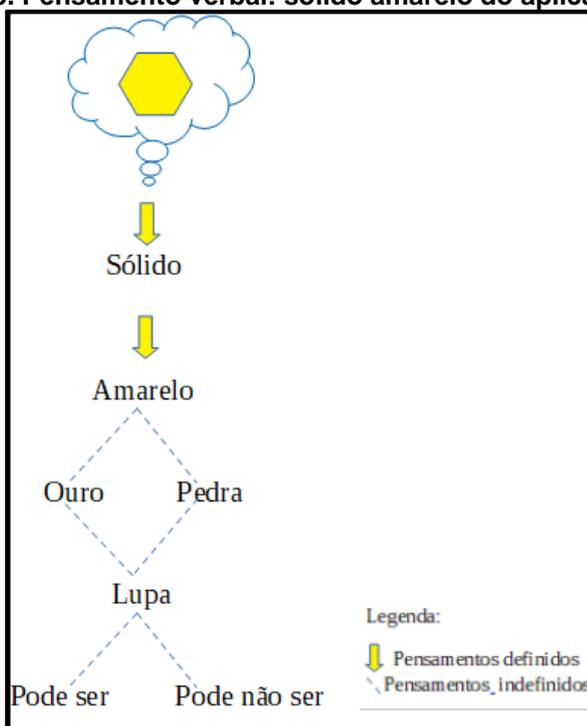
264 E17 *Sei lá, só porque é amarelo é ouro.*

265 PQ *O segundo é diamante?*

266 Alunos [Sim]  
 267 PQ Todo mundo concorda?  
 268 E2 Pode ser ou não, porque dependendo... ((mexe com os ombros))

Neste trecho transcrito, observamos novos direcionamentos do pensamento dos estudantes, pois há certo deslocamento dos atributos adotados no processo de reconhecimento do objeto amarelo na imagem visualizada, relacionando outros significados da palavra sólido na rede de generalização, para além das características físicas. Procuramos elucidar esse deslocamento no esquema adiante, em que os alunos partem do pensamento definido do objeto ser um sólido, mas não necessariamente se classifica como a substância ouro, podendo ser inclusive uma pedra ou outro objeto. Incertezas essas que são deflagradas pela presença da lupa, disponível no aplicativo, permitindo-lhes observar a imagem em outras perspectivas de representações. No esquema apresentado da Figura 23, adotamos linhas contínuas como o pensamento definido dos estudantes, ou seja, sem indecisões, e as linhas tracejadas como pensamento indefinido ou com certas dubiedades.

Figura 23. Pensamento verbal: sólido amarelo do aplicativo AEM



Fonte: elaborado pela autora

É importante destacar que, pelo esquema representado na Figura 23, não há extinção da cor amarela, ainda que essa seja um forte indício de classificação do objeto em ouro, porque essas significações partem de experiências concretas do cotidiano. Porém, há outros atributos que vão sendo ressaltados durante o processo, os quais possibilitam um redirecionamento do pensamento verbal. Isto é devido a vários aspectos, tais como: os conceitos trabalhados no decorrer da aula com uso do aplicativo, o diálogo entre professor/aluno/aplicativo a respeito da função da lupa, as representações dos modelos das moléculas, e as visualizações das partículas no diferentes estados físicos da matéria. Nesse contexto, ainda destacamos as falas de PQ, as visualizações do aplicativo e as vivências socialmente construídas, bem como as funções psíquicas desenvolvidas, as quais proporcionam aos estudantes questionamentos do próprio pensamento *“pode ser ou não, dependendo, sei lá, só porque é amarelo”*.

Dentre estes vários aspectos envolvidos no processo, direcionamos nosso olhar analítico quanto às relações construídas entre a visualização das representações imagéticas do aplicativo e o processo de formação conceitual, buscando explicitar as particularidades do aplicativo, enquanto ferramenta semiótica no desenvolvimento da palavra.

#### **4.3 RELAÇÕES CONSTRUÍDAS ENTRE IMAGENS E CONCEITOS CONSIDERANDO O USO DO APLICATIVO**

Conduzimos as análises do processo ao desvelamento da relação constituída entre a visualização das representações imagéticas do aplicativo e o desenvolvimento de conceitos, considerando a visualização como uma ferramenta semiótica auxiliando na construção de novos significados da palavra no pensamento.

Após a primeira aula com o uso do aplicativo, observamos algumas mudanças nas respostas dos estudantes quanto à conceituação dos estados

físicos da matéria referentes à Atividade 2<sup>25</sup>. Encontramos três diferentes modos de responder dos estudantes na Atividade 2:

I. Respostas a partir das representações imagéticas visualizadas no aplicativo envolvendo os níveis de interação das moléculas nos diferentes estados (de 15 respondentes, 7 apresentaram esse padrão de resposta).

II. Respostas de natureza conceitual espontânea, porém com traços de imagens do aplicativo (de 15 respondentes, 6 apresentaram esse padrão de resposta).

III. Utilização de conceitos espontâneos, repetindo o padrão das generalizações iniciais relacionando os estados físicos da matéria com as características específicas da substância água, não relacionando o conteúdo do aplicativo para compor suas respostas (de 15 respondentes, 2 apresentaram esse padrão de resposta).

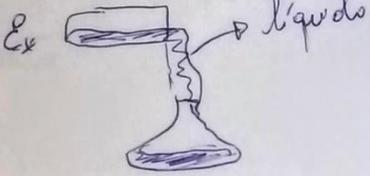
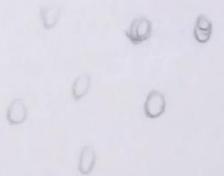
No Quadro 7 apresentamos alguns recortes de respostas da atividade 2, conforme essa classificação.

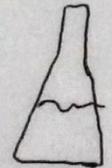
---

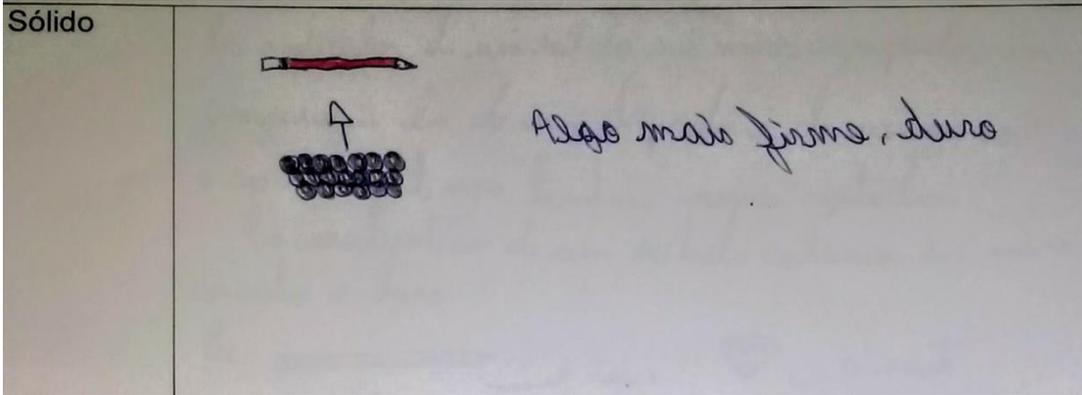
<sup>25</sup>Salientamos que a atividade 2 é idêntica a atividade 1, porém a ideia não foi de um pré-teste e pós-teste, mas sim de identificar as influências do uso do aplicativo no processo de construção dos conceitos.

**Quadro 7.** Recortes de respostas da atividade 2 conforme o modo de responder dos estudantes

Modo de responder	Estudante	Respostas da atividade 2
I	E6	<p><b>Sólido</b></p> <p>As partículas estão sempre unidas, com seu movimento limitado</p> 
I	E16	<p><b>Líquido</b></p>  <p>Somente o volume é definido e forma não</p>

I	E5	<p><b>Líquido</b></p> <p>As moléculas de um líquido são mais separadas, elas se separam de acordo com o recipiente e por isso são mais maleáveis.</p> <p>Ex  líquido</p>
I	E6	<p><b>Gasoso</b></p> <p>As partículas estão dispersas no ambiente e mais agitadas</p> 

II	E16	<p>Gasoso</p>  <p>É como ar que não dá para ver como gás Helio</p>
II	E1	<p>Líquido</p>  <p>A água, o leite e a gasolina são exemplos de matéria no estado líquido.</p>

II	E16	<p>Sólido</p>  <p>Algo mais firme, duro</p>						
III	E14	<table border="1"><tbody><tr><td data-bbox="1048 687 1144 863">Sólido</td><td data-bbox="1144 687 1637 863">material mais firme</td></tr><tr><td data-bbox="1048 863 1144 1038">Líquido</td><td data-bbox="1144 863 1637 1038">Água</td></tr><tr><td data-bbox="1048 1038 1144 1214">Gasoso</td><td data-bbox="1144 1038 1637 1214">pó. vapor</td></tr></tbody></table>	Sólido	material mais firme	Líquido	Água	Gasoso	pó. vapor
Sólido	material mais firme							
Líquido	Água							
Gasoso	pó. vapor							

Fonte: elaborado pela autora

Em face dos dados apresentados, identifica-se que novos significados passaram a compor as generalizações dos conceitos dos estados físicos da matéria, direcionando-se a outros níveis de compreensão relacionados, como a agregação das moléculas e agitação molecular. Tais mudanças podem ser evidenciadas pelos desenhos e pelas expressões léxicas escritas observadas nas respostas de E5, E6, E16 do tipo I e, de certa maneira, nas respostas do tipo II de E16 e E1, as quais apresentam desenhos das representações imagéticas do aplicativo. Nota-se que E16, por exemplo, apresenta respostas tanto do tipo I e II. Entende-se que esse comportamento de miscigenação de respostas foi encontrado em seis estudantes de um total de quinze respondentes, revelando resquícios de conceitos espontâneos nas respostas.

As respostas do tipo I e II, em sua maioria, nos levam a uma questão importante, pois deflagram o emprego funcional das representações imagéticas do aplicativo no pensamento dos estudantes, recorrentes em sua memória, o que nos direciona a analisar a questão da visualização das representações imagéticas do aplicativo em relação ao processo de ensino e aprendizagem.

Luria (2010), em seu estudo sobre o desenvolvimento da escrita na criança, discute que a história da escrita da criança inicia-se antes mesmo do professor colocar um lápis em sua mão e lhe mostrar como formar as letras. A escrita tem função comunicativa que se adquire culturalmente, por mediação da palavra. Inicialmente, a criança que ainda não consegue se expressar por símbolos da escrita, recorre de signos auxiliares para expressar a ideia, como rabiscos sem organização lógica de representação do objeto, que mostram importantes relações de significação das palavras para as crianças.

Nesta etapa, o escrever parte do uso de alguma insinuação, que pode ser desde uma linha, um ponto, uma mancha, que em fases bem embrionárias não apresentam sentido específico, mas, à medida que o meio cultural vai proporcionando elementos da linguagem socialmente construída, essas insinuações passam a ganhar novos sentidos, desenvolvendo-se a desenhos, pictogramas, que emergem a expressividade do conteúdo do objeto na memória. Há uma transformação de um rabisco não diferenciado para um

signo diferenciado, de maneira que as linhas e os rabiscos são substituídos por figuras e imagens, e essas dão lugar aos signos.

A partir dessa compreensão, podemos argumentar que os desenhos encontrados nas atividades dos estudantes são signos que representam uma ideia, ou seja, tem um significado a respeito do conceito, expressam verbalmente a memória das representações imagéticas visualizadas no aplicativo numa relação de síntese do pensamento quanto ao conceito. Isso põe em evidência o papel das representações imagéticas do aplicativo no desenvolvimento dos conceitos.

Sabe-se que Vigotski não estudou as imagens e suas relações no pensamento, bem como no desenvolvimento conceitual, pois seus estudos concentram o processo de significação pela palavra. A palavra para Vigotski é um signo, oriunda de uma linguagem historicamente instituída que traz marcas do desenvolvimento filogênico e ontogênico da espécie humana enquanto ser sociocultural.

De acordo com Pino (1995), não encontramos uma teoria semiótica propriamente dita em Vigotski, como apresentado por Pierce<sup>26</sup> e Saussure<sup>27</sup>. Entretanto, para Pino, ele traz idéias não sistematizadas a respeito do signo, relacionando a palavra com o processo de significação e internalização de conceitos. Além disso, o autor supracitado nos diz que a palavra, na concepção Vigotskiana, confere a significação porque, ao nomearmos as coisas, as palavras indicam o que elas são, em outros termos:

[...] a palavra, pela sua natureza sígnica, permite relacionar a ordem do real (o das coisas) a ordem simbólica (o das suas representações), o que torna aquela pensável e comunicável, e esta é a função dos signos.[...] Sendo assim, **a atividade semiótica confunde-se com o próprio regime de signos** (PINO, 1995, p. 38, 36 grifo nosso).

Ainda no que diz respeito à palavra, Vigotski nos diz que pensamento e palavra seguem processos diferentes. O pensamento não coincide com a expressão verbalizada, porque não há como conceber o pensamento em

---

<sup>26</sup> Refere-se ao livro *Semiótica*, de Charles Sanders Pierce (PIERCE, C. S. *Semiótica*, São Paulo: Editora Perspectiva S.A, 2005).

<sup>27</sup> Refere-se ao livro *Curso de Linguística Geral*, de Ferdinand Saussure (SAUSSURE, F. *Curso de lingüística geral*, São Paulo: Cultrix, 2006).

unidades isoladas de linguagem. Sendo assim, para o pesquisador bielorusso, o pensamento representa um todo que não se expressa em palavras, mas nela se realiza. Ramos (2013) nos esclarece essa relação entre pensamento e palavra na concepção Vigotskiana:

Linguagem e pensamento se unem inicialmente através de um todo (uma ideia completa) condensado em uma palavra, isto é, uma oração lacônica. Em seguida, essa relação caminha em direção às partes, pois o pensamento desmembra-se através de outras palavras. As palavras, por sua vez, unem-se ao pensamento partindo de uma unidade inicial, uma palavra (aquela que representava isoladamente um pensamento inteiro/ideia) e se desenvolvem rumo ao todo, isto é, à oração completa. Assim, é o movimento do pensamento à palavra e da palavra ao pensamento que caracteriza a relação entre linguagem e pensamento. (RAMOS, 2013, p. 10).

Nesse sentido, é importante frisarmos sobre tal questão, pois as relações entre o desenvolvimento dos conceitos e o uso do aplicativo passam pela discussão da visualização das representações imagéticas, ficando a incógnita de como as palavras relacionam com estas representações do aplicativo no pensamento dos estudantes.

Corroborando esses apontamentos, nos fundamentamos na seguinte argumentação para tecer a relação entre imagem e palavra, no sentido de prosseguirmos nossas discussões:

[...] As imagens não são apenas formas de conhecimento. Elas criam modelos de conhecimento. Para chegar a isso, é preciso transitar entre o visível e o legível, aquilo que, na imagem, se deixar ver e ler. Em outras palavras, imagens também se lêem, o que implica aprendizagem, atenção e respeito à sua especificidade de linguagem [...]. (SANTAELLA, 2015, p.16).

Entendemos as representações imagéticas como sendo recursos ou ferramentas visuais que, assim como as palavras, podem iniciar um fluxo de pensamento ligando o todo às partes e as partes ao todo. A respeito disso, Ferreira (2013) sinaliza que as representações visuais vão participar da construção de relações com outros conceitos e estas relações permitem a concessão de generalizações a partir desses construtos.

Dessa forma, a imagem/representação é signo, que integra a dimensão da palavra como unidade representativa do pensamento. Ferreira (2013)

menciona que as ferramentas, na concepção Vigotskiana, sejam elas de ordem psicológicas ou materiais, são utilizadas para moldar nossa experiência e, conseqüentemente, nosso pensamento. Adotando a posição deste autor, concordamos que a visualização é uma ferramenta de mediação semiótica, em que sistemas de signos são constantemente utilizados para mediar processos sociais e o pensamento.

Tendo isto em vista, emerge, dentro dos questionamentos balizadores da tese sobre a relação entre o desenvolvimento dos conceitos e a mediação semiótica, o questionamento sobre a relação entre os novos significados da palavra a partir das representações imagéticas do aplicativo, considerando-se que a visualização é ferramenta semiótica.

Para respondermos a tal questionamento, reportamo-nos à concepção Vigotskiana de que “todo conceito pode ser designado por uma infinidade de meios por intermédio de outros conceitos” (VIGOTSKI, 2010a, p.364). O autor esclarece essa lei de interdependência dos conceitos através de uma analogia da localização de um determinado ponto nas linhas longitudinais e latitudinais do globo terrestre, como esclarece a citação a seguir:

Se imaginarmos convencionalmente que todos esses conceitos estão dispostos à semelhança de todos os pontos da superfície terrestre, situados entre os pólos Norte e Sul, [...], como longitude desse conceito podemos definir o lugar por ele ocupado entre os pólos do pensamento sumamente concreto e sumamente abstrato sobre o objeto. [...]. A latitude [...] irá caracterizar primordialmente as suas relações com o objeto, o ponto de sua aplicação a um determinado ponto da realidade. Juntas, a longitude e a latitude do conceito devem produzir uma noção definitiva da sua latitude sob a ótica de dois momentos: do ato de pensamento nele contido e do objeto nele representado (VIGOTSKI, 2010a, p.364-365).

O ponto de confluência de todas as relações de generalidade existentes no campo de um dado conceito, tanto no plano horizontal quanto no vertical, denomina-se de medida de generalidade desse conceito, conforme Vigotski. Ou seja, a medida de generalidade é o primeiro momento em qualquer funcionamento de qualquer conceito, como exemplificado a seguir:

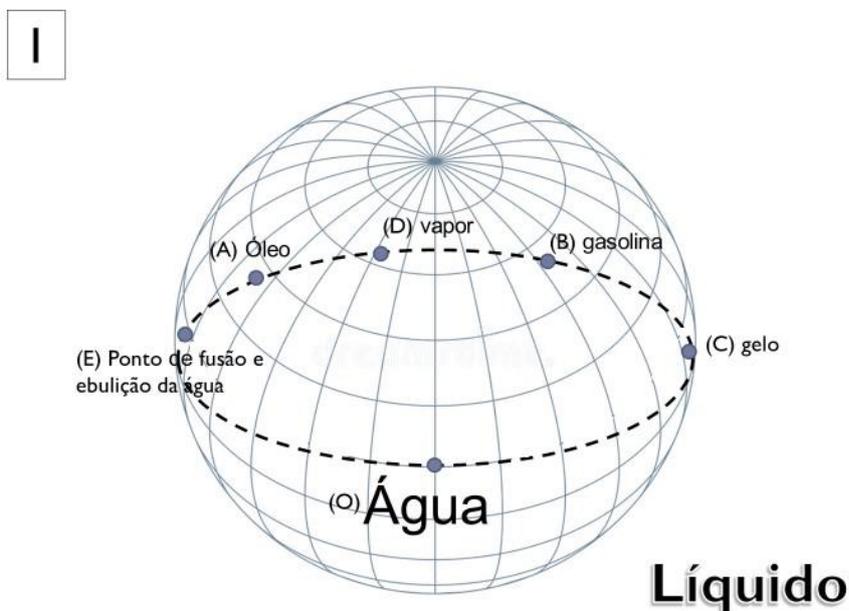
Quando nós mencionamos algum conceito, por exemplo mamífero, nós o vivenciamos da seguinte maneira: fomo colocados em um determinado ponto da rede de linhas de latitude e longitude, ocupamos uma posição para nosso pensamento, recebemos o ponto inicial de orientação, experimentamos a disposição de nos movimentarmos em qualquer

direção a partir desse ponto. Isto se manifesta no fato de que qualquer conceito que surge isoladamente na consciência forma uma espécie de grupo de prontidão, grupo de predisposição para determinados movimentos do pensamento. Por isso, na consciência todo conceito está representado como uma figura no campo das relações de generalidade que lhe correspondem. (VIGOTSKI, 2010a, p.367)

A analogia dos pontos cartesianos utilizada por Vigotski é uma metáfora com intuito de exemplificar as relações conceituais, mas vale enfatizar que essas relações entre os conceitos são bem mais complexas que a simples confluência linear de ponto, pois: “um conceito superior pela longitude é ao mesmo tempo mais amplo por seu conteúdo; abrange uma área de linhas latitude de conceitos a ela subordinados, área essa que precisa de uma série de pontos para ser definida” (VIGOTSKI, 2010a, p.365-366).

A título de exemplificação, assim como fez Vigotski em sua metáfora dos pontos cartesianos do globo terrestre, apresentamos na Figura 24 um esquema das relações do conceito líquido antes do processo de visualização das representações imagéticas do aplicativo.

**Figura 24. Esquema da relação do conceito líquido com a generalização da palavra água, antes da visualização das representações imagéticas do aplicativo.**



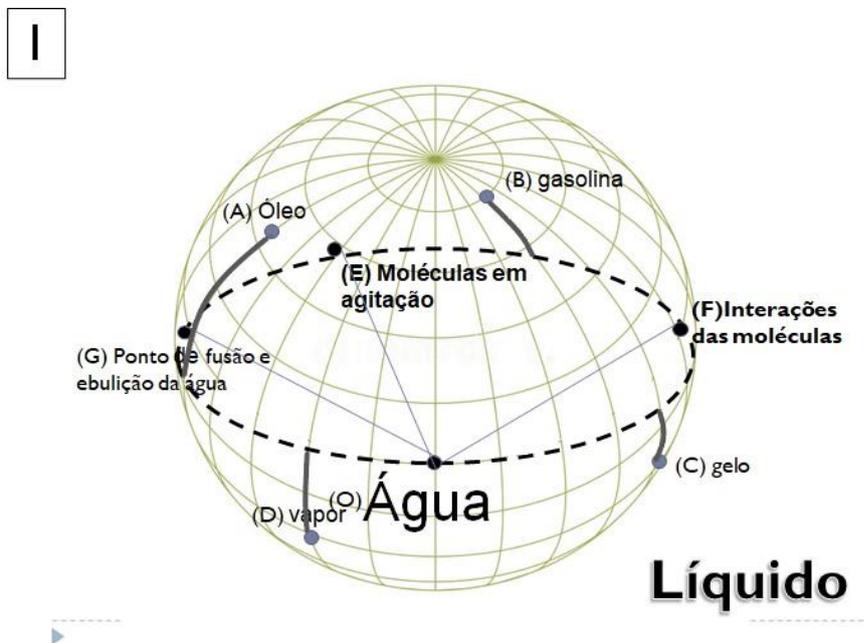
Fonte: elaborado pela autora

Considerando que os conceitos estão se relacionando entre si e que fazem parte de uma complexa rede de generalizações no plano mental, temos vários pontos de coordenadas como observamos na figura 24, tais como os pontos A (óleo), B (gasolina), C (gelo) e D (vapor), ambos de natureza espontânea, e o ponto E (ponto de fusão e ebulição da água) de natureza científica. Porém estes pontos estão relacionados com signo água (ponto O), sinalizando que estão no mesmo plano de relações para os estudantes, desvelando que o signo água é uma medida de generalidade conceitual em relação aos demais conceitos.

Ressaltamos que esses pontos foram definidos a partir das respostas das Atividades 1 e 2 e dos comentários dos estudantes durante a aula no recorte de transcrição 137 a 157 (apresentados anteriormente), nos quais fica evidente a dificuldade dos estudantes de desvencilharem o conceito de líquido da água. Neste trecho, a professora pergunta aos estudantes a respeito das características dos líquidos e estes respondem meio equivocados que é composto por água. Mesmo citando outros líquidos que não têm água, partem de pensamentos de incertezas, como foi detalhado no segundo tópico.

As visualizações das representações imagéticas do aplicativo, durante a aula, viabilizam novas relações de significação com as palavras. Para representar tal mudança na resposta dos alunos, elaboramos o esquema da Figura 25, no qual são estabelecidas outras ligações para o ponto O (água), que se conecta aos pontos E (moléculas agitação), F (proximidade das moléculas) e G (ponto de ebulição da água), revelando uma nova configuração do significado de líquido. Notamos que o conceito de líquido foi ampliado e passa a envolver outros aspectos de significação como líquido sendo um estado em que as moléculas estão mais agitadas, com espaçamento intermolecular maior que no sólido, mas que não deixam de existir pontos que relacionam conceitos de natureza espontânea, entretanto nestes pontos iniciam-se processos de distanciamento e de aproximações diretas do signo água, de tal maneira que os pontos representados na figura que ligam a conceitos espontâneos, como A (óleo), B (gasolina), C (gelo) e D (vapor), se distanciam longitudinalmente do plano latitudinal da significação de líquido.

Figura 25. Esquema da relação do conceito líquido após a visualização das representações imagéticas do aplicativo.



Fonte: Elaborado pela autora

Dessa forma, o esquema nos exemplifica que a rede conceitual começa a expandir o ponto de confluência da generalização empírica da água a novas generalizações conceituais (representados na figura pelos ângulos de abertura entre EÔF, FÔG, EÔG).

Qualquer desenvolvimento de um conceito representa um ato de generalização e evolui com o significado das palavras, cuja essência de seu desenvolvimento se assenta na transição de uma estrutura de generalização a outra (VIGOTSKI, 2010a). Segundo Davidov (1982), generalizar é uma atividade mental que procura propriedades comuns ou distinção de atributos em determinado grupo de objetos e emprega a palavra para significar essas relações.

O processo de formação de conceitos científicos circunscreve-se dentro de relações de generalizações antes constituídas, a caminho de uma operação mais consciente, vinculando os conceitos anteriores do pensamento. Nesses enlaces, a palavra evolui seus significados, mas não

necessariamente deixa de revelar significados anteriores. Novos significados e significados anteriores podem ainda coexistir quando o conceito científico está em desenvolvimento. Apesar do desenvolvimento dos significados das palavras, Vigotski aponta:

Quando uma palavra nova, ligada a um determinado significado, é apreendida pela criança, o seu desenvolvimento está apenas começando; no início ela é uma generalização do tipo mais elementar que, à medida que a criança se desenvolve, é substituída por generalizações de um tipo cada vez mais elevado, culminando o processo na formação dos verdadeiros conceitos (VIGOTSKI, 2010a, p.246).

Com base nessas prerrogativas, sustentamos que os estudantes estão em direção a **desenvolver** os conceitos científicos objetivados pela aula. E, nesse direcionamento, a visualização das representações imagéticas do aplicativo durante o processo de ensino e aprendizagem colaborou para que o pensamento dialogasse com estas imagens e com a linguagem, construindo relações semióticas entre a palavra e a imagem. Nesse mesmo direcionamento argumentativo, Gilbert (2008) defende a relação da visualização com a formação de uma representação interna a partir de uma representação externa, de tal maneira que a essência e as relações temporais e espaciais características da representação externa são internalizadas ao sistema conceitual.

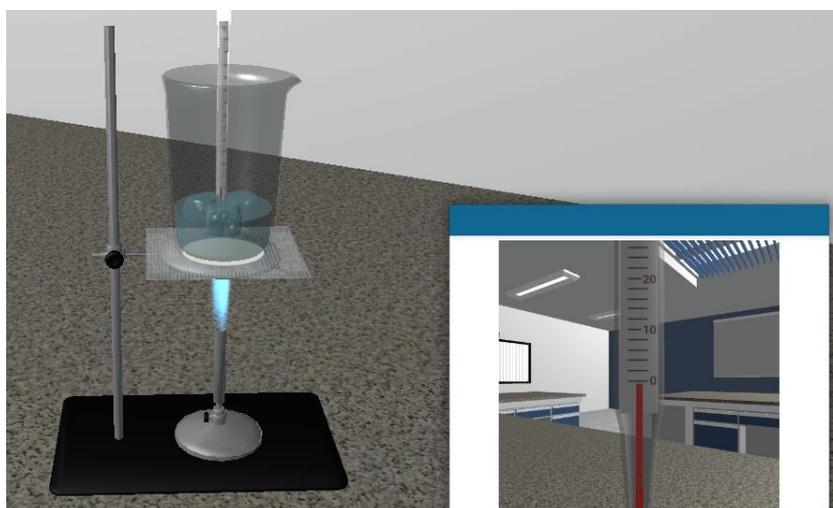
Contudo, essas relações de construção assentam-se em pensamento empírico, sustentadas por generalizações empíricas. O pensamento empírico leva a elaborações de generalizações empíricas, ou seja, pauta-se numa relação com a experiência direta do sujeito com o meio, são de caráter lógico-formal, porém vale frisar que não são puramente empíricos reduzidos aos sentidos, há um elemento de lógica que vem da internalização de mediadores culturais. À luz disso, o indivíduo passa a conhecer através da classificação dos objetos ou fatos isolados dentro de um contexto cultural por meio do cotidiano. No processo de escolarização, o sujeito é levado a desenvolver um pensamento teórico calcado em generalizações teóricas levando à elaboração dos conceitos científicos, saindo do verbalismo ingênuo, passa a fazer relações do objeto com o todo e não somente busca atributos semelhantes a determinados grupos. Nas generalizações teóricas, portanto, não há

separação das particularidades essenciais do objeto, mas o sujeito descobre, na relação com o objeto, o concreto como unidade de múltiplas determinações (DAVIDOV, 1982).

Objetivando dar sustentação a estas afirmações, e considerando que na concepção Vigotskiana “a formação de conceitos surge sempre no processo de solução de algum problema que se coloca para o pensamento” (VIGOTSKI, 2010a, p.327), recorreremos a outras atividades, como a Atividade 3, que foi aplicada no final do segundo encontro. Essa atividade (apêndice V) colocou como problema o processo de transformação dos estados, exigindo do aluno o entendimento quanto à diferença dos estados físicos e seus aspectos de velocidade de agitação e níveis de interação intermolecular, bem como a relação de outros conceitos trabalhados durante a segunda aula, como o conceito de calor e pressão.

Em vista disso, esperava-se que os estudantes conseguissem relacionar os conceitos trabalhados e explicassem as imagens apresentadas na Atividade 3 relacionando o fenômeno não apenas aos aspectos empíricos da percepção, mas aos aspectos teóricos de explicação do fenômeno, isto é, relacionando aos conceitos químicos. Dessa forma, eram esperadas respostas relacionadas ao fenômeno evidenciado no aplicativo, representado pela Figura 26, que se trata do fenômeno da transformação do estado sólido para o líquido.

**Figura 26. Figura 1 da atividade 3, representando o fenômeno da fusão**



**Fonte:** EVO DIGITAL MEDIA (2014), acessado dia 22 de novembro de 2018, disponível em:  
< <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.evobooks.ModelosAtomicosDemo>>

Para que ocorra este fenômeno, é necessário que ocorra transferência de calor, ou de energia térmica, de maneira que as moléculas ou átomos que se encontram no estado sólido e constituem a substância, estão bem próximas em virtude de forças elétricas intensas entre elas. Estas moléculas apresentam uma estrutura cristalina de forma bastante regular e se encontram com uma temperatura menor, enquanto isso, no lado externo do recipiente, há uma temperatura maior. A diferença de temperatura faz com que ocorra uma transferência de energia, ou seja, transferência de calor. Com a transferência de calor, há um aumento de temperatura, fazendo com que as moléculas que estão organizadas numa estrutura regular comecem a se agitar, aumentando, assim, a velocidade de agitação e a energia cinética, possibilitando-as passar do estado sólido para o líquido. Para que isso ocorra é necessário atingir o ponto de fusão, ou seja, a temperatura na qual ocorrerá a passagem do estado sólido para o líquido. No caso da substância água, por exemplo, essa temperatura de ebulição é 0°C (TORRES *et al.*, 2007).

Entretanto, nesta atividade, percebemos que os estudantes tiveram dificuldades de expressar verbalmente os conceitos trabalhados durante a aula e que responderam com enfoque mais direcionado para o nível descritivo dos fenômenos, revelando alguns erros conceituais. Trouxemos alguns recortes das respostas da Atividade 3 no Quadro 8:

**Quadro 8.** Respostas dos estudantes quanto a atividade 3 (item 1)

Estudante	Resposta
E14	<i>“Nesta imagem está ocorrendo a fusão, quando o sólido passa para o líquido e sua temperatura aumenta”.</i>

E9	<i>“Um objeto sólido passado para o estado líquido, o calor está aumentando e o objeto passando de um estado para outro”.</i>
----	---

**Fonte:** elaborada pela autora

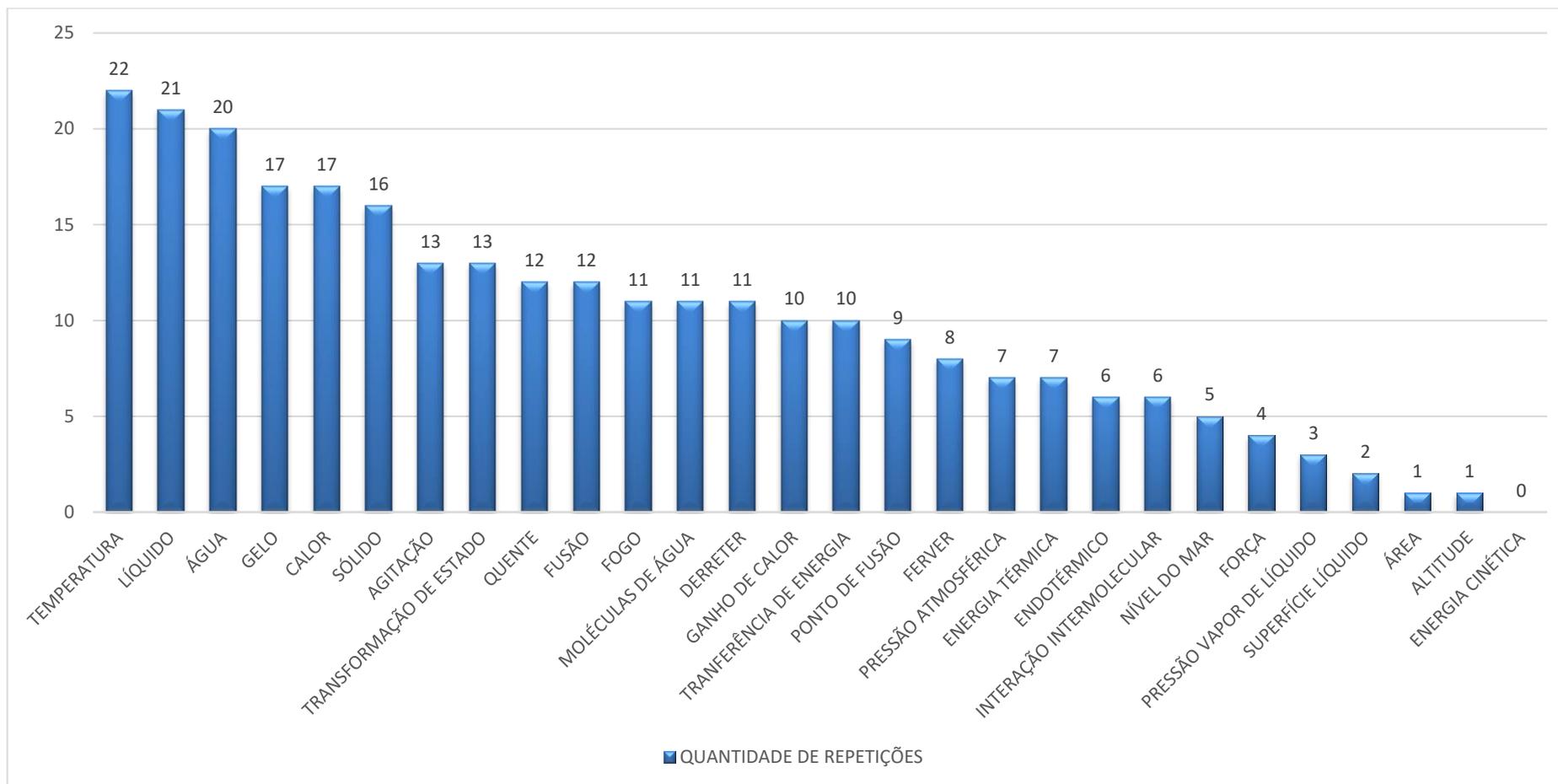
Vigotski nos fala que são comuns essas dificuldades quando é exigida a definição do conceito, “principalmente quando ele se revela a partir de uma situação concreta em que foi elaborado, em que geralmente não se apoia em impressões concretas e começa a se movimentar em um plano totalmente abstrato” (2010a, p.230). As dificuldades aumentam mais ainda quando se exige a definição escrita verbal do conceito, porque a escrita é uma atividade que exige toda uma sistematização da linguagem no pensamento para expressar-se externamente.

Diante disto, PQ propôs uma quarta atividade<sup>28</sup> (apêndice VI), na qual os estudantes tiveram que relacionar os fenômenos da fusão e da ebulição com um banco de palavras contendo todas as palavras envolvidas na explicação científica dos fenômenos e também palavras de natureza conceitual espontânea. Dessa maneira, pudemos analisar as escolhas das palavras, nos níveis científico e espontâneo, às quais os estudantes recorreram ao visualizar as imagens/animações do *app* (Figura 26).

Esta atividade evidenciou que, mesmo com o desenvolvimento de generalizações, a preponderância do significado da palavra água e as relações com os conceitos espontâneos se sobrepõem aos conceitos científicos. No entanto, os conceitos científicos passam, mesmo que timidamente, a compor a medida de generalidade de líquido. Isto pode ser observado, por meio do Gráfico 1, em que os estudantes sinalizaram mais as palavras temperatura, líquido, água, calor, fogo, quente, agitação, transformação de estado e ganho de calor.

<sup>28</sup> Quarta atividade é semelhante à terceira, diferindo pelo fato de a terceira atividade ser descritiva e a quarta ser de relacionar com banco de palavras pré-estabelecidas por PQ.

Gráfico 1. Palavras associadas ao fenômeno da fusão



Fonte: Elaborada pela autora

O gráfico construído a partir das respostas dos estudantes à Atividade 4 evidencia a nova disposição de palavras vinculadas ao conceito líquido, indicando que o significado da palavra/conceito líquido é constituído por uma fragmentação característica de pensamento por complexo.

O pensamento por complexos é caracterizado por vínculos da palavra que se revelam na experiência imediata com o sujeito. Assim como o pensamento por conceito, este tipo de pensamento também faz generalizações, mas difere do pensamento por conceitos pelos vínculos com os quais constrói estas generalizações. No pensamento por complexos, os vínculos não seguem uma uniformidade, ou seja, qualquer vínculo de um atributo pode levar à inclusão de um dado elemento ao complexo. Enquanto no pensamento por conceito, os objetos são generalizados por vínculos essenciais e uniformes com o todo, havendo uma relação dialética do geral com o particular e do particular com o particular através do geral. Sendo assim, o “pensamento por complexos é policrômico, desordenado, pouco sistematizado e não reduzido à unidade, embora esteja baseado em vínculos objetivos” (VIGOTSKI, 2010a, p 182).

O gráfico sinaliza que prevalece, ainda, parte de natureza conceitual espontânea e evidencia que os conceitos científicos estão sendo estruturados numa relação dialética com os conceitos espontâneos, em que os conceitos científicos vão ascendendo, enquanto os espontâneos descendendo, iniciando integrações a outras esferas de compreensão.

Considerando, então, as perspectivas de Vigotski e Davidov, concluímos que a medida da generalidade do conceito está para generalizações de natureza empírica, mas que despontam novas generalizações a partir de construções do objeto estudado com características científicas. A visualização das representações visuais, portanto, impactou, de certa maneira, no processo de ensino e aprendizagem, principalmente, no que tange à medida da generalidade do conceito por meio de uma mediação semiótica envolvendo as imagens/representações no decorrer das interações e diálogos entre os sujeitos envolvidos e o aplicativo.

Ao lidar com o aplicativo, o estudante tem modelos já pré-estabelecidos de apreensão do mundo através de esquemas já conhecidos e de construção do conhecimento, assim como a professora, e essas relações com o objeto do conhecimento interferem no modo como lidam com as ferramentas tecnológicas. Sobre essas relações, discutiremos no próximo capítulo que traz a segunda categoria de análise.

## 5. A PRÁTICA DOCENTE E O DISCURSO TRANSPARENTE

A categoria contempla uma análise sobre a relação entre sujeito e objeto de conhecimento, em um processo de se debruçar sobre a dinâmica da prática docente durante o processo de ensino e aprendizagem permeado pelo uso do aplicativo. O viés analítico deu ênfase às questões que emergiram do discurso da professora no decorrer do processo, questões essas que, vistas durante a análise da pesquisa de doutorado, fizeram emergir o ocultamento das condições produtivas da Ciência, ou seja, referem-se à prática docente que, focada nos conceitos a serem discutidos por meio do aplicativo, findou numa conduta baseada em construtos científicos estabelecidos por paradigmas.

De acordo com Cavalcanti (2014), qualquer professor de ciências tem uma base epistemológica que dê sustentação para o seu trabalho pedagógico, mesmo que essa epistemologia não apareça de forma explícita, podendo estar num plano subjacente, mas que interfere na prática enquanto docente. Por isso, é importante o docente fazer um mergulho na sua prática na sala de aula e esse mergulho com olhar analítico possibilita enxergar questões que “estão presentes sem que o professor se dê conta” (LÔBO; MORADILLO, 2003, p.40).

Quando fazemos pesquisa no campo educacional, esse contexto torna-se evidente no sentido de que não basta somente definir uma metodologia de investigação educacional e aplicar um rol de procedimentos práticos e experimentais. Envolve mudança de olhar, às vezes de paradigmas e implicações no posicionamento político e pedagógico. Não levar em conta esses aspectos é assumir uma postura não crítica, fundamentando-se numa pretensa neutralidade científica. À luz disso, a pesquisa educacional está para uma dialética formativa do fazer-se professor/ pesquisador e “integra a formação e a profissionalidade docente, isto é, o professor forma-se pela pesquisa e pela pesquisa também exerce a docência” (CAVALCANTI, 2014, p.987).

À vista disso e considerando a forma como lidamos com o conhecimento que direciona nossas práticas, debruçamo-nos na análise da

prática docente enquanto pesquisador-professor (PQ) e, destas análises, emergiram alguns pontos, tais como: as dificuldades apresentadas pelos estudantes, as relações entre professor, aluno e aplicativo e as concepções da própria Ciência e do conhecimento científico. Percebemos que esses pontos se entrelaçam numa dinâmica discursiva evidenciada pela fala da professora.

No recorte de transcrição a seguir, que se dá durante a primeira aula, a professora percebe que os alunos conseguem distinguir os estados da matéria recorrendo à ferramenta lupa do aplicativo, ao se atentar a isso, procura saber qual o objetivo da lupa para os estudantes:

- 60 PQ *Vocês falaram que esse... frasco aqui...(( Professora caminha em direção ao quadro para mostrar na projeção)) Qual é o estado da matéria aqui? (( professora aponta para o lápis))*
- 61 [A-] *Sólido*
- 62 PQ *Todo mundo concorda?*
- 63 A14 *Isso*
- 64 PQ *E esse? (( professora aponta para o erlenmeyer ao lado do lápis))*
- 65 [A-] *Líquido*
- 66 PQ *Por que ele é líquido?*
- 67 A9 *Porque como olhar da lupa, deu para perceber que as partículas são H<sub>2</sub>O ((risos))*
- 68 PQ *Que lupa que essa? Quando ele fala lupa, está vendo esse ícone para quem não achou, clica aqui.*
- 69 A14 *Oh que loco, não tinha visto.*
- 70 PQ *Para que serve essa lupa?*
- 71 A13, A14 *[Para ver as partículas]*
- 72 A2 *Para ver as moléculas*
- 73 PQ *Mas o átomo dá para ver no microscópico?*
- 74 A14 *O átomo?*
- 75 A9, A14 *Não...*
- 76 PQ *As moléculas?*
- 77 A9 *Dá*
- 78 A13 *Sim*
- 79 [A-] *((Ficam com dúvida, calados))*
- 80 PQ *Sim?*
- 81 A9 *Sim*
- 82 PQ *Nunca ninguém viu não. ((risos generalizados)). O que seria essa lupa então? Ela vai mostrar tipo uma representação do átomo ou das moléculas. Não quer dizer que o átomo ou as moléculas são desse jeito, é um modelo que eles criam para representar. Mesmo se fosse microscópico, por exemplo, microscópico é... eletrônico..., você consegue ver na escala nano, que é 10<sup>-9</sup>, muito pequeno, mas mesmo assim, o átomo é menor que*

*isso. Vocês conseguem ver na escala de nanopartículas, vocês conseguem ver no microscópico, célula, agora nesse microscópico que estou falando para vocês de alta resolução seria na escala nano, que seria DNA, essas coisas, mas o átomo não. Então o que a gente vê aí é um modelo, uma representação para a gente entender como que está aí, a matéria. Entenderam? Então vamos ver lá. Como que está aí no lápis?*

Como observado, nos turnos 70 a 81, os estudantes dizem que a ferramenta lupa no aplicativo é para “ver as partículas”, “ver as moléculas”. Mas esse “ver” é expresso no sentido empírico, não significa uma representação de um modelo, nota-se isso quando a professora questiona: “Mas o átomo dá para ver no microscópico?”. E em sequência A1 faz uma pergunta para ela mesmo: “O átomo?”, demonstrando incertezas. Diante dessas incertezas, PQ esclarece que as imagens são representações de modelos.

Entretanto, em sua explicação, não há referencialidade que são representações de modelos de Dalton e nem é mencionada a questão histórica da evolução dos modelos atômicos, deixando evanescer as questões que os alunos trazem. Em uma perspectiva Bachelardiana, o papel da história da ciência é visto como algo intrínseco ao trabalho pedagógico, uma espécie de ponte para desmitificar o ensino centrado no empirismo da memória, ou seja, na retenção de fatos que dificultam os aprendizes compreenderem a Ciência. Nessa perspectiva, o ensino com o objetivo de mostrar como as coisas são, é limitado, conduz o aprendiz a dados e não a possibilidades de aprender raciocínios, comprometendo o aprendizado, pois os fatos isolados não contemplam o saber como um todo (LOPES, 1993).

Outra questão importante a ser levantada neste recorte discursivo de PQ é a interrupção abrupta e direcionadora de seu discurso após a breve explicação das imagens serem modelos representacionais: “Então vamos ver lá. Como que está aí no lápis?”

Sobre as relações intrínsecas quanto ao discurso e seus participantes, apoiamo-nos em Bakhtin (2016) ao argumentar que o ouvinte ao participar do discurso, ocupa simultaneamente as posições ativa e responsiva, podendo concordar ou discordar do enunciado do falante, ou ter outras ações quanto ao discurso, mesmo não se expressando oralmente. O autor ainda pontua que

essa posição responsiva do ouvinte se dá ao longo de todo o processo de audição e compreensão, desde o seu início, de maneira que o ouvinte se torna falante, nas palavras dele:

Toda compreensão da fala viva, do enunciado vivo é de natureza ativamente responsiva (embora o grau desse ativismo seja bastante diverso); toda compreensão é prenhe de resposta, e nessa ou naquela forma a gera obrigatoriamente: **o ouvinte se torna falante** (BAKHTIN, 2016, p.25, grifo nosso).

Frente a isto, a não abertura à explanação e discussão dos modelos atômicos deixa no ar qual a posição responsiva dos estudantes ao que foi apresentado por PQ sobre modelos representacionais. A fala incisiva e direcionadora “*Como está aí no lápis*”, ao final do enunciado, no turno 82, muda o rumo da atenção dos ouvintes, deixando transparecer um discurso autoritário. Magalhães, Ninin e Lessa (2014, p.135) definem um discurso autoritário ao que procura “impor-se aos demais, sem abertura para questionamentos, ou negociações de significados, com características hierárquicas bem demarcadas”.

Essa é uma crítica que pode ser feita no âmbito das pesquisas que partem de propostas intervencionistas em sala de aula, pois essas se centram em objetivos específicos e em tempos específicos, o que pode comprometer a abertura para outras discussões para além da pesquisa em andamento. Fazemos aqui uma auto crítica que se configura como difícil e consta em “coisas não ditas” no âmbito da socialização dos resultados das pesquisas educacionais, mas que consideramos importantes trazer à luz. Os artigos e publicações, em sua maioria, não apresentam as dificuldades que emergiram no decorrer da coleta de dados, por exemplo, ou não discutem equívocos na interpretação dos dados que podem levar a interpretações e caminhos que não aqueles traçados no projeto de pesquisa. Os erros são, geralmente, desconsiderados. Ao criticar a perspectiva positivista da Ciência, Giordan (1999) argumenta que esse modelo de fazer ciência se “sustenta no pragmatismo ingênuo dos acertos e desprezam o erro como estágio inerente do fazer ciência” (p. 45).

Outra questão a pontuar é que, mesmo esclarecendo que as imagens que o aplicativo traz são um modelo representacional, no discurso de PQ, ao longo das aulas, transparecem falas do tipo:

240 PQ *Ah! Como que essas moléculas se aglomeram? Vamos olhar pela lupa*

253 PQ *Então o que seria essa ligação que vocês estão vendo aí?*

359 PQ *Mas a constituição deles, se a gente fosse olhar ai com a lupa, como estaria?*

Ao observamos esses movimentos discursivos, percebemos que as falas de PQ explicitam o realismo da ferramenta. É como se a ferramenta lupa mostrasse uma realidade clara ao olhar dos estudantes. Nesse momento, parece-nos que a professora busca uma aproximação entre a ferramenta e a realidade dos alunos para se fazer entender em relação aos conceitos abordados, mas que suas ações interferem diretamente nas ações dos estudantes.

Nesse sentido, Bakhtin (2016) diz que qualquer discurso, quando estudado com maior profundidade em situações concretas de comunicação discursiva, revela uma série de palavras do(s) outro(s) semilattes e latentes, de diferentes graus de alteridade, das quais, reelaboramos, reasentamos e reafirmamos nossas ideias e influências.

Considerando o contexto, as minhas ações<sup>29</sup>, enquanto professora e pesquisadora (PQ), não se esgotam no contexto escolar micro apresentado, mas reverberam posturas trazidas do contexto macro, cujas relações enunciativas de significação são situadas dentro de um contexto sócio-histórico da minha vivência e formação. Nesse sentido, torna-se importante frisar que em todo meu histórico de exercício da profissão de professora, sempre trabalhei com as tecnologias, pois entendo que essas podem contribuir nas aulas de Química. No entanto, em meus fazeres pedagógicos, não havia parado para analisar aspectos importantes do uso destas ferramentas. Isto só foi possível a partir do desenvolvimento da pesquisa de

---

<sup>29</sup> Em alguns momentos da análise dessa categoria, escrevo em primeira pessoa, pois faço uma análise pautada em minhas histórias vividas e entrelaçadas com o contexto da pesquisa desenvolvida.

doutorado durante a qual me vi confrontada com referenciais que, dentre outros aspectos, evidenciaram o movimento de exclusão que a inserção das TDIC em ambiente escolar proporcionam (ECHALAR; PEIXOTO, 2016) e o processo de ocultação das condições de produção do conhecimento científico que pode ser lido a partir do uso dos aplicativos (SERCOVICH, 1977). As próximas discussões serão centradas sobre esses dois aspectos.

A partir disso, é importante analisar o que emerge das palavras dos outros na minha prática pedagógica. Porque, conforme Pimenta (1997), a identidade docente é a significação social da profissão a partir da relação com saberes. Ser professor é refletir a atuação intencional da atividade pedagógica, vislumbrando perceber um conjunto de ideias, crenças, concepções e teorias que dão sustentação às suas ações. Essa análise parte da compreensão da concepção de Ciência que evidencia a minha prática docente. Saliento que, aqui não há uma pretensão de esgotar as minhas concepções, mas demarcar algumas, porque conforme Tardif (2000, p.14) “os professores raramente tem uma teoria ou uma concepção unitária de sua prática; ao contrário, os professores utilizam muitas teorias, concepções e técnicas, conforme a necessidade”.

Em relação ao uso das tecnologias em sala de aula, destaco que os documentos balizadores da educação nacional sinalizam este uso como uma prática a ser incorporada pelos professores, escolas e sistemas de educação. Essa sinalização se dá em documentos como a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (BRASIL, 1996), já alterada em diversos itens desde sua promulgação, e na Base Nacional Comum Curricular, tanto do Ensino Fundamental (BRASIL, 2017), quanto do Ensino Médio. Desde a década de 1990, as tecnologias passaram a se configurar como eixos da educação básica, nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 2000), quando as áreas de conhecimento foram divididas em áreas relacionadas às tecnologias, como Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias.

Esta inserção na escola deu-se sem nenhuma discussão teórica que desse respaldo aos professores sobre como utilizar as tecnologias, pois os cursos de formação de professores apenas passaram a inserir essas

discussões em seus currículos a partir da Resolução n.1 de 2002 (BRASIL, 2002), o que se manteve na Resolução n. 1 de 2015 (BRASIL, 2015) e na atual Resolução de formação de professores (BRASIL, 2019), homologada em dezembro de 2019. Nesse documento, dentre as competências gerais dos docentes, tem-se:

Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas docentes, como recurso pedagógico e como ferramenta de formação, para comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e potencializar as aprendizagens. (BRASIL, 2019, p. 13)

No entanto, é importante destacar que os cursos buscam cumprir as diretrizes a partir da inserção de disciplinas com enfoque no uso de tecnologias educacionais, mas isso não significa que haja discussões de cunho reflexivo, pois, conforme apontam Siqueira (2017), ao analisarem as propostas pedagógicas dos cursos de licenciatura em Física, Química e Biologia da Universidade Federal de Goiás, a maioria dessas disciplinas é de caráter optativo, ou seja, podem ser oferecidas ou não. Além disso, nas ementas das disciplinas, não foram encontradas relações com possibilidades de discussões críticas em termos de uso das tecnologias em ambiente escolar.

Trago esse recorte para explicitar que, mesmo passados mais de 20 anos do direcionamento para a inserção das tecnologias na educação básica, os cursos de formação de professores ainda não conseguem abarcar discussões pertinentes sobre o tema. Schuhmacher, Alves Filho e Schuhmacher (2017), corroboram esse entendimento, pois segundo os autores:

Percebe-se a inexistência de um padrão de competências e habilidades a serem adquiridas pelo licenciado durante sua formação inicial, no que tange o uso das TIC. Esta inconstância produz situações em que o atendimento das diretrizes ocorre pela inserção de disciplinas isoladas. (SCHUHMACHER<sup>17</sup>; ALVES FILHO; SCHUHMACHER, 2017, p. 574)

Os autores ainda apontam as questões estruturais que dificultam a inserção do uso de tecnologias nas práticas docentes que “demonstram a fragilidade e o descompasso das políticas públicas, propostas por meio de legislação e das situações reais de Instituições e escolas no enfrentamento do dia a dia escolar” (p. 574). As lacunas, em termos de formação de professores para o uso das tecnologias, conduzem-me ao aspecto em foco que se refere à discussão sobre o contexto de exclusão social que as tecnologias imprimem à escola e que sempre faltou em minha prática docente.

Para Bourdieu, a escola se configura como um sistema de manutenção da dominação das elites, pois o currículo é pensado e executado visando excluir aqueles que fracassam e atribuir a eles a culpa desse fracasso, desconsiderando as diferentes origens dos sujeitos (BOURDIEU; PASSERON, 2013). Ao inserir as tecnologias nos currículos escolares como ferramentas contribuidoras ao processo de ensino e aprendizagem, o sistema exclui aqueles que não têm vivência e acesso aos instrumentos da tecnologia. Refletindo sobre isso, penso que a própria escolha da turma para a pesquisa considerou alunos que tivessem os aparelhos celulares.

Ao analisar o estado da arte de discursos predominantes sobre as relações entre tecnologias e educação, Peixoto e Araújo (2012) explicitam que, em alguns textos, emergem “as relações de poder que surgem no processo de comunicação mediado pelo computador, no qual quem domina a linguagem padrão possui maior poder de participação” (p. 259). Entendendo a inclusão digital na educação como um processo de exclusão social, Echalar e Peixoto (2016) discutem a inclusão excludente, pois defendem que os processos de inclusão digital propostos para a escola se configuram como elementos de associação às políticas econômicas neoliberais e criticam o determinismo tecnológico, considerando que esse busca “ocultar a contradição que está em sua base, desviando o foco para o sujeito excluído e não para a exclusão das desigualdades, que culmina na alienação social” (p. 51). Essas reflexões me faltaram no processo de construção do projeto de pesquisa, bem como nas intervenções pensadas a partir do uso do aplicativo.

Outro dos aspectos evidenciados no movimento de análise, e autoanálise, decorrentes da pesquisa de doutorado, refere-se à compreensão

de que, ao entender e expor os conteúdos, a partir do aplicativo, como um conhecimento sem origem e descontextualizado historicamente, houve, por minha parte, a ocultação das condições de produção do conhecimento científico. Isso configura o que Sercovich (1977) chama de discurso transparente.

De acordo com Sercovich (1977), qualquer processo discursivo tem uma dimensão imaginária e essa faz alusão a um discurso transparente. O conceito de transparência, na concepção desse autor, não se limita ao que se permite ser penetrado ou aprofundado sem dificuldade, mas “é transparente o discurso que oculta suas próprias condições produtivas” (p.34), de tal modo que o significado se volatiliza como unidade cultural e histórica, ocultando a realidade.

Quando direcionamos nosso olhar para a sala de aula, pode-se considerar que o discurso transparente do professor se dá quando, em seu imaginário, acredita que o seu fazer pedagógico se apropria de uma forma de desenvolver conhecimento em que a Ciência é vista como sendo algo supremo da verdade, desconsiderando as condições produtivas que a engendram, cristalizando uma imagem de Ciência inquestionável, numa tentativa ilusória, ou de certa forma ingênua, de expressar a realidade social de forma imediata.

Ao tomar as informações do aplicativo, em alguns momentos (Turnos 240, 253, 359 explicitados na página 143 desse texto), como realidades, imprimo a dimensão imaginária ao discurso que seria a forma como o sujeito se relaciona com a realidade, tendo a ilusão de que possa acessar diretamente os objetos do mundo (SERCOVICH, 1977; GRIGOLETTO, 2005).

Coaduna-se a esse processo de acessar o aplicativo como verdade/realidade, a ocultação das condições de produção do conhecimento. Há uma discussão importante e necessária sobre a formação de professores de ciências no sentido de que a abordagem de fatos científicos precisa considerar a história dos cientistas, os contextos vivenciados por eles na produção dos seus saberes. Isso possibilitaria aos estudantes compreenderem que “as ciências são o produto de uma complexa atividade

social, que antecipa e procede o ato individual da descoberta ou criação” (DUARTE, 2004, p. 319).

Dessa forma, a discussão epistemológica precisa fazer parte da formação inicial dos professores, conforme Lôbo e Moradillo (2003) “como um dos pressupostos para uma formação mais crítica e para a superação do modelo tecnicista ainda predominante nessa área” (p. 40). Porém, essa não é a realidade dos cursos de Licenciatura em Química do país. Maldaner (2008) já alertava para a falta de professores formadores da área de Ensino de Química para ocuparem os espaços necessários nos cursos de Licenciatura em Química e nas pós-graduações. Em levantamento mais recente, Soares, Mesquita e Rezende (2017) apontam que, em levantamento no banco de dados da Divisão de Ensino da Sociedade Brasileira de Química, foi possível identificar um quantitativo aproximado de cerca de 200 doutores na área de Ensino de Química no país. Entende-se que esse número ainda é insuficiente, considerando-se que, pelos dados da Plataforma e-MEC, existem hoje cerca de 400 cursos presenciais de Licenciatura em Química no país.

Nesse cenário, estou eu, enquanto docente de um curso de Licenciatura em Química, desenvolvendo práticas e pesquisas com as tecnologias, mas em um movimento de refletir sobre essas práticas e sobre meus discursos no cenário da sala de aula. Entendo que o passo importante que o processo de construção da tese trouxe-me foi enxergar que as minhas falhas são fruto de uma formação deficitária. Ao me entender como sujeito didático em movimento, enxerguei-me na incompletude que perpassa a essência humana. Dessa forma, findo essa análise com as palavras de Freire, porque nelas me encontrei:

É na inconclusão do ser, que se sabe como tal, que se funda a educação como processo permanente. Mulheres e homens se tornaram educáveis na medida em que se reconheceram inacabados. Não foi a educação que fez mulheres e homens educáveis, mas a consciência de sua inconclusão é que gerou sua educabilidade. (FREIRE, 2016, p. 57)

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O decorrer desta tese analisou o processo de ensino aprendizagem de conceitos da química a partir do uso de um aplicativo durante a aula, considerando a perspectiva de desenvolvimento de conceitos de Vigotski, utilizando alguns elementos da sua teoria como mediação semiótica.

A pesquisa objetivou compreender as dinâmicas interativas dos estudantes com o aplicativo durante o processo de ensino e aprendizagem, buscando elementos que sustentasse a hipótese da mediação semiótica desses instrumentos no processo desenvolvimento dos conceitos. Para tal utilizou-se uma metodologia da pesquisa-ação, em que o pesquisador analisou a sua própria ação, por meio das etapas de: identificação das situações iniciais, planejamento, realização das atividades previstas e avaliação de resultados.

Consideramos que alcançamos o objetivo proposto a partir das discussões realizadas ao discutirmos aspectos relacionados às generalizações iniciais: os estados físicos da matéria a partir da água; ao desenvolvimento da palavra líquido: uso do aplicativo em contexto; e às relações construídas entre imagens e conceitos considerando o uso do aplicativo.

A análise dos dados revelou que os estudantes desenvolveram conceitos a partir da visualização das representações imagéticas do aplicativo. Tendo em vista os aspectos analisados a partir das atividades respondidas pelos estudantes, inferimos que, ao responderem à primeira atividade, os estudantes identificam certas qualidades comuns nos objetos observados e atribuem a estes, características da palavra água em um processo de generalização sobre os estados físicos das substâncias. Em relação ao desenvolvimento da compreensão palavra líquido, as interações propiciadas entre alunos-alunos, alunos-aplicativo, alunos-professora possibilitaram a emergência de novas relações no pensamento verbalizado a partir das visualizações imagéticas. Foi possível identificar representações dos estudantes que levaram em conta a memória das representações

imagéticas visualizadas para expressarem suas concepções a respeito dos conceitos químicos abordados na atividade.

Dessa forma, novas relações de significação com as palavras passaram a compor as generalizações conceituais e o ideário científico dos estudantes. Sendo assim, o processo de ensino e aprendizagem suportado por aplicativos revelou que estes participam do processo de desenvolvimento de conceitos por meio da mediação semiótica de imagens, destacando a visualização como importante ferramenta semiótica.

Quando se trabalha com aplicativo voltado ao ensino, há vários aspectos entrelaçados durante o processo de desenvolvimento e, à luz disso, os dados revelaram que a relação dos sujeitos com o conhecimento e a visão de ciência é um aspecto importante a ser considerado, pois esta perspectiva é intrínseca aos sujeitos e pode influenciar posturas durante as abordagens. Debruçando-me em minha atuação, enquanto professora e pesquisadora, reflito que as minhas concepções de ciência, que se constituíram ao longo do meu próprio processo formativo e de atuação docente, ocultaram as condições de produção do conhecimento, o que interferiu na discussão conceitual durante as aulas ministradas. Entendemos que o olhar analítico e reflexivo da prática docente é fundamental, em qualquer contexto.

Ressaltamos que nenhum recurso didático ou instrumento voltado ao ensino, por si só, desenvolve conceitos, mas o uso de aplicativos pode contribuir para a apropriação de conceitos, pois quando o aluno visualiza as representações imagéticas é orientado por toda uma linguagem constituída socialmente, que por meio da palavra ganha significado.

A partir disso, o trabalho contribui com discussões da área de Ensino de Química no sentido de trazer à tona aspectos relacionados ao *Mobile Learning* no ensino de Química e à visualização de representações imagéticas. Vigotski deu grandes contribuições ao campo da educação, mas ele não se aprofundou sobre as questões da visualização de imagens e o desenvolvimento de conceitos considerando-se o contexto histórico no qual viveu. Ao adotarmos esse referencial como aporte teórico, tivemos várias incógnitas quanto o papel das imagens no decorrer do desenvolvimento do conceito e sobre como se dá a relação das imagens no pensamento com as

generalizações pré-existentes e em desenvolvimento. Quando visualizamos uma imagem, vemos um todo, mas por meio da palavra organizamos e damos significado e sentidos à imagem no pensamento. A partir dessa compreensão, o trabalho iniciou um movimento de compreensão da relação imagem/palavra e desenvolvimento de conceitos na perspectiva vigotskiana.

Entendemos que nossos resultados são ainda restritos por tratarem de conceitos específicos abordados pelo aplicativo em tela. No entanto, salientamos que as pesquisas não se esgotam no recorte aqui apresentado e que há ainda diversas lacunas investigativas para se analisar as relações de construção do conhecimento constituídas a partir do uso de aplicativos no ensino de química.

Isso posto, trazemos à reflexão a questão da necessidade de se envidar esforços, não mais apenas na construção e socialização de aplicativos ou em levantamento destes instrumentos utilizados nas aulas de química, mas para pesquisas que se atentem aos processos e caminhos a partir dos quais as tecnologias propiciam a apropriação de conceitos científicos em ambiente escolar.

## REFERÊNCIAS

ABBAGNANO, Nicola. **Dicionário de filosofia**. 2. ed. São Paulo: Mestre Jou, 1982.

Ability and Scientific Reasoning Skills. **J Sci Educ Technol**, [s. l.], sep. 2016.

AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES. **Acessos de telefonia móvel no Brasil**. 2015. Disponível em: <https://www.anatel.gov.br/dados/component/content/article/84-novidades/283-acessos-smp>. Acesso em: 26 abr. 2020.

AL-BALUSHI, Sulaiman M. *et al.* The Effectiveness of Interacting with Scientific Animations in Chemistry Using Mobile Devices on Grade 12 Students' Spatial

ALONSO, Katia Morosov. Tecnologias da informação e comunicação e formação de professores: sobre rede e escolas. **Educ. Soc.**, Campinas, v. 29, n. 104 - especial, p. 747-768, out. 2008.

ANDERY, Maria Amália Pic Abib *et al.* **Para compreender a ciência**: uma perspectiva histórica. Rio de Janeiro: Garamond, 2012.

ANDRADE, Marcos Vinicius Mendonça; ARAÚJO JUNIOR, Carlos Fernando Araújo; SILVEIRA, Ismar Frango. Estabelecimento de critérios de qualidade para aplicativos educacionais no contexto dos dispositivos móveis (M-Learning). **EaD em Foco**, [s. l.], v. 7, n. 2, p. 178-193, 2017.

BAKHTIN, Mikhail. **Os gêneros do discurso**. São Paulo: Editora 34, 2016.

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

BONIFÁCIO, Vasco D. B. QR-Coded Audio Periodic Table of the Elements: A Mobile-Learning Tool. **Journal of Chemistry**, [s. l.], v. 89, p. 552-554, jan. 2012.

BOURDIEU, Pierre; PASSERON, Jean-Claude. **A reprodução**: elementos para uma teoria do sistema de ensino. 6. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2013.

BRASIL. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, DF: Presidência da República, 1996. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm). Acesso em: 20 abr. 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio**. Brasília: MEC, 2000. Disponível em:

<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **Resolução CNE/CO nº 2, de 20 de dezembro de 2019**. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial de Professores para a Educação Básica e institui a Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica (BNC-Formação). Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, p. 87-90, 10 fev. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **Resolução CNE/CP nº 1, de 18 de fevereiro de 2002**. Institui Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/res1\\_2.pdf](http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/res1_2.pdf). Acesso em: 20 mar. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **Resolução CNE/CP nº 1, de 7 de janeiro de 2015**. Institui Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores Indígenas em cursos de Educação Superior e de Ensino Médio e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, p. 11-12, 8 jan. 2015.

BRASIL. Ministério da Educação. **Resolução CNE/CP nº 2, de 22 de dezembro de 2017**. Institui e orienta a implantação da Base Nacional Comum Curricular, a ser respeitada obrigatoriamente ao longo das etapas e respectivas modalidades no âmbito da Educação Básica. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, p. 41-44, 22 dez. 2017.

BRASIL. **Portaria nº 343, de 17 de março de 2020**. Dispõe sobre a substituição das aulas presenciais por aulas em meios digitais enquanto durar a situação de pandemia do Novo Coronavírus - COVID-19. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, ed. 53, p. 39, 18 mar. 2020. Disponível em: <http://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-343-de-17-de-marco-de-2020-248564376>. Acesso em: 26 abr. 2020.

CANHOTA, Carlos. Qual a importância do estudo piloto? *In*: SILVA, E. E. (org.). **Investigação passo a passo**: perguntas e respostas para investigação clínica. Lisboa: APMCG, 2008. p. 69-72.

CASTELLS, Manuel. **A sociedade em rede**. 6. ed. rev. e ampl. Tradução: Roneide Venancio Majer. São Paulo: Paz e Terra, 2002. (A era da informação: economia, sociedade e cultura, v. 1).

CAVALCANTI, Alberes de Siqueira. Olhares epistemológicos e a pesquisa educacional na formação de professores de ciências. **Educ. Pesqui.**, São Paulo, v. 40, n. 4, p. 983-998, out./dez. 2014.

CAVALCANTI, Lana de Souza. Cotidiano, mediação pedagógica e formação de conceitos: uma contribuição de Vygotsky ao ensino de Geografia. **Cad. Cedes**, Campinas, v. 25, n. 66, p. 185-207, maio/ago. 2005.

CLEOPHAS, Maria das Graças *et al.* M-learning e suas múltiplas facetas no contexto educacional: uma revisão da literatura. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Paraná, v. 8, n. 4, p. 188-207, set./dez. 2015.

COLL, César; MONEREO, Carles. **Psicologia da educação virtual**: aprender e ensinar com as tecnologias da informação e comunicação. Tradução: Naila Freitas. Porto Alegre: Artmed, 2010.

CORRÊA, Maíra Baumgarten. Tecnologia. *In*: CATTANI, Antonio D. (org.). **Trabalho e tecnologia**: dicionário crítico. Petrópolis, RJ: Vozes, 1999.

COSTA, Hugo Heleno Camilo; LOPES, Alice Casimiro. A contextualização do conhecimento no Ensino médio: tentativas de controle do outro. **Educ. Soc.**, Campinas, v. 39, n. 143, p. 301-320, abr./jun., 2018.

COSTA FILHO, Edson Renel da; PEDROSO, Marcelo Caldeira. Pesquisa-ação & process studies como métodos para pesquisas de natureza aplicada. *In*: SEMINÁRIOS EM ADMINISTRAÇÃO, 21., 2018, São Paulo. **Anais** [...] São Paulo: EAD/FEA/USP, 2018. Disponível em: <http://login.semead.com.br/21semead/anais/arquivos/1577.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2020.

COSTA, Lorena Silva Oliveira. **A educação ambiental crítica e a formação humana**: a tomada de consciência e a elaboração conceitual na formação de educadores ambientais. 2017. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2017.

DAVYDOV, V. V. **Tipos de generalización en la enseñanza**. Ciudad de la Habana: Editorial Pueblo e Educación, 1982.

DIONNE, H. **A pesquisa-ação para o desenvolvimento local**. Brasília, DF: Líder, 2007.

DORI, Yehudit Judy *et al.* How Much Have They Retained? Making Unseen Concepts Seen in a Freshman Electromagnetism Course at MIT. **Journal of Science Education and Technology**, [s. l.], v. 16, n. 4, p. 299–323, aug. 2007.

DUARTE, Maria da Conceição. A História da ciência na prática de professores portugueses: implicações para a formação de professores de ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, SP, v. 10, n. 3, p. 317-331, 2004.

DURAN, Débora. Coronavírus viraliza educação on-line. **Jornal da USP**, São Paulo, mar. 2020. Disponível em: <https://jornal.usp.br/artigos/coronavirus-viraliza-educacao-online/>. Acesso em: 01 set. 2020.

ECHALAR, Adda Daniela Lima Figueiredo; PEIXOTO, Joana. Dos excluídos às razões da exclusão digital. **Revista Científica de Educação**, Inhumas, v. 1, n. 1, p. 41-54, dez. 2016.

EKINS, Sean; CLARK, Alex M.; WILLIAMS, Antony J. Incorporating Green Chemistry Concepts into Mobile Chemistry Applications and Their Potential Uses. **ACS Sustainable Chem. Eng.**, Texas, v. 1, p. 8-13, 2013.

ENGEL, Guido Irineu. Pesquisa-ação. **Educar**, Curitiba, n. 16, p. 181-191, 2000.

EVO DIGITAL MEDIA CONSULTORIA E TECNOLOGIA LTDA. **Evo Digital Media**. Versão: 2.91:a7. São Paulo: Evo Digital Publishing, 2014.

FEIRA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS E ENGENHARIA - FEBRACE, 5., 2007, São Paulo. **Anais eletrônicos** [...]. São Paulo: EPUSP, 2007. Disponível em: <https://issuu.com/febrace/docs/anais2007>. Acesso em: 19 mar. 2020.

FELDT, Jonas; MATA, Ricardo A.; DIETERICH, Johannes M. Atomdroid: A Computational Chemistry Tool for Mobile Platforms. **Journal of Chemical Information and Modeling**. Mar. 2012. p. 1072-1078.

FERK, Vesna *et al.* Students' understanding of molecular structure representations. **Int. J. Sci. Educ.**, [s. l.], v. 25, n. 10, p. 1227–1245 jul. 2003.

FERREIRA, Celeste Rodrigues. **O uso de visualizações no ensino de química**: a formação inicial do professor de Química. 2010. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

FERREIRA, Celeste Rodrigues. **O uso de visualizações no ensino de Química e de Física**: a formação pedagógica dos professores. 2013. Tese (Doutorado em Ciências) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

FERREIRA, Thiago Vinicius; CLEOPHAS, Maria das Graças. O potencial do aplicativo QR CODE no ensino de química. **Revista Tecnê, Episteme y Didaxis**, Bogotá, n. extraordinário, p. 1-7, oct. 2018.

FIGUEIREDO, C. X. *et al.* **Avaliação de software educacional**. Lavras: Editora UFLA, 2005.

FONSECA, Ana Graciela M. F. da. Aprendizagem, mobilidade e convergência: mobile learning com celulares e smartphones. **Revista Eletrônica do**

**Programa de Pós-Graduação em Mídia e Cotidiano**, Rio de Janeiro, n. 2, p. 163-181, jun. 2013.

FRANÇA, V. R. O objeto da comunicação: a comunicação como objeto. *In*: Hohlfeldt, A.; MARTINO, L.; FRANÇA, V. (org.). **Teorias da Comunicação: escolas, conceitos, tendências**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2001. p. 39-60.

FRANÇA, V. Teorias da Comunicação: busca de identidade e de caminhos. **Revista Esc. Biblioteconomia UFMG**, Belo Horizonte, v. 23, n. 2, p. 138-152, jul/dez. 1994.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 53 ed. São Paulo: Paz e Terra, 2016.

FREITAS, Raquel A. Marra da Madeira. Formação de conceitos na aprendizagem escolar e atividade de estudo como forma básica para a organização do ensino. **Educativa**, Goiânia, v. 19, n. 2, p. 388-418, maio/ago. 2016.

GARCIA, Dirlene. **Colégio Estadual Santa Luzia: Sonhos, esperanças e realizações**. Goiânia: Kelps, 2009.

GARCIA-RUIZ, Miguel A.; VALDEZ-VELAZQUEZ, Laura L.; GÓMEZ-SANDOVAL, Zeferino. Estudio de usabilidad de visualización molecular educativa en un telefono inteligente. **Química Nova**, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 648-653, 2012.

GARNETT, Patrick J.; GARNETT, Pamela J.; HACKLING, Mark. W. Students' alternative conceptions in Chemistry: a review of research and implications for teaching and learning. **Studies in Science Education**, [s. l.], v. 25, p. 69-95, jan. 1995.

GILBERT, John K. Visualization: a metacognitive skill in science and science education. Models and modeling in science education. *In*: GILBERT, John K.; REINER, Miriam; NAKHLEH, Mary (ed.). **Visualization: theory and practice in science education**. Dordrecht: Springer, 2005. v. 1, p. 9-27.

GILBERT, John. K. Visualization: an emergent field of practice and enquiry in science education. *In*: GILBERT, John K.; REINER, Miriam; NAKHLEH, Mary (ed.). **Visualization: theory and practice in science education. Models and modeling in science education**. Springer: Dordrecht, 2008. v. 3, p. 3-24.

GILBERT, John K.; WATTS, D. Michael.; OSBORNE, Roger J. Students' conceptions of ideas in mechanics. **Phys. Educ.**, [s. l.], v. 17, p. 62-66, 1982.

GIORDAN, Marcelo. **Computadores e linguagens nas aulas de ciências: uma perspectiva sociocultural para compreender a construção de significados**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2008.

GIORDAN, Marcelo. O papel da experimentação no ensino de Ciências. **Química nova na escola**, São Paulo, n. 10, p. 43-49, nov. 1999. -

GÓES, Maria Cecília Rafael de; CRUZ, Maria Nazaré da. Sentido, significado e conceito: notas sobre as contribuições de Lev Vigotski. **Pro-Posições**, [s. l.], v. 17, n. 2, p. 31-45, maio/ago. 2006.

GOIÁS. **Lei nº 16.993, de 10 de maio de 2010**. Dispõe sobre a proibição do uso de telefone celular na sala de aula das escolas da rede pública estadual de ensino. Goiás: Gabinete Civil, 2010. Disponível em: [http://www.gabinetecivil.go.gov.br/pagina\\_leis.php?id=9505](http://www.gabinetecivil.go.gov.br/pagina_leis.php?id=9505). Acesso em: 24 abr. 2020.

GRIGOLETTO, Evandra. **O discurso de divulgação científica**: um espaço discursivo intervalar. 2005. Tese (Doutorado em Teorias do Texto e do Discurso) – Instituto de Letras, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2005.

HAGUETTE, Teresa Maria Frota. **Metodologias qualitativas na sociologia**. Petrópolis, RJ: Vozes, 1999.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **PNAD Contínua TIC 2017**: Internet chega a três em cada quatro domicílios do país. 2018. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/23445-pnad-continua-tic-2017-internet-chega-a-tres-em-cada-quatro-domicilios-do-pais>. Acesso em: 26 abr. 2020.

JACON, L. S. C.; MELLO, I. C.; Dispositivos Móveis no Ensino de Química: a diversidade das linguagens nos diálogos entre duas formadoras no desenvolvimento de um aplicativo. In: NERY, B. K.; ZANON, L. B. (org.). **Tecnologias de Informação e Comunicação na Prática Docente em Química e Ciências**. Ijuí: Editora Unijuí, 2016. p. 97-108.

JAGODZINSKI, Piotr; WOLSKI, Robert. Assessment of Application Technology of Natural User Interfaces in the Creation of a Virtual Chemical Laboratory. **J Sci Educ Technol**, [s. l.], v. 24, p. 16-28, sep. 2015.

JESUS, Chelry Fernanda Alves de; MESQUITA, Nyuara de Araújo da Silva. Aplicativos de Química disponíveis para dispositivos móveis: possibilidades didáticas e concepções teóricas de aprendizagem. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 18., 2016, Florianópolis. **Anais [...]** Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2016.

JESUS, Chelry Fernanda Alves; SOARES, Márlon Herbert Flora Barbosa; MESQUITA, Nyuara Araújo da Silva. O celular como possibilidade didática: instrumento mediador no processo de ensino aprendizagem de Química. In: CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE INVESTIGACIÓN EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS, 10., 2017, Sevilla. **Anais [...]** Sevilla: [S. n.], 2017.

KEIG, Patricia F., RUBBA, Peter A. Translation of Representations of the Structure of Matter and its Relationship to Reasoning, Gender, Spatial Reasoning, and Specific Prior Knowledge. **Journal of research in science teaching**, [s. l.], v. 30, n. 8, p. 883-903, 1993.

KENSKI, Vani Moreira. **Educação e tecnologias**: o novo ritmo da informação. 8. ed. São Paulo: Papyrus, 2012.

KOSIK, K. **Dialética do concreto**. Rio de Janeiro: Paz e terra, 1976.

KOZMA, R.; RUSSELL, J. Students becoming chemists: Developing Representational Competence. In: GILBERT, J. K. (ed.). **Visualization in Science Education**. Springer: Netherlands, 2005. p. 121-146.

LEITE, Bruno Silva. M-Learning: o uso de dispositivos móveis como ferramenta didática no Ensino de Química. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, [s. l.], v. 22, n. 3, p. 55-68, out. 2014.

LÉVY, Pierre. **Cibercultura**. Tradução: Carlos Irineu da Costa. São Paulo: Ed. 34, 1999.

LIBÂNEO, José Carlos. A didática e a aprendizagem do pensar e do aprender: a teoria Histórico-cultural da atividade e a contribuição de Vasili Davydov. **Revista Brasileira de Educação**, Goiânia, n. 27, p. 5-24, set./dez. 2004.

LIBMAN, Diana; HUANG, Ling. Chemistry on the Go: Review of Chemistry Apps on Smartphones. **Journal of Chemical Education**, [s. l.], v. 90, n. 3, p. 320-325, fev. 2013.

LÔBO, Soraia Freaza; MORADILLO, Edilson Fortuna de. Epistemologia e a formação docente em Química. **Química nova na escola**, São Paulo, n. 17, p. 39-41, maio 2003.

LOPES, A. R. C. Contribuições de Gaston Bachelard ao ensino de ciências. **Enseñanza de las ciencias**, [s. l.], v. 11, n. 3, p. 324-330, 1993.

LOPES, Alice Casimiro. Os parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio e a submissão ao mundo produtivo: o caso do conceito de contextualização. **Educ. Soc.**, Campinas, v. 23, n. 80, p. 386-400, set. 2002.

LURIA, A. R. O desenvolvimento da escrita na criança. In: VIGOTSKI, L. S.; LURIA, A. R.; LEONTIEV, A. N. (org.). **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. Trad. M. P. Villalobos. 11. ed. São Paulo: Ícone, 2010. p. 143-190

MAGALHÃES, Maria Cecília Camargo; NININ, Maria Otilia Guimarães; LESSA, Ângela Brambilla Cavenaghi Themudo. A dinâmica discursiva na formação de professores: discurso autoritário ou internamente persuasivo? **Bakhtiniana**, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 129-147, jan./jul. 2014.

MALDANER, O. A. A pós-graduação e a formação do educador químico: tendências e perspectivas. *In*: Rosa, M. I. P.; Rossi, A. V. **Educação em Química no Brasil: memórias, políticas e tendências**. Campinas, SP: Editora Átomo, 2008. p. 269-288.

MEKSENAS, P. As noções de concreto e abstrato: sua relação com as práticas de ensino. **Revista da Faculdade de Educação**, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 92-98, jan./jun. 1992.

MESSEDER NETO, Hélio da Silva. **O lúdico no ensino de química na perspectiva histórico-cultural: além do espetáculo, além da aparência**. Curitiba: Prismas, 2016.

MINAYO, M. C. S.; DESLANDES, S. F.; GOMES, R. **Teoria, método e criatividade**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2016.

MONTEIRO, Maria Isabel Nascimento Ledes. Avaliação de software educativos: aspectos relevantes: evaluation of educational software. **Revista E-Curriculum**, São Paulo, v. 2, n. 2, p. 1-19, jun. 2007.

MORETTI, Vanessa Dias; ASBAHR, Flávia da Silva Ferreira; RIGON, Algacir José. O Humano no Homem: os pressupostos teórico-metodológicos da teoria histórico-cultural. **Psicologia & Sociedade**, [s. l.], v. 23, n. 3, p. 477-485, 2011.

MORTIMER, Eduardo Fleury. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, RS, v. 1, n. 1, p.20-39, 1996.

MORTIMER, Eduardo Fleury; SCOTT, Phill H. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 7, n. 3, p. 283-306, 2002. Disponível em: [http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo\\_ID94/v7\\_n3\\_a2002.pdf](http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID94/v7_n3_a2002.pdf). Acesso em: 15 set. 2018.

NAGUMO, Estevon. **O uso do aparelho celular dos estudantes na escola**. 2014. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

NICHELE, Aline Grunewald; CANTO, Letícia Zielinski do. Ensino de Química com Smartphones e Tablets. **RENOTE: Revista Novas Tecnologias na Educação**, Rio Grande do Sul, v. 14, n. 1, p. 1-10, jul. 2016.

NICHELE, Aline Grunewald; SCHLEMMER, Eliane. Aplicativos para o ensino e aprendizagem de Química. **RENOTE: Revista Novas Tecnologias na Educação**, Rio Grande do Sul, v. 12, n. 2, p. 1-9, dez. 2014.

OSBORNE, Roger J.; COSGROVE, Mark M; Children's conceptions of the changes of state of water. **Journal of research in science teaching**, [s. l.], v. 20, n. 9, p. 825-838, 1983.

OLIVEIRA, Eva Aparecida. A técnica, a techné e a tecnologia. **Itinerarius reflectionis**,

PACEY, A. **The Culture of Technology**. Cambridge, MA: MIT Press, 1983.

PEIXOTO, Joana; ARAÚJO, Cláudia Helena dos Santos. Tecnologia e educação: algumas considerações sobre o discurso pedagógico contemporâneo. **Educ. Soc.**, Campinas, v. 33, n. 118, p. 253-268, jan./mar. 2012.

PIMENTA, Selma Garrido. Formação de professores: saberes da docência e identidade do professor. **Nuances**, [s. l.], v. 3, p. 5-14, set. 1997.

PIMENTA, Selma Garrido. Professor reflexivo: construindo uma crítica. *In*: PIMENTA, Selma. Garrido; GHEDIN, Evandro (org.). **Professor reflexivo no Brasil: gênese e crítica de um conceito**. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2006.

PINO, A. Semiótica e cognição na perspectiva histórico-cultural. **Temas em Psicologia**, Ribeirão Preto, SP, n. 2, p. 31-40, 1995.

RAMOS, André Gonçalves. As (diferentes) funções da linguagem: contribuições de Jakobson e Vygotsky. **Revista Memento**, Betim, MG, v. 4, n.1, p. 1-14, jan./jun. 2013.

RIBEIRO, Lacy Ramos Jubé. **Pensamento e linguagem nas teorias histórico-cultural e sociocultural**: contribuições para o ensino da língua materna. 2011. 106 f. Tese (Doutorado em Educação) - Programa de Pós-Graduação em Educação, Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2011.

ROSA, Paulo Ricardo da Silva. O uso dos recursos audiovisuais e o ensino de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 17, n. 1, p. 33-49, abr. 2000.

ROTH, Wolff-Michael; POZZER-ARDENGHI, Lilian; HAN, Jae Young. **Critical Graphicacy**: understanding visual representation practices in school science. Netherlands: Springer, 2005.

SÁ FILHO, Carlos Alberto Cordeiro de. **Influência das TIC na dinâmica cultural e política de comunidades**. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.

SACCOL, Amarolinda; SCHLEMMER, Eliane; BARBOSA, Jorge. **M-learning e u-learning**: novas perspectivas da aprendizagem móvel e ubíqua. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011. *E-book*.

SAKHAROV, Leonid. Sobre métodos para pesquisa de conceitos. Tradução: Gisele Toassa. **Fractal**: Revista de Psicologia Fractal, Rio de Janeiro, v. 25, n. 3, p. 695-722, set/dez. 2013.

SANTAELLA, Lucia. Uma imagem é uma imagem, é uma imagem, é uma imagem... **Tríade**: comunicação, cultura e mídia, Sorocaba, SP, v. 3, n. 5, p. 10-19, jun. 2015.

SANTA, Fernando Dala; BARONI, Vivian. As raízes marxistas do pensamento de Vigotski: contribuições teóricas para a psicologia histórico-cultural. **Kínesis**, Santa Maria, v. 6, n. 12, p. 1-16, dez. 2014.

SCHUHMACHER, Vera Rejane Niedersberg; ALVES FILHO, José de Pinho; SCHUHMACHER, Elcio. As barreiras da prática docente no uso das tecnologias de informação e comunicação. **Ciênc. Educ.**, Bauru, SP, v. 23, n. 3, p. 563-576, 2017.

SEDDON, G. M.; SHUBBER, K. E. The effects of colour in teaching the visualisation of rotations in diagrams of three-dimensional Structures. **British Educational Research Journal**, [s. l.], v. 11, n. 3, p. 227-239, 1985.

SERCOVICH, Armando. **El discurso, el psiquismo y el registro imaginario**: ensayos semióticos. Buenos Aires: Ediciones Nueva Visión, 1977.

SIQUEIRA, Ana Clara Meirelles de Pina Siqueira. **Tecnologias da informação e comunicação na formação de professores de Ciências na UFG**: direcionamentos nos projetos pedagógicos de curso. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2017.

SIRGADO, Angel Pino. O social e o cultural na obra de Vigotski. **Educação & Sociedade**, [s. l.], ano 21, n. 71, p. 45-78, jul. 2000.

SMITH, Kimberly Jo; METZ, Patricia A. Evaluating Student Understanding of Solution Chemistry through Microscopic Representations. **Journal of Chemical Education**, Lubbock, v. 73, n. 3, p. 233-235, mar. 1996.

SMOLKA, Ana Luiza Bustamante. Ensinar e significar: as relações de ensino em questão ou das (não) coincidências nas relações de ensino. *In*: SMOLKA, Ana Luiza Bustamante; NOGUEIRA, Ana Lúcia Horta (org.). **Questões de desenvolvimento humano**: práticas e sentidos. Campinas: Mercado de Letras, 2010. p. 107-128.

SOARES, Márlon Herbert Flora Barbosa; MESQUITA, Nyuara Araújo da Silva; REZENDE, Daisy de Brito. O ensino de química e os 40 anos da SBQ: o

desafio do crescimento e os novos horizontes. **Química Nova**, São Paulo, v. 40, n. 6, p. 656-662, 2017.

SODRÉ, Muniz. **Reinventando a educação**: diversidade, descolonização e redes. Petrópolis, RJ: Vozes, 2012.

SOUZA, Loys Layne Rodrigues *et al.* Primeiros ensaios de um aplicativo para smartphone sobre tabela periódica. *In*: SEMANA DE LICENCIATURA, 13., 2016, Jataí. **Anais** [...]. Jataí: IFG, 2016. Disponível em: <http://revistas.ifg.edu.br/semlic/article/view/561>. Acesso em: 19 mar. 2020.

STRAUS, William; HOWE, Neil. The cycle of generations. **American Demographics**, [s. l.], v. 13, n. 4, p. 24-22, apr. 1991.

STRAUSS, Sidney. Cognitive development in school and out. **Cognition**: International Journal of Cognitive Science, [s. l.], v. 10, p. 295-300, 1981.

TARDIF, Maurice. Saberes profissionais dos professores e conhecimentos universitários. **Revista Brasileira de Educação**, [s. l.], n. 13, p. 5-24, jan./abr. 2000.

TASKER, Roy; DALTON, Rebecca. Research into practice: visualisation of the molecular world using animations. **Chemistry Education Research and Practice**, [s. l.], v. 7, n. 2, p. 141-159, 2006.

TERUYA, Leila Cardoso *et al.* Visualização no ensino de Química: apontamentos para a pesquisa e desenvolvimento de recursos educacionais. **Química Nova**, São Paulo, v. 36, n. 4, p. 561-569, fev. 2013.

THIOLLENT, Michel. **Metodologia da pesquisa-ação**. 18. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

TOASSA, Gisele; PEREIRA, Alciane Macedo Barbosa. O Rio de minha Aldeia e os Blocos de Sakharov: formação de conceitos cotidianos e científicos no “pensamento e linguagem” de Vigotski. **Obutchénie: Revista de Didática e Psicologia Pedagógica**, Uberlândia, MG, v. 1, n. 2, p. 330–355, maio/ago. 2017.

TOMAZ, Renata. A geração dos Millennials e as novas possibilidades de subjetivação. **Comunicare**, São Paulo, v. 13, n. 1, p. 99- 110, 2014.

TORRES, Luis Enrique Salcedo *et al.* **Tecnologias de la información y la comunicación em educación química**. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional, 2007.

TRIVIÑOS, Augusto Nivaldo Silva. **Introdução a Pesquisa em Ciências Sociais**. São Paulo: Atlas, 1987.

VAN DER VEER, René; VALSINER, Jaan. **Vygotsky uma síntese**. 7. ed. São Paulo: Edições Loyola, 2014.

VARGAS, Milton. Prefácio. *In*: GRINSPUN, M. P. S. Z. (org.). **Educação Tecnológica**: desafios e perspectivas. São Paulo: Cortez, 2001. p. 7-23.

VARGAS, Milton. Técnica, Tecnologia e Ciência. **Revista Educação e Tecnologia**, Curitiba, n. 6, p. 178-183, 2003.

VÁZQUEZ, A. S. **Filosofia da práxis**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1977.

VÁZQUEZ-CANO, Esteban; GARCÍA, María Luisa Sevillano. **Dispositivos digitales móviles en educación**: el aprendizaje ubicuo. Madrid: Narcea S.A de ediciones, 2015.

VERASZTO, E. V. *et al.* Tecnologia: buscando uma definição para o conceito. **Prisma.com**, Portugal, n. 7, p. 60–85, 2008. Disponível em: <http://ojs.letras.up.pt/ojs/index.php/prisma.com/article/viewFile/2078/1913>. Acesso em: 20 mar. 2020.

VIGOTSKI, Lev S. **Obras Escogidas** (Tomo III). Madrid: Machado Nuevo Aprendizaje, 1995.

VIGOTSKI, Lev S. **A construção do pensamento e da linguagem**. Tradução: Paulo Bezerra. São Paulo: Martins Fontes, 2010a.

VIGOTSKI, Lev S. Quarta aula: A questão do meio na pedologia. **Psicologia USP**, São Paulo, v. 21, n. 4, p. 681-701, 2010b.

VIGOTSKI, Lev S. **Obras escogidas** (Tomo IV): Paidologia del adolescente, problemas de la psicología infantil. España: Machado Grupo de Distribución, 2012.

WEISER, Mark. The Computer for the 21 st Century. **Scientific American**, [s. l.], v. 265, n. 3, p. 94-105, sep. 1991.

WILLIAMS, Antony J.; PENCE, Harry E. Smart Phones, a Powerful Tool in the Chemistry Classroom. **Journal of Chemical Education**, [s. l.], v. 88, n. 6, p. 683-686, apr. 2011.

WILSKA, T. Mobile Phone Use as Part of Young People's Consumption Styles. **Journal of Consumer Policy**, [s. l.], v. 26, p. 441–463, dec. 2003.

WU, Hsin-Kai; KRAJCIK, Joseph S.; SOLOWAY, Elliot. Promoting Understanding of Chemical Representations: Students' Use of a Visualization Tool in the Classroom. **Journal of Research in Science Teaching**, [s. l.], v. 38, n. 7, p. 821-842, 2001.

WU, Hsin-Kai; SHAH, Priti. Exploring Visuospatial Thinking in Chemistry Learning. **Science Education**, [s. l.], v. 88, n. 3, p. 465–492, 2004.

WU, Tim. **Impérios da comunicação**: Do telephone à internet, da AT&T ao Google. Tradução: Claudio Carina. Rio de Janeiro: Zahar, 2012.

WU, Wen-Hsiung *et al.* Review of trends from mobile learning studies: A meta-analysis. **Computers & Education**, [s. l.], v. 59, p. 817-827, 2012.

## **ANEXOS**

**ANEXO I - PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DA EMENDA**

**Título da Pesquisa:** Possibilidades didático-metodológicas presentes em aplicativos educacionais de dispositivos móveis no Ensino da Química: perspectiva sócio-histórica.

**Pesquisador:** Chelry Fernanda Alves de Jesus

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 46343215.7.0000.5083

**Instituição Proponente:** Universidade Federal de Goiás - UFG

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 2.916.691

**Apresentação do Projeto:**

Trata-se da solicitação de Emenda. Título da Pesquisa: Possibilidades didático-metodológicas presentes em aplicativos educacionais de dispositivos móveis no Ensino da Química: perspectiva sócio-histórica. Pesquisadora Responsável: Chelry Fernanda Alves de Jesus. N. CAAE: 46343215.7.0000.5083. Membro da Equipe de Pesquisa: Nyuara Araújo da Silva Mesquita.

**Objetivo da Pesquisa:**

Solicitação de EMENDA.

Justificativa: Extensão do cronograma

Dilação de prazo do curso de Pós-Graduação da Universidade Federal de Goiás, Instituto de Química.

Ao longo da pesquisa houve modificação no Regulamento do Programa de Pós-Graduação em Química, níveis mestrado e doutorado, do Instituto de Química da Universidade Federal de Goiás, onde a presente pesquisadora encontra-se devidamente matriculada. Conforme a novo Regulamento do Programa de Pós- Graduação em Química da Universidade Federal de Goiás, CEPEC n.1456, criado pelas Resoluções CONSUNI N. 04/1999 e N. 16/2013,

**Endereço:** Alameda Flamboyant, Qd. K, Edifício K2 - Agência UFG de Inovação

**Bairro:** Campus Samambaia, UFG

**CEP:** 74.690-970

**UF:** GO

**Município:** GOIANIA

**Telefone:** (62)3521-1215

**Fax:** (62)3521-1163

**E-mail:** cep.prpi.ufg@gmail.com

entrando em vigor na data de 8 de março de 2017, com anuência do Reitor Prof. Orlando Afonso Valle do Amaral, modificando o prazo do curso de doutorado de 36 meses para 48 meses, conforme artigo 2, inciso VI. VI- duração mínima



Continuação do Parecer: 2.916.691

de dezoito (18) meses e máxima de vinte e quatro (24) meses para o curso de Mestrado; e mínima de vinte e quatro (24) e máxima de quarenta e oito (48) meses para o curso de Doutorado, admitindo-se, em caso de excepcionalidade, que a defesa nos cursos possa se dar em menor tempo, a critério da Coordenadoria do Programa; Dessa forma, o prazo do doutoramento foi alterado para fevereiro de 2019. Entretanto, no íterim do ano de 2017, a pesquisadora entrou de licença maternidade, ficando afastada das suas atividades acadêmicas no período de 11 de setembro de 2017 a 11 de janeiro de 2018, estendendo o seu prazo para conclusão do doutorado para julho de 2019. Devido a isto, a pesquisadora alterou o seu cronograma de pesquisa cadastrado no projeto aprovado pelo Comitê de Ética. Desta forma, foram modificadas as seguintes etapas do cronograma de pesquisa: 1. Transcrição da filmagem e análise dos dados (janeiro de 2018 a dezembro de 2018) 2. Escrita e apresentação da qualificação (julho de 2018 a dezembro de 2018) 3. Escrita e defesa da tese (dezembro de 2018 a julho de 2019). Saliento que todos os dados foram coletados conforme cronograma aprovado anteriormente."

#### Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Não houve alteração do desenho metodológico inicialmente proposto, portando os riscos e benefícios já foram avaliados em parecer anterior.

#### Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Justificam a extensão cronograma devido: "Dilação de prazo do curso de Pós-Graduação da Universidade Federal de Goiás, Instituto de Química.

Ao longo da pesquisa houve modificação no Regulamento do Programa de Pós-Graduação em Química, níveis mestrado e doutorado, do Instituto de Química da Universidade Federal de Goiás, onde a presente pesquisadora encontra-se devidamente matriculada. Conforme o novo Regulamento do Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal de Goiás, CEPEC n.1456, criado pelas Resoluções CONSUNI N. 04/1999 e N. 16/2013, entrando em vigor na data de 8 de março de 2017, com anuência do Reitor Prof. Orlando Afonso Valle do Amaral, modificando o prazo do curso de doutorado de 36 meses para 48 meses, conforme artigo 2, inciso VI. VI- duração mínima de dezoito (18) meses e máxima de vinte e quatro (24) meses para o curso de Mestrado; e mínima de vinte e quatro (24) e máxima de quarenta e oito (48) meses para o curso de Doutorado, admitindo-se, em caso de excepcionalidade, que a defesa nos cursos possa se dar em menor tempo, a critério da

**Endereço:** Alameda Flamboyant, Qd. K, Edifício K2 - Agência UFG de Inovação

**Bairro:** Campus Samambaia, UFG

**CEP:** 74.690-970

**UF:** GO

**Município:** GOIANIA

**Telefone:** (62)3521-1215

**Fax:** (62)3521-1163

**E-mail:** cep.prpi.ufg@gmail.com

Coordenadoria do Programa; Dessa forma, o prazo do doutoramento foi alterado para fevereiro de 2019. Entretanto, no íterim do ano de 2017, a pesquisadora entrou de licença maternidade, ficando afastada das suas atividades acadêmicas no período de 11 de setembro de 2017 a 11 de janeiro de 2018, estendendo o seu prazo para conclusão do doutorado para julho de 2019. Devido a isto, a pesquisadora alterou o seu cronograma de pesquisa cadastrado no projeto aprovado pelo Comitê de Ética.



Continuação do Parecer: 2.916.691

Desta forma, foram modificadas as seguintes etapas do cronograma de pesquisa: 1. Transcrição da filmagem e análise dos dados (janeiro de 2018 a dezembro de 2018) 2. Escrita e apresentação da qualificação (julho de 2018 a dezembro de 2018) 3. Escrita e defesa da tese (dezembro de 2018 a julho de 2019). Saliento que todos os dados foram coletados conforme cronograma aprovado anteriormente."

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Apresentam a justificativa para a solicitação da extensão do cronograma

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Após análise dos documentos postados somos favoráveis à aprovação da presente EMENDA que: solicita extensão do cronograma para julho de 2019.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Informamos que o Comitê de Ética em Pesquisa/CEP-UFG considera a presente EMENDA APROVADA. Reiteramos a importância deste Parecer Consubstanciado, e lembramos que a pesquisadora responsável deverá encaminhar ao CEP-UFG o Relatório Final baseado na conclusão do estudo e na incidência de publicações decorrentes deste, de acordo com o disposto na Resolução CNS n. 466/12. O prazo para entrega do Relatório é de até 30 dias após o encerramento da pesquisa, prevista para julho de 2019.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

TipoDocumento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
	PB_INFO RMAÇÃO ES_BASI CAS_120 9082_E1. pdf	29/08/2018 10:35:15		Aceito

**Endereço:** Alameda Flamboyant, Qd. K, Edifício K2 - Agência UFG de Inovação

**Bairro:** Campus Samambaia, UFG

**CEP:** 74.690-970

**UF:** GO

**Município:** GOIANIA

**Telefone:** (62)3521-1215

**Fax:** (62)3521-1163

**E-mail:** cep.prpi.ufg@gmail.com

		Folha de rosto (projeto Chelry).pdf	18/06/2015 10:31:25	Aceito
		PROJETO DE DOUTORADO DETALHADO CHELRY.doc	16/06/2015 11:41:16	Aceito

	TERMO DE ANUËNCIA DO DIRETOR DO COLÉGIO ESTADUAL SANTA LUZIA.pdf	14/06/2015 11:38:49		Aceito
	TERMO DE ANUËNCIA DA SECRETARIA DE EDUCAÇÃO.pdf	14/06/2015 11:38:27		Aceito
	TERMO DE COMPROMISSO DOS PESQUISADORES.pdf	14/06/2015 11:32:08		Aceito



UFG - UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE GOIÁS



Continuação do Parecer: 2.916.691

	ANEXO 2 (TCL E ETAL E) PROJETO CHELRY.doc	14/06/2015 11:26:44		Aceito
--	---	------------------------	--	--------

		ANE XO 1 (MO DEL O ATIV IDAD E) PRO JET O CHE LRY. doc	14/06/2015 11:23:00	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

GOIANIA, 25 de setembro de 2018

Assinado por: \_\_\_\_\_

**João Batista de Souza**  
**(Coordenador(a))**

## APÊNDICES

## APÊNDICE I- QUESTIONÁRIO

<b>Ministério da Educação</b> <b>Universidade Federal de Goiás</b> <b>Pró-reitoria de pesquisa e Pós-Graduação</b> <b>Comissão de Ética</b>	
--	---

<b>Identificação</b>	
<b>Nome (opcional):</b>	
<b>Série:</b>	<b>Turma:</b>

Esta atividade tem como objetivo coletar dados em relação ao uso do celular no dia-a-dia das pessoas para o desenvolvimento do Projeto de Pesquisa de Doutorado da Professora M<sup>a</sup>. Chelry Fernanda Alves de Jesus vinculada ao Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal de Goiás.

1) Você possui aparelho celular? Qual a marca e modelo? (Exemplo Motorola-Moto G 3<sup>o</sup> Geração; Samsung –Galaxi S6)

---



---



---



---

2) Você tem acesso à internet diariamente?

- ( ) sim, wi fi em casa      ( ) sim, wi fi em outros lugares  
 ( ) sim, internet operadoras de celular ( 3G, 4G)  
 ( ) não tenho acesso diariamente, só as vezes.

3) Você utiliza ou já utilizou algum aplicativo do celular para auxiliar nos seus estudos? Qual (is)?

---



---

---

---

4) Como você utiliza o seu celular no seu dia-a-dia?

	<b>Nunca usei</b>	<b>Muito pouco</b>	<b>Frequentemente</b>
<b>Atender e fazer ligações</b>			
<b>Whatsapp</b>			
<b>Tirar foto</b>			
<b>Ouvir música</b>			
<b>Redes Sociais (Facebook e Instagram)</b>			
<b>Acessar a internet (sites)</b>			
<b>Jogar</b>			
<b>Whastapp</b>			
<b>Assistir filmes, vídeos e tv</b>			

## APÊNDICE II - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS/CEUA



### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Este é um convite para participação de alunos do Colégio Estadual Santa Luzia na pesquisa **“Possibilidades didático-metodológicas presentes em aplicativos educacionais de dispositivos móveis no Ensino da Química: perspectiva histórico-cultural”**, que é coordenada pela doutoranda Chelry Fernanda Alves de Jesus sob a orientação da Prof.<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Nyuara Araújo da Silva Mesquita do Instituto de Química da Universidade Federal de Goiás. Este estudo está vinculado ao Programa de Doutorado em Química e ao Grupo de Pesquisa LEQUAL – Laboratório de Educação Química e Atividades Lúdicas da Universidade Federal de Goiás.

Após receber os esclarecimentos e as informações a seguir, no caso de aceitar que seu filho ou estudante sob sua responsabilidade faça parte do estudo, assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável. Em caso de recusa, você não será penalizado(a) de forma alguma. Em caso de dúvida sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato com o pesquisador responsável pelo e-mail [chelryquimica@yahoo.com.br](mailto:chelryquimica@yahoo.com.br) ou por telefones (62) 981640650 ou (62) 985338288. Em caso de dúvidas sobre os seus direitos como participante nesta pesquisa, você poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Goiás, pelo telefone: 3521-1215.

A pesquisa investigará o processo de ensino e aprendizagem de química a partir do uso de aplicativos de celulares ou tablets, sempre monitorados e acompanhados pelo pesquisador que é também professora de química. Durante a pesquisa o estudante poderá utilizar celular próprio com tecnologia compatível ou tablets fornecido pela pesquisadora (em casos de não tem celular próprio tentaremos providenciar empréstimos de tablets). As atividades serão filmadas e as entrevistas gravadas para análise das falas dos alunos durante o processo. Salienta-se que em nenhum momento serão utilizadas imagens dos participantes, pois as filmagens

serão usadas apenas para transcrição das falas observação de alguns comportamentos. Os dados coletados serão mantidos sob responsabilidade do pesquisador durante o período de 5 (cinco) e, após esse período, as atividades e as transcrições das entrevistas e filmagens serão picotados e enviados para a reciclagem e as filmagens e as entrevistas em áudio serão deletadas. Com isso, pretendemos manter o caráter científico, ético e profissional da referida pesquisa.

A pesquisa se desenvolverá no horário das aulas de Tópico de Química no período matutino e, caso seja necessário, no contra turno. Ressaltamos que pesquisa não apresenta prejuízos aos estudantes quanto ao desenvolvimento das suas atividades escolares regulares. Em relação aos riscos, a pesquisa pode trazer certo constrangimento aos participantes no caso das filmagens. No entanto, caso o estudante sinta-se constrangido em decorrência disso ou prejudicado de alguma forma, este ou seus pais ou os responsáveis poderão desistir de participar da pesquisa a qualquer momento sem qualquer constrangimento. Os resultados da pesquisa serão utilizados para publicação em livros, artigos científicos e eventos da área de ensino de química.

Não será efetuado nenhum tipo de remuneração durante ou após a aplicação da atividade e, se porventura, existirem eventuais danos aos participantes decorrentes do desenvolvimento da pesquisa estes serão indenizados pelos pesquisadores. A participação dos estudantes não trará a ele nenhum benefício direto, no entanto, as informações fornecidas poderão contribuir para as reflexões sobre a inserção do uso do celular especificamente no contexto das aulas de química.

Os dados fornecidos, bem como a identidade dos participantes não serão publicados ou expostos por qualquer razão sem o devido consentimento e serão mantidos em sigilo. Todos os procedimentos seguirão os princípios éticos observados na resolução n<sup>o</sup> 466, do CNS (Conselho Nacional de Saúde) que rege as pesquisas que envolvem seres humanos no país.

Goiânia, \_\_\_\_\_, de \_\_\_\_\_ de 2017.

---

Chelry Fernanda Alves de Jesus  
Doutoranda da UFG e Pesquisador responsável

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Nyuara Araújo da Silva Mesquita

Orientadora

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO DO  
RESPONSÁVEL PELO ADOLESCENTE**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
INSTITUTO DE QUÍMICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA



**Termo de Consentimento Livre e Esclarecido do Responsável pelo  
Adolescente.**

Eu(responsável)\_\_\_\_\_

\_\_\_ RG nº\_\_\_\_\_, CPF nº\_\_\_\_\_

abaixo assinado, concordo com a participação do  
adolescente\_\_\_\_\_ na

pesquisa **“Possibilidades didático-metodológicas presentes em  
aplicativos educacionais de dispositivos móveis no Ensino da Química:  
perspectiva histórico-cultural”**. Fui devidamente informado(a) e  
esclarecido(a) pelo pesquisador sobre a pesquisa, os procedimentos nela  
envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes da  
participação dos adolescentes. Foi-me garantido que posso retirar meu  
consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade ou  
interrupção das atividades da escola, ou a qualquer tipo de constrangimento.

Aparecida de Goiânia, \_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2017.

Nome do responsável:\_\_\_\_\_

Assinatura:\_\_\_\_\_

**TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE) AO ESTUDANTE**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
INSTITUTO DE QUÍMICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA



**Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) ao estudante**

Eu, \_\_\_\_\_, estudante do Colégio Estadual Santa Luzia, declaro que compreendi os objetivos desta pesquisa, como ela será realizada, os riscos e benefícios envolvidos e concordo em participar voluntariamente da pesquisa **“Possibilidades didático-metodológicas presentes em aplicativos educacionais de dispositivos móveis no Ensino da Química: perspectiva histórico-cultural”** desde que um dos meus responsáveis autorize minha participação. Foi-me garantido que posso desistir de participar a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade ou constrangimento e prejuízo ao desenvolvimento das minhas atividades escolares regulares.

Aparecida de Goiânia, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2017.

Assinatura do

estudante: \_\_\_\_\_

**APÊNDICE III- ATIVIDADE 1**

Nome\*: \_\_\_\_\_

O que é estado sólido, estado líquido e estado gasoso?

Sólido	
Líquido	
Gasoso	

\*Não é obrigatório identificar-se.

## APÊNDICE IV– ATIVIDADE 2

Nome\*: \_\_\_\_\_

O que é estado sólido, estado líquido e estado gasoso?

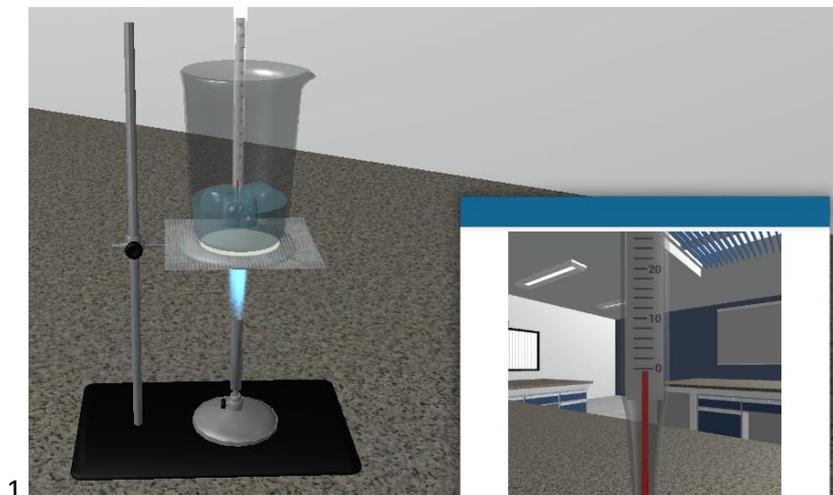
Sólido	
Líquido	
Gasoso	

\*Não é obrigatório identificar-se.

### APÊNDICE V– ATIVIDADE 3

Aluno\*(a): \_\_\_\_\_

Explique os fenômenos abaixo:




---



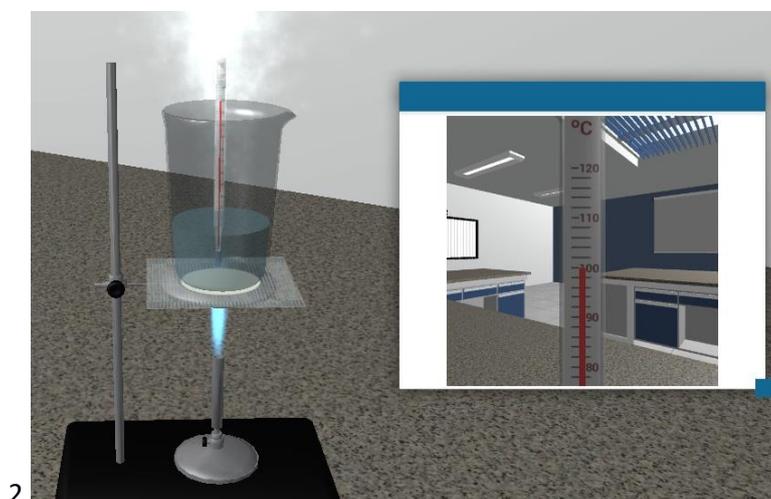
---



---



---




---



---



---



---

\*Não é obrigatório identificar-se.

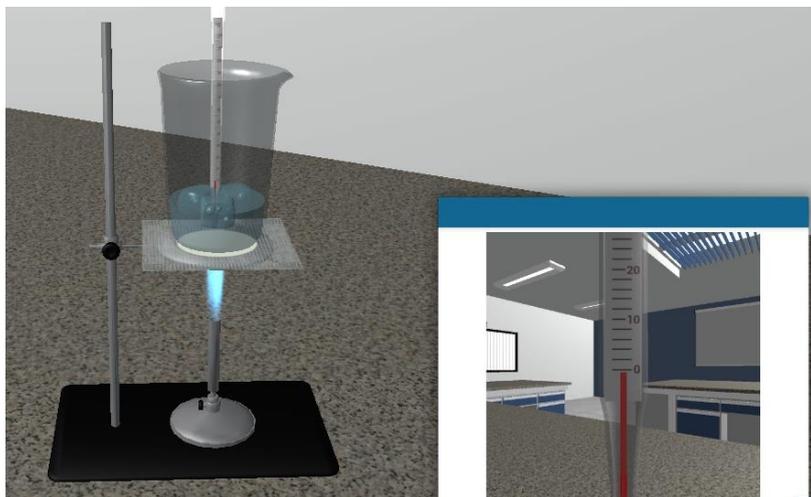
## APÊNDICE VI- ATIVIDADE 4

Aluno\*(a): \_\_\_\_\_

Os fenômenos representados nas imagens estão relacionados com quais palavras? (Pode usar o número correspondente da palavra para indicar as palavras, ao invés de escrevê-las, e também acrescentar palavras que não estão na tabela)

Número	Palavras	Número	Palavras
1	Temperatura	17	Energia cinética
2	Líquido	18	Agitação
3	Sólido	19	Interação intermolecular
4	Gasoso	20	Altitude
5	Vapor	21	Transferência de energia
6	Gás	22	Transformação de estado
7	Água	23	Evaporação
8	Gelo	24	Fusão
9	Pressão atmosférica	25	Ebulição
10	Pressão vapor de líquido	26	Superfície líquido
11	Força	27	Ganho de calor
12	Área	28	Perda de calor
13	Calor	29	Endotérmico
14	Energia térmica	30	Exotérmico
15	Fogo	31	Espaço intermolecular aumentando
16	Quente	32	Moléculas de água

1.




---



---



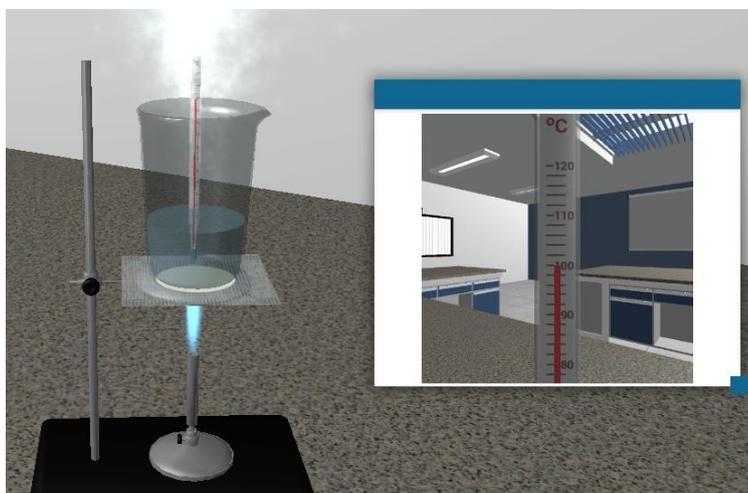
---



---



---



2.

---

---

---

---

\*Não é obrigatório identificar-se