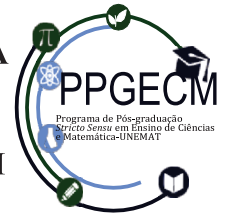




**GOVERNO DO ESTADO DE MATO GROSSO  
SECRETARIA DE ESTADO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO  
PRÓ -REITORIA DE PESQUISA E PÓS -GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS -GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM  
ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA – PPGECM**



**FABIO CAIRES DE OLIVEIRA**

**APLICATIVO QUILEGAL: UMA OPÇÃO PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS  
NATURAIS**

**Barra do Bugres/MT  
2017**

**FABIO CAIRES DE OLIVEIRA**

**APLICATIVO QUILEGAL: UMA OPÇÃO PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS  
NATURAIS**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação *Stricto Sensu* em Ensino de Ciências e Matemática – PPGECM, da Universidade do Estado de Mato Grosso, para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientador: Prof. Dr. José Wilson P. Carvalho.  
Coorientador: Prof. Dr. Fernando Selleri Silva

**Barra do Bugres/MT  
2017**

Dados Internacionais de Catalogação na publicação (CIP)  
Elaborada por Sandra Monteiro de Barros CRB 1/2375

O48a Oliveira, Fábio Caires de  
Aplicativo QuiLegAl: uma opção para o ensino de Ciências Naturais /  
Fábio Caires de Oliveira. – Barra do Bugres: [s.n], 2017.  
158 fl.; il.

Orientadora: Prof. José Wilson Pires Carvalho

Coorientador: Prof. Fernando Selleri Silva

Dissertação (mestrado) - Universidade do Estado de Mato Grosso-  
UNEMAT. Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ensino de Ciências e  
Matemática - PPGECM. Barra do Bugres-MT, 2017.

1. Ensino de ciências. 2. Aplicativos. 3. Recurso educacional aberto. 4.  
Ligações químicas. 5. QuiLegAl.

CDU – 371.3:5

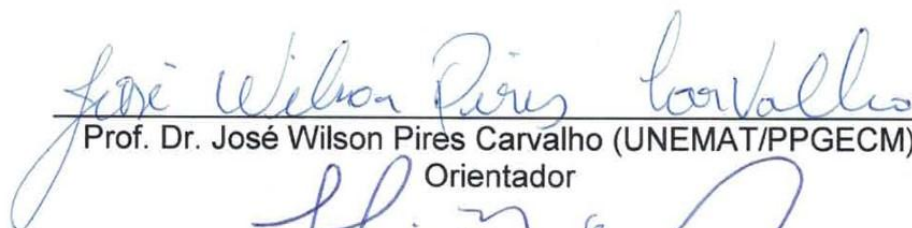
FÁBIO CAIRES DE OLIVEIRA

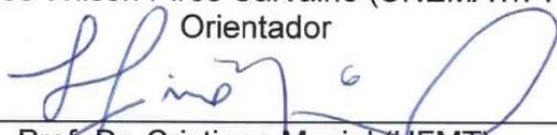
## APLICATIVO QUILEGAL: UMA OPÇÃO PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS

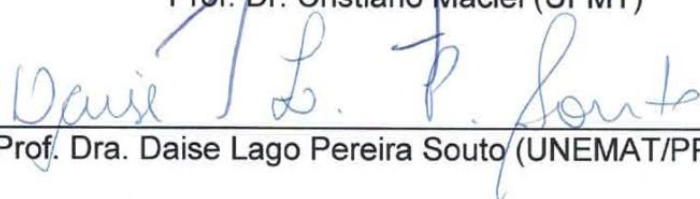
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ensino de Ciências e Matemática – PPGECM - da Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT, *Campus* Univ. Dep. Est. Renê Barbour – Barra do Bugres, como requisito obrigatório para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Aprovado em: 14 de julho de 2017.

### BANCA EXAMINADORA

  
Prof. Dr. José Wilson Pires Carvalho (UNEMAT/PPGECM)  
Orientador

  
Prof. Dr. Cristiano Maciel (UFMT)

  
Prof. Dra. Daise Lago Pereira Souto (UNEMAT/PPGECM)

*“Ensinar com as novas mídias será uma revolução, se mudarmos simultaneamente os paradigmas convencionais do ensino, que mantêm distantes professores e alunos. Caso contrário conseguiremos dar um verniz de modernidade, sem mexer no essencial” (JOSÉ MORAN).*

## AGRADECIMENTO

O desenvolvimento do presente trabalho não seria possível sem o apoio de diversas pessoas que me auxiliaram nessa caminhada. Assim agradeço primeiramente a Deus pela oportunidade de compartilhar experiências profissionais e pessoais únicas ao longo dessa trajetória.

Agradeço a minha família. Aos meus pais, Álvaro e Lucelena, que apesar do pouco estudo sempre me incentivaram e deram-me o suporte necessário para prosseguir nos estudos e alcançar os meus objetivos. Assim como meu irmão Flávio pelo apoio e incentivo. Também não poderia deixar de agradecer a minha esposa Gisele Carvalho pelo companheirismo, amor, apoio e contribuições nessa árdua jornada.

Agradeço o apoio, a amizade e orientação do Prof. Dr. José Wilson Pires Carvalho, pelo exemplo de profissional, simplicidade e humildade, o qual, diante dos desafios apresentados, me transmitiu tranquilidade, confiança e me apontou caminhos. Assim, aprendemos juntos, pois “Quem ensina aprende ao ensinar. E quem aprende ensina ao aprender” (FREIRE, 1997, p.23). Do mesmo modo, ao finalizar tal pesquisa, levo comigo muito mais do que um título, mas amizades e o respeito que aqui plantei.

Todavia, não poderia faltar um agradecimento especial aos membros da equipe interdisciplinar de construção do QuiLegAl, a qual é composta pelos discentes do curso de Ciências da Computação: Cosme da Silva Lorim, Leonardo Elias Alves, Magaywer Moreira de Paiva. Assim como estendo esse agradecimento ao prof. Dr. Fernando Selleri coorientador da presente dissertação, a prof. Ma Judith Abi Rached Cruz pela colaboração e correção do texto utilizado no aplicativo e ao João Milani Júnior pelas contribuições no campo da computação. A todos vocês meu sincero agradecimento pelo apoio e confiança depositada na ideia.

Aos Professores do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ensino de Ciências e Matemática pelo companheirismo e discussões acadêmicas propostas que, de certo modo, ampliaram e enriqueceram a minha formação profissional e pessoal. Bem como aos mestrandos: Jaime, Maurivan, Cicero, Welvlesley, Rejane, Adenilse e Vera integrantes da primeira turma do PPGECM 2015/2, que diante de todas as incertezas, angústias vivenciadas

nesse período têm levado adiante o propósito de contribuir para a melhoria da Educação voltada ao Ensino de Ciências e Matemática.

À professora Dr. Daise L. P. Souto pelas discussões propostas na disciplina de Tecnologias Digitais no ensino de Ciências e Matemática, as quais foram fundamentais para o amadurecimento da ideia inicial e a construção de diferentes olhares sobre as tecnologias digitais (TD) e sua aplicação na educação. Estende-se o agradecimento a prof<sup>a</sup>. Esp. Guionora Silvania Viegas e a prof<sup>a</sup>. Ma. Arlete Tavares pela atenção e contribuições realizadas no campo da linguagem ao finalizar esse trabalho.

OLIVEIRA, F. C. **Aplicativo QuiLegAl: uma opção para o ensino de Ciências Naturais.** Barra do Bugres, 2017. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT, 2017.

## RESUMO

As tecnologias digitais móveis e seus aplicativos têm influenciado os modos de acesso, produção e compartilhamento de informação e conhecimento na sociedade contemporânea. Nessa perspectiva o presente estudo tem como objetivo investigar as potencialidades e limitações do aplicativo QuiLegAl, o qual foi desenvolvido no decorrer dessa pesquisa visando atender às especificidades do ensino de Ciências, em especial conteúdos explorados no nono ano do Ensino Fundamental. A realização dessa pesquisa partiu de uma necessidade proveniente da escassez de recursos didáticos e tecnológicos voltados ao ensino de temas/conteúdos apontados pelos docentes que atuam no ensino de Ciências como de difícil assimilação e/ou abordagem, tanto do ponto de vista do ensino, quanto da aprendizagem dos estudantes nessa fase de escolarização. Assim, com base no estudo prévio dessa questão e na literatura da área, propôs-se o desenvolvimento do presente aplicativo como uma opção para o ensino de Ciências Naturais, em especial aos conteúdos de ligações químicas, equações químicas e suas representações, o qual passou por um processo de avaliação considerando os participantes desse estudo. A pesquisa realizada caracteriza-se como participante e experimental, além de tratar-se de uma pesquisa exploratória, pois tem como objeto de estudo um aplicativo, que é um assunto ainda pouco conhecido e/ou explorado no ensino de Ciências. Como procedimento de pesquisa adotou-se o experimento de ensino, tendo como instrumentos de produção de dados: dois questionários (diagnóstico e avaliativo), entrevistas, *screencast* (registro audiovisual) e diário de campo, estes instrumentos deram suporte à abordagem qualitativa na análise dos dados. O aplicativo QuiLegAl, construído durante essa pesquisa, apresenta os seguintes componentes: Interface de Apresentação, Menu Principal dividido em quatro tópicos: Elementos químicos e ligações químicas; Substâncias químicas e suas representações; Equações e reações químicas e o Construtor Livre. Os resultados da pesquisa sugerem que o aplicativo apresenta potencialidades relacionadas à capacidade de integrar e explorar diferentes recursos interativos, sonoros, textuais e visuais (imagens, vídeos, animações) envolvendo os conteúdos supracitados, o que pode auxiliar o processo do ensino de Ciências, visto que a utilização de diferentes recursos pode favorecer a participação e o interesse dos estudantes nas atividades propostas, assim como colaborar para a compreensão dos temas explorados. Quanto às limitações, essas apoiam-se em alguns aspectos técnicos, entre eles a acessibilidade, ou seja, a capacidade para atender estudantes com necessidades especiais, adaptações quanto a tamanho de fontes e imagens considerando os dispositivos a serem utilizados. Por fim, os docentes ainda destacaram que o QuiLegAl pode contribuir não apenas para a aprendizagem dos estudantes, mas sobretudo para a formação continuada do docente que atua no ensino de Ciências, dada a sua dupla capacidade de representar estruturas químicas diversas e emitir *feedback*, bem como as possibilidades de autonomia de representação do conhecimento químico criadas pelo Construtor Livre. Tais aspectos apresentados pelos resultados demonstram a viabilidade e o potencial educativo do QuiLegAl enquanto uma opção para o ensino de Ciências e/ou Química.

**Palavras-chave:** Ensino de Ciências. Aplicativos. Recurso Educacional Aberto. Ligações Químicas. QuiLegAl.



OLIVEIRA, F. C. **QuiLegAl application: a option for the teaching of natural Sciences.** Barra do Bugres, 2017. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós- Graduação *Stricto Sensu* em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT, 2017.

## ABSTRACT

Mobile digital technologies and their applications have influenced the modes of access, production and sharing of information and knowledge in contemporary society. From this perspective the present study aims to investigate the potentialities and limitations of the QuiLegAl application, what was developed during the realization of this study aiming to attend to the specificities of the teaching of Sciences, especially contents explored in the ninth year of Elementary School. This study was based on a need arising from the lack of didactic and technological resources aimed at the teaching of subjects/contents pointed out by the teachers who act in the teaching of Sciences as difficult to assimilate and / or approach, a from the point of view of teaching, learning in this stage of schooling. Thus, based on the previous study of these problems and in the literature of the area, it was proposed the development of the present application as an option for the teaching of Natural Sciences, especially to the contents of chemical bonds, chemical equations and their representations, which passed by an evaluation process considering the participants of this study. The research is characterized as a participatory and experimental research, in addition to being an exploratory research, because it has as object of study is an application, which is a subject still little known and explored in the teaching of Sciences. As a research procedure, the teaching experiment was adopted, having as data production tools: two questionnaires (diagnostic and evaluative), interviews, screencast (audiovisual record) and field diary, both instruments supported the qualitative approach in the analysis of the data. The QuiLegAl application built during this research has the following components: Presentation interface, Main Menu divided into four topics: Chemical elements and chemical bonds; Chemical substances and their representations; Equations and chemical reactions and the Free Builder. The results of the research suggest that the application has potentialities related to the ability to integrate and explore different interactive, sonorous, textual and visual resources (images, videos and animations) involving the aforementioned contents, which may aid the teaching of Science. Since the use of different resources can favor the participation and the interest of the students in the proposed activities, as well as collaborate to the understanding of the explored subjects. As for the limitations, these are based on some technical aspects, among them the accessibility, that is, the capacity to attend students with special needs, adaptations as to the size of sources and images considering the devices to be used. Finally, teachers also emphasized that QuiLegAl can contribute not only to students' learning, but also to the continuing education of teachers in science teaching, given their dual ability to represent diverse chemical structures and to provide feedback as well as the possibilities of autonomy of representation of the chemical knowledge created by the Free Builder. These aspects presented by the results demonstrate the viability and educational potential of QuiLegAl as an option for the teaching of Science and/or Chemistry.

**Keywords:** Science Teaching. Applications. Educational Resource Open. Chemical Bonds. QuiLegAl.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Modelo organizacional do experimento de ensino com tecnologia.....	58
Figura 2: Perspectiva Superior da sala de aula na qual ocorreu o experimento de ensino.....	70
Figura 3. Interface de apresentação do aplicativo QuiLegAl .....	83
Figura 4. Menu Principal do QuiLegAl.....	84
Figura 5. Apresentação do QuiLegAl 01 .....	84
Figura 6. Ligações químicas (Tela 3) .....	85
Figura 7. Atividades interativas envolvendo as ligações (Tela 4).....	86
Figura 8. QuiLegAl Revisão (Tela 5).....	87
Figura 9. Introdução às substâncias químicas (Tela 1).....	88
Figura 10. Reação de combustão do etanol (Tela 2) .....	88
Figura 11. Tipos de substâncias (Tela 3).....	89
Figura 12. Construtor de moléculas QuiLegAl (Tela 4).....	90
Figura 13. Introdução às equações químicas (Tela 1) .....	92
Figura 14. Atividades interativas envolvendo equações (Tela 2).....	92
Figura 15. Animação de formação da molécula de água (Tela 3).....	93
Figura 16. Quadro interativo (Tela 4).....	93
Figura 17. A química do bolo (Tela 5) .....	94
Figura 18. Hora de aprender brincando (Tela 6) .....	95
Figura 19. Construtor Livre do QuiLegAl.....	95
Figura 20. Aspectos avaliados quanto a dimensão técnica.....	98
Figura 21. Principais aspectos da dimensão didático-pedagógica.....	105
Figura 22. Aspectos que compõe a dimensão química.....	111
Figura 23. Representando a molécula de etino.....	124
Figura 24. <i>Screencast</i> : primeira representação.....	125
Figura 25. <i>Screencast</i> : segunda representação.....	126
Figura 26. Representação final da molécula do etino.....	126

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1.</b> Conteúdos apontados pelos docentes como maiores obstáculos de aprendizagem dos alunos. ....	73
<b>Gráfico 2.</b> Conteúdos apontados pelos docentes como maiores obstáculos no que diz respeito ao ensino. ....	74
<b>Gráfico 3.</b> Possíveis questões que poderiam facilitar a abordagem e a compreensão dos temas apontados pelos docentes.....	75
<b>Gráfico 4.</b> Percepções quanto à aplicação de um recurso educacional digital nas aulas de Ciências. ....	76
<b>Gráfico 5.</b> Representativo da utilização e/ou não de recursos educacionais digitais no ensino de conteúdos apontados no gráfico 1 e 2.....	76
<b>Gráfico 6.</b> Características que um recurso didático deve apresentar ao abordar os conteúdos indicados pelos docentes. ....	77

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Requisitos didático-pedagógicos.....	79
Tabela 2. Requisitos Funcionais.....	80
Tabela 3. Requisitos Não-Funcionais.....	81

## LISTA DE SIGLAS

<b>LABEC</b>	Laboratório de Ensino de Ciências
<b>UEM</b>	Universidade Estadual de Maringá
<b>SEDUCMT</b>	Secretaria de Estado da Educação de Mato Grosso
<b>CEFAPRO</b>	Centro de Formação e Atualização dos Profissionais da Educação
<b>PIBID</b>	Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência
<b>UNEMAT</b>	Universidade do Estado de Mato Grosso
<b>PPGECM</b>	Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ensino de Ciências e Matemática
<b>OA</b>	Objetos de Aprendizagem
<b>OE</b>	Objetos Educacionais
<b>REA</b>	Recursos Educacionais Abertos
<b>IEEE</b>	<i>Institute of Electrical and Electronic Engineers</i>
<b>App</b>	Aplicativo
<b>RIVED</b>	Rede Interativa Virtual da Educação
<b>BIOE</b>	Banco Internacional de Objetos Educacionais
<b>LabVirt</b>	Laboratório Didático Virtual
<b>LAPEQ</b>	Laboratório de Pesquisa em Ensino de Química e Tecnologias Educacionais
<b>UNICAMP</b>	Universidade Estadual de Campinas
<b>SEEDPR</b>	Secretaria do Estado de Educação do Paraná
<b>PDA</b>	<i>Personal Digital Assistant</i>
<b>MEC</b>	Ministério da Educação
<b>TDMSF</b>	Tecnologias Digitais Móveis Sem Fio
<b>CAPES</b>	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
<b>UFMT</b>	Universidade Federal de Mato Grosso
<b>PPGE</b>	\Programa de Pós-Graduação em Educação
<b>IC</b>	Instituto de Computação

## SUMÁRIO

VIVÊNCIAS DO PESQUISADOR .....	XV
INTRODUÇÃO.....	18
Estrutura de organização do estudo.....	24
1. REFERENCIALTEÓRICO.....	26
1.1 O ensino de Ciências .....	26
1.2 Tecnologias digitais no ensino de Ciências .....	28
1.3 Objetos de Aprendizagem,Objetos Educacionais e Recursos Educacionais Abertos .....	33
1.4 A visualização no ensino de Ciências e/ou Química.....	41
1.4.1 Imagens.....	42
1.4.2 Animações e Simulações .....	43
1.4.3 Vídeos.....	44
1.5 A ludicidade no ensino de Ciências e Química .....	45
1.5.1 Motivação .....	47
1.5.2. Jogos digitais e brincadeiras: principais características e funções .....	49
1.6 O estudante do século XXI.....	50
1.7 Formação Docente e tecnologias digitias .....	51
2. ASPECTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA.....	54
2.1 Delineamento da Pesquisa .....	54
2.2 Experimentos de ensino.....	57
2.3 Sujeitos da Pesquisa .....	58
2.4 Instrumentos e metodologia de análise dos dados.....	59
2.5 Caminhos percorridos na construção do QuiLegal.....	63
2.5.1 Etapa 01: Identificação dos conteúdos e requisitos do aplicativo .....	63
2.5.2 Etapa 02: Levantamento de OE e aplicativos softwares educacionais disponíveis em repositórios e lojas virtuais .....	64
2.5.3 Etapa 03: Construção do Aplicativo .....	66
2.5.4 Etapa 04: Construção do questionário avaliativo .....	69
2.5.5 Etapa 05: Coleta de dados e Avaliação do Aplicativo.....	69
3. RESULTADOS e DISCUSSÕES .....	72
3.1 Caminhos percorridos .....	72
3.2 Levantamento de requisitos: questionário diagnóstico.....	72
3.3 Conhecendo o aplicativo QuiLegal .....	82
3.4 ANÁLISES DOS DADOS .....	97
3.4.1 QuiLegal: o que revela a avaliação dos docentes.....	97
3.4.1.2 QuiLegal como fornecedor de resultados e reorganizador do pensamento.....	116

3.4.1.3 QuiLegAI como motivador da aprendizagem e saberes químicos .....	120
3.4.1.4 QuiLegAI como parceiro na formação continuada dos professores.....	123
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	130
5. REFERÊNCIAS .....	134
6. ANEXOS.....	145
7. APÊNDICE.....	146

## VIVÊNCIAS DO PESQUISADOR

*“Muitos valorizam suas vitórias, seus feitos,  
mas desconhecem suas lutas, seus tropeços”  
(Fabio Caires de Oliveira).*

A trajetória de vida de cada um é marcada por fatos, escolhas, oportunidades, sonhos, decepções e tantos outros fatores que podem interferir e ao mesmo tempo delinear diferentes caminhos. No que se refere à minha trajetória acadêmica recordo-me aqui de algumas vivências, experiências que me influenciaram nesse percurso de escolha pela carreira docente. Enquanto estudante de escola pública vivenciei momentos decisivos na UEM, no curso de Ciências Naturais, no qual ingressei em 2005, lá tive grandes mestres que me ensinaram muito mais do que conhecimentos científicos. Sobretudo, deram-me exemplos do que é tornar-se professor, ou constituir-se como tal, com atitudes que motivaram-me seguir a carreira docente.

Nessa mesma época conheci a pedagogia histórico-crítica de Demerval Saviani através das aulas de didática, uma corrente forte dentro da universidade, suas ideias permeavam as discussões ao longo do curso, as obras de João Luiz Gasparim professor da UEM também tiveram influência na minha formação. Talvez a criticidade do que se ensina, o repensar a prática docente tenha seus reflexos derivados da época da universidade, é certo que a profissão docente ainda carece da valorização que merece, no entanto acredito que educação ainda é o caminho para a construção de uma sociedade mais justa, com a formação de cidadãos críticos do papel que desempenham nos mais diversos segmentos sociais.

Ao longo da formação acadêmica vivenciei experiências em projetos de Monitoria acadêmica e extensão, entre eles o LABEC, campus regional de Goioerê-PR, o qual me despertou a atenção e o interesse pela ciência, lá, tínhamos à disposição dos professores os mais diversos recursos didáticos, *kits* de experimentação voltados a diversos temas e áreas, bem como alguns recursos tecnológicos capazes de auxiliar o ensino.

Em meados de 2009 ocorreu meu ingresso na carreira docente em uma turma do Ensino Fundamental, em uma escola pública do Paraná. Nessa época vivenciei experiências de ensino em Ciências e Matemática, em um curto período de tempo, mas extremamente valioso para a formação profissional. No ano seguinte, após aprovação no concurso da Secretaria de Estado da Educação - SEDUC-MT estava diante de um dilema: tomar posse no concurso ou ficar perto da família? A escolha não foi fácil, todavia, a opção por aventurar-se no Mato Grosso, trocar o frio pelo calor e trilhar novos caminhos, sonhos profissionais e pessoais era a trajetória a ser seguida, pois não me acomodei com a vida, nem com a

educação, ainda vejo a escola como um espaço capaz de gerar mudanças, construir novas oportunidades e conhecimentos, sem perder a esperança de que, de acordo com nossas possibilidades, podemos fazer a diferença.

Todavia, a realidade da escola pública de Mato Grosso colocou-me diante de desafios profissionais, esses por sua vez fizeram-me refletir sobre a prática docente, sobre o trabalho com tecnologias digitais. Nesse contexto, questões teóricas e metodológicas me desafiavam a buscar novas leituras, formação continuada e permanente (até então escassa na rede pública de ensino) que me desse respaldo para lidar com a realidade da escola atual. Percebe-se que a utilização de diferentes TD para fins pedagógicos também tem desafiado os Centros de Formação e Atualização dos Profissionais da Educação (CEFAPRO) a atender as inúmeras demandas formativas, com o propósito de proporcionar aos docentes uma formação constante capaz de discutir, avaliar e planejar o desenvolvimento de práticas educacionais com tecnologias digitais voltadas ao ensino na educação básica.

Contudo, o lado bom de ser professor de Ciências Naturais é ter a possibilidade de trabalhar com quatro áreas ou mais ao mesmo tempo, Biologia, Química, Física e Matemática visto que a base para compreensão da Física relaciona-se ao domínio de conhecimentos matemáticos básicos, apesar disso sentia falta dessa aproximação, do trabalho interdisciplinar e conseqüentemente maior integração entre as áreas. Por outro lado, realizar essa abordagem interdisciplinar não é uma tarefa fácil, pois esbarra nas limitações da nossa formação inicial e continuada. Todavia é necessária, uma vez que a construção do conhecimento e a compreensão da nossa realidade requer a união de esforços das diversas áreas.

Em 2013 senti a necessidade de voltar a estudar, agora uma segunda licenciatura, em Química, tal escolha se deve ao fato de gostar da área e ao mesmo tempo ser uma necessidade de formação para trabalhar com meus estudantes uma abordagem de conceitos químicos básicos ainda no ensino fundamental, bem como conhecer novas práticas, metodologias e recursos voltados ao ensino. As experiências vivenciadas no curso de Química trouxeram novas possibilidades para a minha formação, principalmente as vivências no PIBID de Química/UNEMAT, do qual eu era um dos bolsistas.

Nessa caminhada, tenho percebido que a experiência profissional vem com o dia a dia da sala de aula, de leituras, da interação entre os pares e o meio, dos diferentes pontos de vista, da busca constante por novos conhecimentos que deem suporte à prática docente.

Conhecimentos esses, necessários para lidar com as mais diferentes questões que envolvem o ensino e a aprendizagem, assim como as tecnologias digitais cada vez mais presentes no contexto escolar. Nesse cenário minhas indagações só cresciam, já tinha



vivenciado algumas experiências em sala de aula com dispositivos móveis no ensino de Física, algumas experiências no ensino de Ciências e/ou Química. Mas ainda me faltava conhecimento didático-metodológico para pensar estratégias de ensino com tais recursos, assim como conhecer outros recursos que pudesse auxiliar a prática docente, em especial que atendesse aos conteúdos de Química apresentados aos estudantes ainda no Ensino Fundamental.

Assim, aprofundei minhas leituras, esperando a possibilidade de fazer um mestrado acadêmico, até então inexistente na nossa região. Em meados de 2015 surgiu a oportunidade de concorrer a umas das vagas do PPGECM, sendo uma das linhas de pesquisa Tecnologias Digitais no Ensino de Ciências e Matemática, justamente o enfoque de estudo que eu almejava, agora mais do que um sonho, tinha a meu alcance a possibilidade de suprir uma necessidade de formação profissional e pessoal.

Em meados do mês de agosto de 2015 ingressei no mestrado com uma proposta para o ensino de Ciências Naturais, o qual tinha como pano de fundo o desenvolvimento de um recurso digital que pudesse auxiliar o professor no processo de ensino de Ciências, em especial conteúdos voltados à Química abordados inicialmente no Ensino Fundamental. Era o marco inicial para uma nova etapa da vida profissional, o mestrado acadêmico.

## INTRODUÇÃO

Independentemente do nível de ensino em que se atua, é constante a queixa acerca das dificuldades encontradas pelos educadores no que se refere a despertar o interesse dos estudantes ao ensinar os conteúdos curriculares, em especial os que envolvem maior complexidade de compreensão no ensino de Ciências, devido aos aspectos microscópicos e/ou atômicos envolvidos (POZO; CRESPO, 2009). Santos (2010) traz um estado da arte no ensino de Ciências e ao analisar os focos temáticos dessa área aponta que as principais tendências encontradas estão relacionadas ao processo de ensino/aprendizagem e seus recursos. Com destaque para os materiais didáticos voltados à utilização do audiovisual, segundo o autor a produção científica da área investigada revela um crescente interesse dos pesquisadores em incluir recursos alternativos capazes de auxiliar o processo de ensino em Ciências.

Se, por um lado, as pesquisas voltadas à utilização de novos recursos digitais no ensino de Ciências têm motivado os pesquisadores a construir novas propostas que auxiliem o processo de ensino, por outro lado não basta apenas utilizá-los, é preciso repensar a própria prática que se tem desenvolvido no ambiente escolar. Os métodos tradicionais de ensino baseados na transmissão de conteúdos, sem o envolvimento e a participação ativa dos estudantes, têm contribuído pouco para a mudança desse cenário educacional. Assim, é preciso reconhecer o potencial dos recursos digitais (vídeos, imagens, animações, sons, simulações, *softwares etc.*) no contexto de ensino como forma de auxiliar o processo de construção do conhecimento, bem como despertar o interesse e a motivação dos estudantes, visto que essa última é um dos fatores que podem influenciar a aprendizagem (POZO; CRESPO, 2009; SOARES, 2015).

No cenário da escola contemporânea, destaca-se a diversidade de aplicações que a tecnologia digital tem proporcionado a diversos setores da sociedade, inclusive no campo educacional, o qual tem atraído a atenção de diversos pesquisadores que se dedicam ao estudo e à aplicação das tecnologias digitais em prol dos processos de ensino e de aprendizagem (TAROUCO et al., 2014). As atuais demandas da sociedade e a velocidade com que as transformações ocorrem têm modificado as formas de produzir e compartilhar conhecimentos, assim como tem ampliado as possibilidades de atualização e construção de novos conhecimentos ao longo do processo de ensino. O que não se restringe apenas ao fato de os estudantes operarem novas tecnologias para fins educativos, mas prepará-los para o mercado de trabalho (LEITE, 2011). A grande questão que emerge dessa discussão não está somente

“[...] na mudança do ensino tradicional para os mediatizados por tecnologias, mas na transição de uma educação e uma formação estritamente institucionalizada para uma situação de troca de saberes” (LÉVY, 1999, p. 34).

Todavia, destaca-se o potencial das tecnologias digitais e as possibilidades de serem discutidas e incorporadas às práticas didático-pedagógicas do professor como forma de contribuir para a construção do conhecimento científico de forma dinâmica, interativa e contextualizada, possibilitando a formação cidadã. As TD são uma realidade na sociedade atual e têm provocado mudanças “[...] em nosso modo de pensar, sentir, agir, de nos relacionarmos socialmente e adquirirmos conhecimentos. Criam uma nova cultura e um novo modelo de sociedade” (KENSKI, 2004, p. 23).

O acesso a essas tecnologias digitais pode trazer novas possibilidades para o ensino de diferentes áreas, o que pode contribuir no sentido de superar as formas de abordagem e ensino dos conteúdos, visto que esses muitas vezes são apresentados de maneira estática, descontextualizada, tendo como base práticas metodológicas que não atendem as demandas atuais. “Essas tecnologias, tão habilmente manuseadas pelos nativos digitais<sup>1</sup>, não podem e não devem ser ignoradas por aqueles que elaboram estratégias de ensino”. (PAULETTI, 2013, p. 35).

Do mesmo modo, é preciso romper com a visão de que os dispositivos móveis são um problema no contexto escolar, ao que parece não são os dispositivos o real problema, mas a compreensão de que o homem transita culturalmente “mediado pelas tecnologias que lhe são contemporâneas. Elas transformam suas maneiras de pensar, sentir e agir. Mudam também suas formas de se comunicar e de adquirir conhecimento” (KENSKI, 2012, p. 21). Assim, parece conveniente pensar e construir novas abordagens de ensino mediado com tais TD no ambiente escolar ao invés de proibir ou negar sua existência.

O desenvolvimento de aplicativos para o ensino de Ciências ainda é escasso, no entanto compreende-se que explorá-los requer, além de um bom recurso, compreensão, domínio teórico e metodológico do professor ao propor e desenvolver atividades de ensino mediadas por tais tecnologias digitais (*softwares*, aplicativos, simuladores). Tais aspectos demandam uma formação continuada consistente ao longo da vida, que possa auxiliar o docente a conhecer, experimentar e aprimorar experiências de ensino que proporcionem a

---

<sup>1</sup> Marc Prensky foi um dos primeiros pesquisadores em 2001 a introduzir os conceitos de imigrantes digitais e nativos digitais, segundo esse autor os imigrantes digitais são aqueles que falam e até utilizam a linguagem digital, mas com certa dificuldade em compreender e expressar-se digitalmente. Enquanto os nativos são os jovens que nasceram com as tecnologias digitais e são fluentes na linguagem digital dos jogos, computadores e internet.

construção de novos saberes científicos associados ao desenvolvimento de práticas pedagógicas com os mais diversos recursos, inclusive os digitais.

Ora, se a questão central é a utilização desses recursos digitais, por que desenvolver e avaliar recursos dessa natureza? A resposta a esse questionamento encontra respaldo em alguns estudos que tecem críticas ao desenvolvimento de uma centena de recursos digitais, os quais foram em muitos casos produzidos sem levar em consideração as reais necessidades educacionais e acabaram abandonados em repositórios digitais, muitos sequer foram explorados no contexto escolar, ou mesmo chegaram às mãos de estudantes e professores (GAMBOA, 2007; OLIVEIRA; SOUTO; CARVALHO, 2017).

Não considerar as reais necessidades dos professores nessa árdua tarefa de ensinar, de mediar a construção de conhecimentos, parece ser um dos principais problemas enfrentados na atualidade quando se fala em desenvolvimento de recursos educacionais abertos voltados ao processo de ensino e aprendizagem.

Se por um lado defende-se a importância das tecnologias digitais no processo de ensino, por outro, pode-se observar as inúmeras discussões que envolvem sua utilização. No que se refere ao ensino de Ciências, em especial no Ensino Fundamental, as pesquisas (e.g. POZO; CRESPO, 2009; ROCHA, 2012; MILARÉ; ALVES FILHO, 2010; CARVALHO et al., 2010) apontam que alguns conteúdos têm apresentado baixos índices de aprendizagem, entre eles se destacam conteúdos explorados no ensino de Ciências como: ligações, equações químicas e suas representações abordadas geralmente nas séries finais do Ensino Fundamental. Uma das causas apresentadas para essa problemática é o modo como são explorados, muitas vezes de forma fragmentada e descontextualizada da realidade dos estudantes, assim como abordagens pautadas na transmissão de conceitos e fórmulas químicas (MILARÉ; ALVES FILHO, 2010).

Dessa forma, diante da escassez de recursos digitais voltados aos temas mencionados anteriormente, este estudo inicia com os seguintes problemas de pesquisa: *a utilização de um aplicativo pode contribuir com a abordagem e/ou ensino de conteúdos problemáticos apontados pelos docentes no ensino de Ciências? O aplicativo QuiLegAl<sup>2</sup> pode despertar o*

---

<sup>2</sup> Nome do aplicativo produto dessa dissertação, o qual traz consigo algumas características peculiares, deste modo pode-se dizer que o QuiLegAl, é um aplicativo que explora conteúdos de Química e Ciências Naturais de forma interativa, dinâmica e divertida, bem como os diferentes elementos químicos da Tabela Periódica. Assim a decomposição da palavra expressa o significado da nomenclatura escolhida: **Qui**- Faz referência a área a qual os conteúdos explorados se associa; **Leg**- Se refere a forma de abordagem do conteúdo, interativo, dinâmico, divertido, o que lembra alguns aspectos encontrados nos jogos digitais; **Al**- Símbolo químico do alumínio que representa os elementos químicos explorados pelo aplicativo nas construções das diferentes ligações químicas e substâncias que conhecemos e utilizamos no cotidiano. Somam-se a esses aspectos, a possibilidade de atender a

*interesse dos estudantes no que diz respeito aos conteúdos apontados como problemáticos no ensino de Ciências Naturais explorados no 9º Ano do Ensino Fundamental?*

Diante de toda essa problemática levantada e da escassez de recursos digitais voltados aos temas mencionados propõe-se a construção do aplicativo QuiLegAl, um recurso digital composto por diferentes recursos visuais, sonoros e interativos integrado a objetivos pedagógicos relacionados ao ensino de Ciências.

Definido o problema de pesquisa foi necessário delimitar e definir os objetivos a serem alcançados com a pesquisa. Desse modo adotou-se como objetivo geral da pesquisa: construir e identificar as potencialidades e limitações de um aplicativo voltado ao ensino de conteúdos indicados como problemáticos no ensino de Ciências ao serem abordados no nono Ano do Ensino Fundamental. Assim, com o propósito de dar conta do objetivo geral, subdividiu-se o mesmo em objetivos menores, sendo eles:

- Desenvolver um aplicativo que atenda ao ensino de ligações, equações e reações químicas exploradas no nono Ano do Ensino Fundamental;
- Identificar as potencialidades do aplicativo para o ensino de Ciências a partir da visão dos professores de Ciências e/ou Química;
- Investigar as limitações do aplicativo enquanto uma alternativa pedagógica ao processo de ensino.

Para atender aos objetivos propostos adotou-se o experimento de ensino como procedimentos para produção de dados e demais instrumentos como: questionários (diagnóstico e avaliativo), entrevista, registro audiovisual e caderno de campo. Tais instrumentos deram suporte à produção de dados dessa pesquisa, assim como possibilitaram a coleta de diferentes dados que enriqueceram a análise, tendo em vista a abordagem qualitativa adotada.

Assim, inicialmente realizou-se uma pesquisa exploratória minuciosa nos principais bancos e repositórios de objetos educacionais, entre eles: BIOE, Escola Digital, *LabVirt*, RIVED e Portal Domínio Público. Bem como na biblioteca de aplicativos da *Play Store* conforme descrito pelo item 3.5.2 desta dissertação. Tais buscas tinham o propósito de identificar recursos digitais que atendessem aos conteúdos apontados pelo questionário diagnóstico (Apêndice A).

Ainda, realizou-se uma revisão da literatura, buscando conhecer o que as pesquisas revelavam sobre o tema, assim foi feito um levantamento em periódicos relacionados à área do ensino de Ciências e ensino de Química e suas tecnologias, bem como em bancos de teses e dissertações<sup>3</sup> e livros voltados à área de Ciências Naturais.

Investigaram-se, ainda, os artigos publicados nos últimos seis anos em revistas e periódicos especializados na área de ensino, entre elas: Revista Brasileira de Ensino de Química, Química Nova na Escola, Química Nova, Experiências em Ensino de Ciências, Investigações em Ensino de Ciências (online) e Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências (online). A escolha destes periódicos deve-se ao fato de serem clássicos e considerados referência no país na área de ensino de Ciências e Química.

Os resultados do levantamento evidenciam que no ensino de Ciências são escassas as publicações que abordam a utilização de aplicativos (App) para dispositivos móveis voltados aos temas: reações químicas, ligações e suas representações. Tal constatação se deve a buscas realizadas nos principais periódicos nacionais descritos anteriormente voltados ao ensino de Ciências e/ou Química, bem como o reduzido número de teses e dissertações produzidas com enfoque nessa temática, o que vai ao encontro dos estudos de Nichele (2015) ao apontar que os estudos nessa área ainda são escassos.

Embora nos últimos anos tenha ocorrido um crescimento no número de produções de pesquisas e recursos voltados ao ensino de Ciências, ainda se nota a escassez de recursos digitais voltados ao ensino de conteúdos básicos relacionados à Química abordada nos anos finais do Ensino Fundamental e Ensino Médio.

Outro ponto a considerar são as queixas de que muitos recursos digitais existentes não atendem as especificidades e demandas dos docentes que atuam no ensino de Ciências. Somam-se a essas questões, aspectos como a compatibilidade de sistemas operacionais, necessidade de internet para funcionar, falta de tempo e critérios para selecionar e avaliar tais recursos, como alguns dos fatores que têm influenciado sua utilização no contexto de ensino (OLIVEIRA; SOUTO; CARVALHO, 2016).

Diante dos argumentos discutidos, parte-se do pressuposto de que as tecnologias digitais podem contribuir para o ensino de conteúdos considerados problemáticos explorados tanto no Ensino Fundamental, quanto no Ensino Médio (ROCHA, 2012, MACHADO, 2016). Além disso, destaca-se a necessidade de discutir suas limitações e potencialidades ao explorá-

---

<sup>3</sup> Os bancos consultados foram: Biblioteca Digital de Teses e Dissertações e Banco de teses e dissertações da CAPES, em ambos os bancos foram utilizadas palavras-chave como: “Ensino de Ciências”, “Ensino de Química”, “tecnologias digitais”, “aplicativos”, “dispositivos móveis” e “ligações químicas” bem como suas combinações.

las, quando se busca tornar a construção do conhecimento mais dinâmico, interativo e participativo, de modo que estudantes e professores possam envolver-se nesse processo de construção do conhecimento, cada vez mais colaborativo (LEITE, 2015).

Por isso, acredita-se que o desenvolvimento de um aplicativo, entendido nessa pesquisa como um tipo de *software* construído a partir da combinação de linguagens de programação *JavaScript*, linguagem de marcação HTML 5 e ferramentas de autoria capaz de agregar e explorar diferentes mídias (imagens, vídeos, sons, simulações, gráficos, animações, questões interativas e *feedback*), podem contribuir para a construção e compreensão de conceitos químicos básicos, bem como facilitar o entendimento das relações existentes entre os aspectos macroscópicos, microscópicos e simbólicos que envolvem o estudo das Ciências Naturais.

Do mesmo modo, os estudos de Marcelo Giordan (2008; 2015), Giordan; Góis (2005), Raupp et al.(2010), Pauletti; Rosa e Catelli (2014), Leite (2015) trazem uma série de discussões sobre o uso de recursos computacionais e a importância da visualização no ensino de Química, entre outros aspectos que podem auxiliar a compreensão de como se dá essa relação entre tecnologias digitais e o ensino de Ciências e/ou Química. Essa última, enquanto ciência experimental é defendida por alguns autores como uma ciência visual, a qual tem alguns de seus conceitos explorados inicialmente no Ensino Fundamental (RAUPP; SERRANO; MOREIRA, 2009).

Ainda que não seja tratado em profundidade (devido à complexidade de alguns temas), o ensino de alguns conteúdos pode ser facilitado com a utilização e exploração dos recursos digitais, entre eles *softwares*, simulações, imagens, vídeos (SANTOS 2010; MACHADO, 2016).

Para discutirmos essa pesquisa é importante a compreensão de alguns conceitos de AO, OE e REA, bem como aspectos ligados ao seu desenvolvimento descrito pela literatura da área, nesse sentido estudos de Braga (2014), Tarouco (2014) e Galafassi; Gluz (2014) trazem contribuições pertinentes ao desenvolvimento de recursos digitais voltados à área educacional.

Do mesmo modo faz-se necessário a compreensão das especificidades e problemáticas que envolvem o ensino de Ciências e Química (POZO; CRESPO, 2009; MILARÉ; ALVES FILHO, 2010; CARVALHO, et al., 2010), as tecnologias digitais utilizadas nessa área, importância da visualização no processo de ensino de Ciências (HEIDRICH, 2009; GIBIN; FERREIRA, 2013; BRASILEIRO; SILVA, 2015). Assim, como compreender os diferentes elementos que envolvem a construção e a composição de um aplicativo para área educacional,

aspectos didático-pedagógicos, a ludicidade e a interatividade enquanto características importantes para o ensino de Ciências Naturais e suas especificidades.

### **Estrutura de organização do estudo**

Até então descreveram-se as perspectivas e os desafios do uso de TD no ensino, a trajetória do pesquisador, as intenções e os motivos que o levaram a pesquisar sobre aplicativos no ensino de Ciências e Química, abordando as questões e objetivos que nortearam a realização desse trabalho. Sendo assim, organizou-se o presente trabalho da seguinte forma:

O **primeiro capítulo** discorre sobre o referencial teórico que embasa a presente pesquisa e as contribuições da literatura a respeito das temáticas que envolvem o ensino de Ciências e/ou Química, bem como demais aspectos relacionados ao desenvolvimento de recursos digitais.

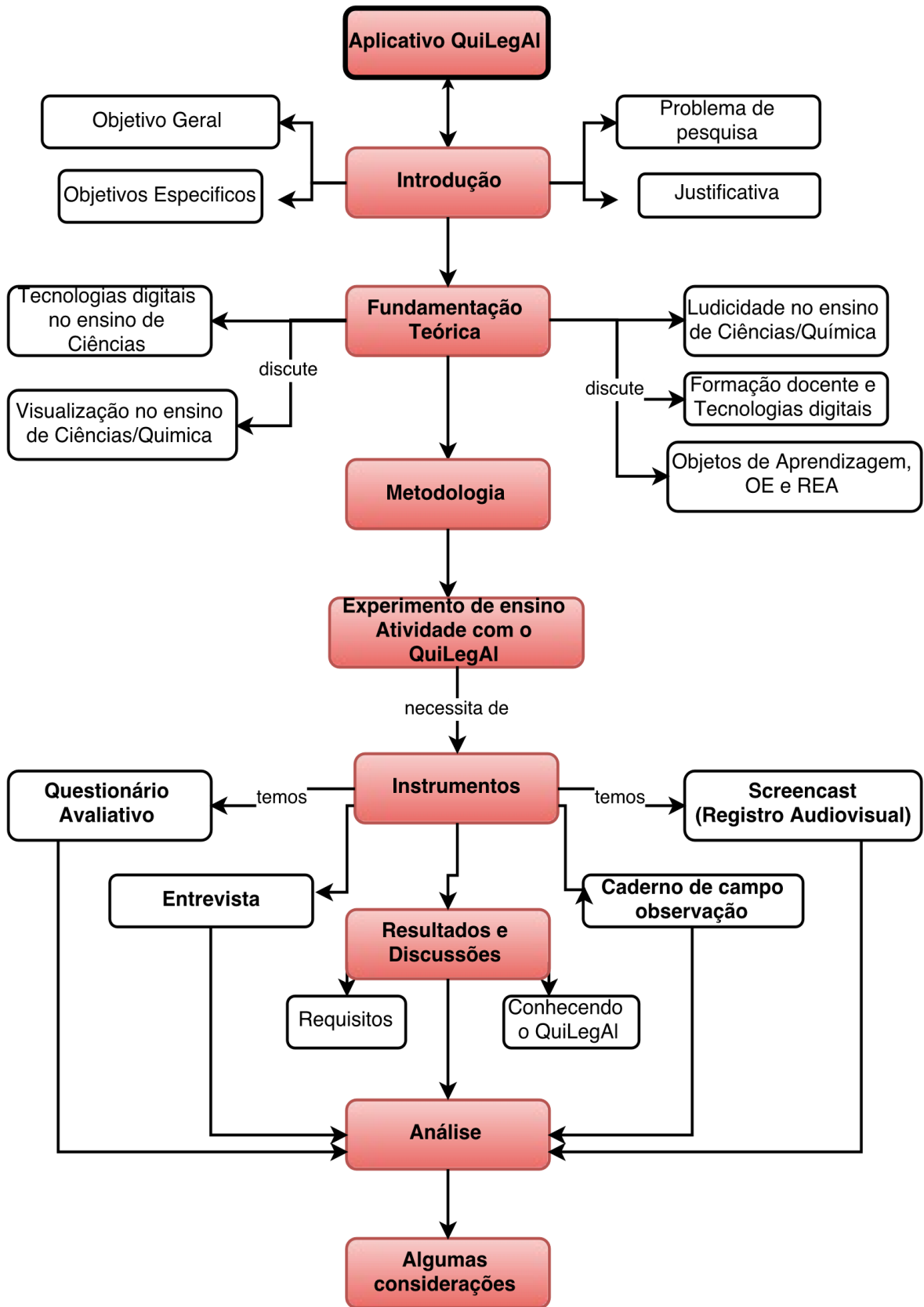
O **segundo capítulo** apresenta os aspectos metodológicos e o delineamento da pesquisa adotada nesse trabalho, este capítulo também traz os instrumentos utilizados na coleta e produção de dados, define os sujeitos da pesquisa e metodologia de construção do aplicativo QuiLegAl.

O **terceiro capítulo** apresenta, discute e analisa os principais resultados da pesquisa a luz do referencial teórico descrito pelo estudo. Inicialmente discorre-se sobre a composição e os requisitos que levaram a construção do App, bem como apresentação do aplicativo QuiLegAl. Posteriormente, discute-se a avaliação dos docentes analisando-se os dados produzidos durante a pesquisa.

Por último são apresentadas algumas **Considerações Finais** sobre o trabalho desenvolvido, em que retomam-se as questões e objetivos que nortearam a pesquisa, as perspectivas de trabalhos futuros e demais resultados alcançados. O esquema apresentado na página seguinte ilustra a estrutura de organização do estudo.



**Organização global do estudo realizado**



Fonte: Elaborado pelo autor

## CAPÍTULO 1. REFERENCIAL TEÓRICO

*“Ensinar não é transferir conhecimento, mas criar possibilidades para a sua produção ou a sua construção” (PAULO FREIRE).*

### 1.1 O ensino de Ciências

O ensino de Ciências ao longo do tempo esteve voltado à transmissão de teorias, modelos e conceitos construídos pela ciência para explicar fatos e fenômenos da natureza. O conhecimento científico ensinado na escola sempre esteve pautado em torno do aspecto conceitual (POZO; CRESPO, 2009). Nesse âmbito, o referido autor tem feito críticas ao ensino de Ciências ao afirmar que no contexto escolar o “[...] “verbo” que melhor define o que os professores fazem durante a aula continua sendo o “verbo” explicar e os que definem o que fazem os alunos são, no melhor dos casos, escutar e copiar” (POZO; CRESPO, 2009, p. 46).

Tal crítica apresentada pelo autor, embora não possa ser generalizada propicia reflexões sobre o tipo de prática que os docentes têm se apoiado nas últimas décadas, que referenciais teóricos têm sustentado e direcionado suas ações enquanto docentes no exercício da profissão. Se de fato, não se tem clareza quanto a suas ações, o docente corre um sério risco de recair no erro de pressupor que práticas reprodutivas, meramente transmissivas, possam ser o único e suficiente meio a ser utilizado no processo de ensino e no espaço de sala de aula.

Nos últimos anos, muito se têm discutido sobre as problemáticas que envolvem o ensino e a aprendizagem de Ciências (POZO; CRESPO, 2009; CARVALHO et al., 2010; DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2009), a experiência nos mostra que o processo de desmotivação para aprender Ciências, por parte dos discentes acentua-se na medida em que os anos passam e o ensino de Ciências e Química não é diferente (ROGADO, 2004). Alguns fatores contribuem para essa realidade, entre os quais a metodologia utilizada pelo professor, a complexidade dos temas abordados, a própria formação docente, excesso de conteúdos e as dificuldades na abordagem de conceitos relacionados à Química e à Física (MILARÉ; ALVES FILHO, 2010).

Soma-se a esses fatores uma abordagem fragmentada, caracterizada pela sucessão “linear de conteúdos isolados: na 5ª série o ambiente tem sido estudado em seus componentes

(ar, água, solo); na 6<sup>a</sup> as características dos seres vivos; na 7<sup>a</sup> o corpo humano e na 8<sup>a</sup> série Física e Química” (LOTTERMAN; ZANON, 2012, p.1). Ainda que se discuta tal questão, cabe lembrar que o ensino de Ciências caracteriza-se por uma abordagem que tradicionalmente ao longo do tempo agregou outras áreas do saber, com o propósito de estabelecer vínculos entre as diferentes ciências (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1998). Bem como possibilitar a construção de uma visão interdisciplinar capaz de propiciar a compreensão dos fenômenos naturais, das diversas tecnologias que aí estão e o meio a sua volta.

Assim, os Parâmetros Curriculares Nacionais destacam que um dos objetivos do ensino de Ciências seria propiciar o desenvolvimento de capacidades que permitam ao estudante “[...] utilizar conceitos científicos básicos, associados à energia, matéria, transformação, espaço, tempo, sistema, equilíbrio e vida” (BRASIL, 1998, p. 31). Ao se referir sobre os objetivos da abordagem de Química Pozo e Crespo (2009) argumentam no sentido de que os estudantes possam, ao final do processo, compreender e analisar “[...] as propriedades e transformações da matéria. Mas, para conseguir isso, eles precisam defrontar-se com um grande número de leis e conceitos novos e fortemente abstratos<sup>4</sup>” (POZO; CRESPO, 2009, p. 140)

Lima e Silva (2007) apontam alguns conceitos que consideram relevantes para a construção do pensamento químico no ensino fundamental. Entre eles destacam-se os modelos corpusculares, a composição, propriedades e transformações da matéria como elementos centrais que podem ser explorados de forma contextualizada promovendo o ensino de Ciências (BRASIL, 1998). Assim como há autores que defendem que o “[...] pensamento químico passa a existir desde que um primeiro significado para um termo, uma palavra, uma fórmula química, uma equação, uma expressão uma tabela etc., comece a se formar”. (MALDANER; ZANON; AUTH, 2006, p.2).

Alguns conteúdos abordados no ensino de Ciências geralmente exigem um nível maior de compreensão por parte dos estudantes, como é o caso das ligações químicas, o que leva a dificuldades tanto na questão de ensino quanto da aprendizagem (MILARÉ; ALVES FILHO, 2010). Outros autores ainda argumentam que “se a química no final do ensino fundamental e início do ensino médio apresenta um grande nível de abstração, estudá-la nos anos finais do ensino médio representa a abstração sobre a abstração” (POZO; CRESPO, 2009, p. 141).

---

<sup>4</sup> No ensino de Química os termos abstrato e/ou abstração são comumente utilizados por autores como Giordan (2008), Pozo; Crespo (2009) para designar um conjunto de conhecimentos, muitas vezes relacionados às características do mundo subatômico dos elementos explorados pela Química, ou mesmo a compreensão daquilo que não podemos ver ou tocar, mas que são explicados pelas teorias científicas.

Como uma das formas de contribuir para a melhoria no ensino de Ciências, Milaré e Alves Filho (2010) defendem a redução e a seleção de conteúdos de química a serem abordados no Ensino Fundamental, uma vez que muitos se repetem em ambos os níveis Fundamental e Médio. Ainda salienta que, uma abordagem descontextualizada da realidade baseada na resolução mecânica de atividades, tem poucas contribuições a trazer para a formação dos estudantes nesse nível de ensino.

Por outro lado, há autores que defendem a utilização de novas práticas e recursos, como por exemplo, a utilização de tecnologias digitais como alternativa para o ensino de Ciências, em especial desses conteúdos que exigem maior complexidade quanto à compreensão por parte dos estudantes, visto a natureza dos aspectos simbólicos e conceituais envolvidos (GIORDAN; GÓIS, 2005; RAUPP et al., 2010; CALIL, 2013; PAULETTI; ROSA; CATELLI, 2014; CORRÊA, 2015).

Logo, é com esse enfoque que se desenvolveu a presente pesquisa, a qual buscou aliar o potencial das tecnologias digitais aos objetivos didático-pedagógicos, motivacionais interativos e visuais ao explorar conteúdos apontados como complexos do ponto de vista de ensino e aprendizagem voltados às Ciências Naturais. O aplicativo QuíLegAI se materializa nesse contexto como uma das tecnologias digitais à disposição de docentes e estudantes na construção de conhecimentos. A seguir é apresentado um panorama de pesquisas e estudos realizados no ensino de Ciências com enfoque na utilização das tecnologias digitais.

## **1.2 Tecnologias digitais no ensino de Ciências**

O uso de recursos digitais como *softwares*, simulações entre outros, tem sido explorado em diversas áreas de ensino. Isso se deve em parte ao desenvolvimento das “tecnologias digitais” expressão essa que surgiu a partir de 2004 com a popularização da internet rápida, web 2.0 e as possibilidades que ela trouxe em diversos aspectos: interatividade, vídeos on-line, blog, redes sociais, *wifi*, internet móvel (BORBA; SCUCUGLIA; GADANIDIS, 2014). No que se refere à área de Ciências da Natureza há autores que defendem que o evento aula passa a ganhar um novo significado, pois os recursos digitais podem contribuir no sentido de superar a mera exposição de conceitos e repetição no ensino de Ciências (ROCHA, 2012; CALIL, 2013). Machado (2016), ao investigar *softwares* educacionais, argumenta que os mesmos têm contribuído para o aprimoramento do processo de ensino e aprendizagem, pois ampliam a percepção, atenção e a memória dos usuários.

Giordan (2015) ao investigar como as tecnologias digitais têm sido empregadas no ensino de Química, com base em publicações de 2005 a 2014, sinaliza que, embora tenham ocorrido avanços quanto à popularização das tecnologias digitais, no que se refere ao ensino de Química, ainda há pouca repercussão desses estudos nas salas de aula. Nichele (2015) faz uma revisão da literatura a respeito das tecnologias digitais voltadas ao processo de ensino e aprendizagem de Química, em especial estudos relacionados ao uso de *tablets*, *smartphones* e seus aplicativos. O estudo realizado em três principais bancos de teses e dissertações do país demonstra que a produção de estudos com esse enfoque é incipiente, visto que parte dos estudos relacionados à temática encontrados por essa pesquisadora (no período de 2000 a 2013) foram desenvolvidos na perspectiva do computador. Tal constatação pode ser justificada pelo fato que os dispositivos móveis como *tablets e smartphones* e seus aplicativos são relativamente recentes.

A esse respeito Valentim (2009) discute algumas possibilidades e benefícios que as tecnologias móveis (*Smartphones, Celulares e Tablets*) podem trazer. Entre elas, a ampliação do acesso aos conteúdos educacionais de diferentes áreas, em diferentes espaços e tempos, visto que os dispositivos móveis estão cada vez mais presentes no cotidiano da escola e dos estudantes.

No que se refere ao ensino de Ciências, a literatura (e.g. LEITE, 2011; CORRÊA, 2015, FERREIRA, 2013; GIORDAN, 2015; MACHADO, 2016) tem apontado a crescente utilização de *softwares*, recursos audiovisuais digitais e simulações no contexto educacional. Sobre esse assunto Leite (2015) destaca que o *software* educacional pode ser compreendido como “aquele que pode ser usado para algum objetivo educacional qualquer que seja a natureza ou finalidade para a qual tenha sido criado” (LEITE, 2015, p.176).

Existem diferentes tipos de *softwares* educativos, entre eles: tutorial, exercícios e práticas, programação, multimídia, simulação, jogos digitais, aplicativos, entre outros (LEITE, 2015). No que se refere aos aplicativos “termo” adotado nessa pesquisa, cabe salientar que é uma nomenclatura relativamente nova. Todavia, tem ganhado espaço e se popularizado com o desenvolvimento das Tecnologias Móveis e Sem Fio (TMSF), desse modo tem sido considerado pela maioria dos autores como um tipo de *software*, assim, programas como o *Word, Excel* também são considerados aplicativos (VALENTIM, 2009).

Cada um destes, por sua vez, tem suas especificidades, quando utilizado para fins educacionais é comum os autores utilizarem a denominação *software* educacional. Quanto a sua utilização na educação há autores que defendem que esse tipo de recurso, devido a versatilidade de aplicações e usabilidade podem apoiar “de maneira mais efetiva a

aprendizagem e impactar de maneira positiva a motivação dos estudantes” (NICHELE, 2015, p. 37-38).

Porém, é importante ressaltar que a utilização de aplicativos no contexto de ensino deve ser orientada pelo professor, pois estudos apontam que “a eficácia de um *software* educativo depende do papel atribuído a este e da articulação pedagógica atribuída pelo docente” (LEITE, 2015, p.177). Outra questão relevante diz respeito à escolha do *software*, pois este deve atender aos objetivos do docente, às características dos estudantes, assim como possibilitar outras formas de ensinar e aprender ao explorar a interatividade<sup>5</sup> e a autonomia proporcionada ao estudante (EICHLER; DEL PINO, 2000). Ainda que essa não seja a realidade de muitos *softwares* educacionais, é uma questão a ser considerada.

A tecnologia digital tem sido defendida enquanto recurso capaz de auxiliar o ensino na área de Ciências da Natureza, o fato é que diversos recursos digitais têm sido explorados como um aliado na “transposição didática<sup>6</sup>, favorecendo o entendimento de conceitos e teorias, em contraponto ao afirmado caráter fortemente abstrato da área” (ROSA; EICHLER; CATELLI, 2015, p. 90). Estudos tem mostrado que a utilização de *softwares* educacionais pode auxiliar o processo de ensino e aprendizagem de Ciências e/ou Química ao abordar temas que envolvem os três níveis de representação do conhecimento químico, sejam eles: macroscópico, simbólico e representacional (GIORDAN; GÓIS, 2005; RAUPP et al., 2010).

Outros estudos descritos pela literatura apontam a utilização de *softwares* no contexto de ensino como uma alternativa viável capaz de facilitar o entendimento de temas que envolvem maior capacidade de compreensão pelo fato de explorar aspectos subatômicos, invisíveis a olho nu (SOUZA et al., 2005; ROSA; EICHLER; CATELLI, 2015).

Estudos voltados ao ensino de Ciências que envolvem os temas ligações químicas, equações e suas representações ainda são escassos no Ensino Fundamental, tendo em vista que a abordagem das pesquisas sobre esses conteúdos concentram-se na área de Química, com enfoque maior nos demais níveis de ensino. Contudo, a utilização de alguns *aplicativos* tem ganhado espaço e novos estudos têm mostrado que tais recursos “[...] podem contribuir para o ensino e aprendizagem de Química ao propiciar o acesso a simulações, vídeos,

---

<sup>5</sup> Embora alguns autores diferenciem os termos interação e interatividade, neste estudo utilizaremos ambos os termos como sinônimos, pois acreditamos que independentemente do tipo de relações que possam ocorrer, sejam elas humanas ou não, pode-se vivenciar múltiplas interações no processo de ensinar, aprender ou mesmo comunicar-se.

<sup>6</sup> Consiste nas transformações que o saber científico sofre para chegar à escola, as transformações o simplificam a fim de convertê-lo em objeto de estudo escolar, sem que se perca o foco no conteúdo e seus conceitos básicos. Assim, o “grande desafio do professor é transformar um conhecimento científico em um conteúdo didático” (POLIDORO; STIGAR, 2006, p.6).

imagens, exercícios, maior número de informações aliada a certa “personalização” construída à medida que o aluno interage com esses materiais” (NICHELE, 2015, p.33, *grifo do autor*).

Apesar da pouca produção científica nacional na área, alguns estudos no campo da Química defendem que as utilizações dos Apps por meio dos dispositivos móveis podem proporcionar o desenvolvimento de novas práticas educativas que ampliem as possibilidades de acesso e construção do conhecimento químico (LEITE, 2015; JACON et al., 2014; SILVA; SILVA, 2015). Ao se referir aos aplicativos específicos para a educação química Nichele (2015), destaca que os Apps

[...] proporcionam reelaborações conceituais e possibilidades didáticas que podem ser entendidas como uma inovação no contexto das práticas pedagógicas. Tais reelaborações conceituais são proporcionadas pela oportunidade de compreensão da Química em suas dimensões macroscópica, representacional e submicroscópica (NICHELE, 2015, p.203).

O excerto supracitado apresenta elementos que sugerem algumas contribuições que os aplicativos podem trazer para o processo de ensino, em especial para o ensino de química tendo em vista suas especificidades, visto que o conhecimento químico é construído através da articulação das dimensões representacional, macroscópica e submicroscópica (GIORDAN, 2008). Outra questão levantada ainda sugere que os aplicativos podem provocar mudanças na forma de ensinar e aprender com tais dispositivos (NICHELE; SCHLEMMER, 2014).

Tendo em vista essas possibilidades para o processo educativo recentemente a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) por meio de um projeto da Faculdade de Educação, desenvolveu a “*Tabela Dinâmica Software Educacional Livre para Dispositivos Móveis*”. Os *softwares* descritos por essa tabela são aplicativos, os quais foram catalogados e disponibilizados em diversos idiomas, com mais de 300 aplicativos traz a identificação de algumas características básicas e a área do conhecimento que se relacionam. No que refere à área de Química, são mais de 30 Apps, todavia apenas 7 estão em português, destes apenas 3 são voltados para o Ensino Fundamental, e os conteúdos abordados são Tabela Periódica e Isótopos. O que fornece indicativos de que a produção de aplicativos livres para dispositivos móveis voltados ao ensino de Química, em especial às temáticas ligações, equações, reações químicas e suas representações ainda são escassos no que se refere às abordagens voltadas ao Ensino Fundamental e Médio.

Nichele (2015) sugere que os aplicativos para dispositivos móveis voltados ao ensino de Química podem proporcionar o “domínio de construções simbólicas da química como

representações de processos dinâmicos e interativos” (p.160). Tal fato se deve à diversidade de mídias que um mesmo aplicativo pode apresentar, desde o uso de textos, imagens, vídeos, simulações e animações. Somam-se a esses aspectos a mobilidade e interatividade proporcionada por alguns aplicativos. Nesse sentido os Apps podem “oportunizar novas possibilidades para potencializar o processo de ensino e aprendizagem, auxiliando a compreensão de conteúdos” (SONEGO; BEHAR, 2015, p.525). No entanto, isso pode depender de outros fatores, como forma de abordagem das atividades, objetivos pedagógicos e propostas que levem de fato os estudantes a mobilizarem outros saberes e a participar ativamente do processo de construção do conhecimento (OLIVEIRA et al., 2016).

García-Ruiz et al. (2012) investigou a usabilidade (entendida como a capacidade de um produto ser utilizado com eficiência e satisfação em um contexto específico) de um aplicativo específico para dispositivos móveis ao explorar a visualização de estruturas moleculares com acadêmicos do sexto semestre do curso de Ciências Naturais. Ao apresentar os resultados do estudo os autores sugerem que a utilização de tais aplicativos auxilia a compreensão de conceitos de difícil visualização na prática. Bem como facilitam a associação de propriedades das moléculas e suas relações com aspectos vivenciados na prática, em um laboratório por exemplo. Sem contar a possibilidade de manipular, rotacionar e visualizar as moléculas em três dimensões, o que sugere novas possibilidades e espaços para o desenvolvimento de ensino e aprendizagem para além da sala de aula.

Lewis, Zhao e Montclare (2012) desenvolveram e implementaram estratégias de ensino para trabalharem com o aplicativo (*Lewis Dots*) voltado ao tema “ligações químicas”. Ainda que seu foco tenha sido o ensino médio, esse aplicativo gratuito possibilita ao estudante interagir via tecnologia *Touch screen* e representar estruturas de ligações químicas básicas, tendo em vista a disposição de alguns elementos químicos e sua representação gráfica baseada na teoria de Lewis<sup>7</sup> como forma de demonstrar as ligações.

Ao se referir sobre um contexto mais amplo, ou seja, recursos midiáticos voltados ao ensino de Ciências, Calil (2013) defende que os assuntos abordados por meio de recursos midiáticos (vídeos, simulações, *softwares*, imagens, entre outros) e interativos incentivam os estudantes a aprenderem e a participarem ativamente no processo. Os aplicativos voltados à área de Ciências e Química por sua vez têm se apropriado das “[...] possibilidades trazidas pela simulação da estrutura de uma molécula podendo contribuir tanto para o ensino básico,

---

<sup>7</sup> É uma notação que consiste em representar os elétrons de camadas internas pelo símbolo químico e este tem em seu entorno os elétrons da camada de valência. Sendo assim, os elétrons ligantes e os elétrons não-ligantes da camada de valência são representados.



quanto para o ensino superior” (NICHELLE, 2014, p. 160). O que sugere o potencial desses recursos para área educacional.

Até o momento discutiram-se, à luz da literatura, algumas contribuições das tecnologias digitais voltadas ao ensino de Ciências e Química, em especial ao ensino de conteúdos abordados no Ensino Fundamental e/ou Médio. Porém, a utilização de *softwares* educacionais sejam eles voltados a computadores ou a dispositivos móveis como é o caso dos aplicativos, bem como outros recursos digitais como: simulações, animações, vídeos, imagens, sons fazem parte de um conceito mais abrangente, o de Objeto de Aprendizagem. Assim como demais conceitos serão discutidos a seguir com o objetivo de conhecer melhor as características técnicas e pedagógicas envolvidas na construção de um recurso digital voltado à educação, seja ele um Objeto de Aprendizagem (OA), Objeto Educacional (OE) ou um Recurso Educacional Aberto (REA).

### **1.3 Objetos de Aprendizagem, Objetos Educacionais e Recursos Educacionais**

#### **Abertos**

O conceito de Objeto de Aprendizagem tem sido discutido por diversos autores na literatura, Wiley (2000), um dos pioneiros a propor esse conceito, defende que OA pode ser compreendido como “Qualquer recurso digital que possa ser reutilizado para apoiar a aprendizagem”. Desse modo, tal recurso pode ser reutilizado em diferentes contextos de aprendizagem, devido à capacidade de se decompor em partes menores. Outro entendimento admite que os OA são “[...] recursos digitais desenvolvidos com certos padrões para permitir a reutilização em vários contextos educacionais” (NASCIMENTO, 2008, p.353).

Outros autores (e.g. DIAS et al., 2009; BRAGA, 2014) levam em consideração as características e aspectos pedagógicos ao apresentarem o conceito de Objeto de Aprendizagem, nesse sentido o consideram uma “[...] unidade educacional com objetivo de aprendizagem mínima associado a um tipo particular de conteúdo e atividades para a sua realização, caracteriza-se por ser digital, independente, e acessíveis através de metadados, a fim de ser reutilizados em diferentes contextos e plataformas” (MORALEZ; GARCIA; BARRÓN, 2007, sp).

Embora a terminologia OA e objetos educacionais (OE) possa divergir entre alguns teóricos, algumas diferenças são apontadas por Maciel e Backes (2013), na visão desses autores os OE são todos os “recursos disponíveis na *web*, com fins didáticos, que utilizam a tecnologia como forma de construção e implementação, tais como os vídeos, os filmes, as animações, os slides, enfim os materiais didático-tecnológicos elaborados e/ou disponíveis

aos docentes” (MACIEL; BACKES, 2013, p.174). Tais características tornam os OE mais flexíveis, pois não seguem certos padrões de desenvolvimento (requisitos) como ocorre com os OA. Somam-se ainda o fato dos OE serem flexíveis quanto aos objetivos educacionais (não há uma obrigatoriedade quanto a sua apresentação), assim, cabe ao docente determinar que objetivos pretende atingir com a utilização do recurso. Tarouco, Fabre e Tamusiunas (2003) argumentam que os OE podem ser “qualquer recurso que possa auxiliar o processo de aprendizagem, que pode ser reusado para apoiar a aprendizagem. [...] construídos em pequenos conjuntos visando potencializar o processo de aprendizagem” (TAROUCO; FABRE; TAMUSIUNAS, 2003, p.2).

Ao referir-se sobre tal questão Braga (2014, p. 22) destaca que os OA “[...] podem ser vistos como componentes ou unidades digitais, catalogados e disponibilizados em repositórios na Internet para serem reutilizados para o ensino”. Outra definição descrita pela literatura considera os OA como “[...] qualquer entidade, digital ou não, que pode ser usada, reutilizada ou referenciada durante o aprendizado apoiado pela tecnologia” (IEEE).

Os conceitos aqui apresentados parecem admitir duas questões básicas que um OA deve atender: reuso e apoio à aprendizagem. Braga (2014) vai além ao restringir o conceito e considera “objetos de aprendizagem aqueles que podem interferir diretamente na aprendizagem” (BRAGA, 2014, p.22). Deste modo, pode-se compreender que OA é um recurso educacional que traz em sua concepção a ideia de reutilização, compartilhamento e apoio ao processo de ensino e aprendizagem. Nesse sentido, “[...] objetos de aprendizagem constituem uma alternativa interessante, uma vez que possuem como características básicas a reusabilidade e o apoio à aprendizagem” (BRAGA, 2014, p.39).

No que se refere à composição de um Objeto de Aprendizagem, Singh (2001) defende que o mesmo deve ser estruturado tendo em vista a divisão em três itens principais: objetivos, conteúdo, prática e *feedback*. O primeiro diz respeito ao que de fato se quer ensinar ou mesmo o que os estudantes podem aprender com o OA. O segundo refere-se ao conteúdo pedagógico necessário para que o estudante atinja os objetivos e, por fim, a prática e interação do estudante com o objeto, o qual pode lhe oferecer resultados de seu desempenho, tendo em vista as opções de retorno oferecidas aos usuários na forma de *feedback*. Tais questões se devem às características de cada *software* ou aplicativo, as quais devem ser pensadas antes de se iniciar o desenvolvimento para fins educacionais.

No que diz respeito às características, um objeto de aprendizagem pode apresentar duas perspectivas: a pedagógica e a técnica (BRAGA, 2014; GALAFASSI; GLUZ, 2014). No entendimento de Dias et al (2009) a dimensão pedagógica diz respeito à concepção de objetos,

de modo que possam facilitar a prática pedagógica e assim auxiliar docentes e estudantes na construção de conhecimentos. Quanto à dimensão técnica, associam-se as questões tecnológicas relacionadas à padronização de desenvolvimento, armazenamento, classificação e reutilização dos OA. Diversas funcionalidades dos OA são influenciadas a partir da definição desses padrões e/ou tecnologias empregadas na sua elaboração (GALAFASSI; GLUZ, 2014, BRAGA, 2014).

Galafassi e Gluz (2014) apresentam algumas características importantes ligadas aos aspectos pedagógicos, que devem apresentar um OA, entre elas:

- **Interatividade:** indica se há suporte às concretizações mentais, requerendo que o estudante interaja com o conteúdo de alguma forma, podendo ver, ouvir ou resolver algo.
- **Autonomia:** indica se os objetos de aprendizagem apoiam a iniciativa e tomada de decisão.
- **Afetividade:** refere-se aos sentimentos e motivações do aluno com sua aprendizagem e durante a interação com o OA.
- **Cooperação:** indica se há suporte para os alunos trocarem opiniões e trabalhar coletivamente sobre o conceito apresentado.
- **Cognição:** refere-se às sobrecargas cognitivas alocadas na memória do aluno durante o processo de ensino-aprendizagem (GALAFASSI; GLUZ, 2014, p. 43).

Com relação ao excerto supracitado, cabe destacar que o aplicativo QuiLegAI não atende a todas as características apresentadas, mas leva em consideração as quatro primeiras: Interatividade, autonomia, afetividade e cooperação. As quais se integram às atividades exploradas pelo QuiLegAI, essas características são importantes para o processo de ensino, pois facilitam múltiplas interações, o que pode favorecer os estudantes na compreensão dos conteúdos. A construção de um aplicativo também deve levar em consideração aspectos técnicos, esses por sua vez podem se basear em características técnicas de OA.

A esse respeito, Dias et al. (2009) aponta algumas características específicas que os OA devem apresentar, são elas: Acesso, agregação, autonomia, classificação, formato, durabilidade, interoperabilidade e reusabilidade. A esse respeito Braga (2014) em um estudo mais completo amplia os componentes que constituem as características que um OA pode apresentar quanto aos aspectos técnicos, entre eles destaca:

- **Disponibilidade:** indica se o objeto está disponível para ser utilizado.
- **Acessibilidade:** indica se o objeto pode ser acessado por diferentes tipos de usuários (ex.: idosos, deficientes visuais etc.), em diferentes lugares (ex.: lugares com acesso à Internet, lugares sem acesso à Internet etc.) e por diferentes tipos de dispositivos (ex.: computadores, celulares, tablets etc.).

- **Confiabilidade:** indica que o OA não possui defeitos técnicos ou problemas no conteúdo pedagógico.
- **Portabilidade:** indica se o OA pode ser transferido (ou instalado) para diferentes ambientes, como, por exemplo, diferentes tipos de AVAs ou sistemas operacionais.
- **Facilidade de instalação:** indica se o OA pode ser facilmente instalado caso ele exija esse recurso.
- **Interoperabilidade:** medida de esforço necessário para que os dados dos OAs possam ser integrados a vários sistemas.
- **Usabilidade:** indica a facilidade de utilização dos OAs por alunos e professores.
- **Manutenibilidade:** é a medida de esforço necessária para alterações do OA.
- **Granularidade:** de maneira geral, a palavra granularidade origina-se da palavra grão, sendo que quanto maior o número de grãos de um sistema maior a sua granularidade. Trazendo esse conceito para o âmbito dos objetos de aprendizagem, a granularidade é a extensão à qual um OA é composto por componentes menores e reutilizáveis.
  - **Agregação:** indica se os componentes do OA (grãos) podem ser agrupados em conjuntos maiores de conteúdos como, por exemplo, as estruturas tradicionais de um curso.
  - **Durabilidade:** indica se o OA se mantém intacto quando o repositório em que ele está armazenado muda ou sofre problemas técnicos.
  - **Reusabilidade:** indica as possibilidades de reutilizar os OAs em diferentes contextos ou aplicações. Essa é a principal característica do OA e pode ser influenciada por todas as demais (BRAGA, 2014, p.34-35).

Embora se reconheça que nem todo OA consegue apresentar todos esses aspectos, eles são importantes, pois podem garantir uma maior possibilidade de aplicação ao abordar diferentes temas e/ou conteúdos. Uma vez que a capacidade de reutilização é uma característica importante, “uma vez que o que distingue os OAs de outras mídias educacionais é justamente o reuso” (BRAGA, 2014, p.46). Contudo, tais características podem contribuir para a construção e avaliação de objetos de aprendizagem enquanto recurso digital a ser utilizado em situações de ensino (BRAGA, 2014).

Ao estabelecer um paralelo entre as características apresentadas e o QuiLegAl, observa-se que a maioria das características supracitadas por Braga (2014) foram contempladas na sua construção. Quanto à reusabilidade de conteúdo, Construtor Livre (Figura 19) oferece a possibilidade do professor e/ou estudante representar diferentes estruturas associado aos mais diversos conteúdos como: ligações químicas, substâncias químicas, cadeias carbônicas e suas classificações, funções orgânicas, hidrocarbonetos, compostos aromáticos, entre outros. O que fornece maior autonomia ao usuário e ao professor ao planejar que atividades ou conteúdos pretende explorar com seus estudantes. Contudo, implementar estratégias de construção que favoreçam a autonomia e ao mesmo tempo explorar aspectos pedagógicos não é uma tarefa fácil.

O que se tem discutido é que um dos desafios na construção de *softwares* educacionais concentra-se em integrar tanto as características do aspecto técnico quanto pedagógico. O mesmo ocorre quando se pretende explorar questões lúdicas e pedagógicas em um mesmo

recurso educacional (SOARES, 2013), como forma de auxiliar a construção do conhecimento ou mesmo contribuir para o ensino e aprendizagem de um conteúdo proposto. Ribeiro et al. (2010) destacam a necessidade de integração entre educadores e desenvolvedores de *softwares* para que uma mídia educativa possa contemplar em “sua produção e estruturação, tanto a otimização dos aplicativos como a dos pressupostos pedagógicos, para que estes, por sua vez, venham a propiciar processos de ensino e aprendizagem significativos através das tecnologias digitais” (RIBEIRO et al.,2010, p. 25).

Ao discutir essa questão à luz de outros autores Flores e Tarouco (2008) argumentam no sentido de que o ensino e aprendizagem podem ser realizados em ambientes que “combinam as representações do conhecimento em verbais (palavras impressas, palavras faladas) e não-verbais (ilustrações, fotografias, vídeo e animação), utilizando a modalidade mista para as apresentações desse conhecimento (visuais e auditivas) ” (FLORES; TAROUCO, 2008, p.5).

No entanto, não se discute apenas a importância da integração de diferentes linguagens, mas, sobretudo o modo como essa interação do estudante com o OA é construído. A esse respeito (Braga, 2014) argumenta que

[...] um OA é tanto mais interativo quanto maior a capacidade de intervenção do aluno no conteúdo ensinado por esse OA. Um OA com alta interatividade possibilita a ação do aluno e o estabelecimento de uma relação de reciprocidade. Ou seja, quanto mais o OA permite que o aluno se aproprie de informações, reflita e seja ativo em seu processo de aprendizagem, mais interativo ele é (BRAGA, 2014, p.29).

Os argumentos de Braga (2014) mostram que a interatividade é uma das características centrais a serem consideradas na construção de um OA, quando se deseja a participação ativa do estudante na construção do conhecimento. Contudo, há autores que defendem a ideia de que “para estabelecer uma verdadeira interatividade, o aluno precisa se sentir participante da ação” (FLORES; TAROUCO, 2008, p.5). Os diferentes recursos podem oferecer retorno ao estudante, na forma de respostas, ou seja, *feedback*, termo esse compreendido em educação como uma forma de “[...] retornar uma informação ao estudante durante ou após a conclusão de uma atividade. [...] pode retornar correções do tipo “certo” ou “errado”. Uma pequena dose de motivação pode ser atrelada à correção da resposta, como algo: Parabéns, você acertou ” (FILATRO, 2008, p. 129).

Aguiar e Flôres (2014) argumentam que uma das vantagens do uso de OAs é a possibilidade do estudante “fazer inúmeras tentativas para construir hipóteses ou estratégias

sobre determinado tema, podendo obter *feedback* do computador que o auxilia na correção dessas estratégias, tendo o professor como mediador dos conhecimentos embutidos no OA” (AGUIAR; FLÔRES, 2014, p.14-15). Machado (2016), Gibin e Ferreira (2013) apontam no sentido de que a utilização de diferentes tipos de OA (imagens, vídeos, áudio, simulações, animações, gráficos, *softwares*, hipertextos, entre outros), podem auxiliar a prática docente e contribuir para o ensino e aprendizagem de Química. Outros autores ainda defendem que

“[...] a visualização de moléculas químicas por meio de *softwares*, e mais atualmente por meio de aplicativos, auxilia na compreensão de aspectos abstratos destas estruturas, em especial por oportunizarem a sua visualização tridimensional; além disso, com alguns Apps é possível “manipulá-las” de forma a observá-las por diferentes ângulos” (NICHELE, 2015, p. 37).

A autora supracitada destaca a importância de alguns tipos de objetos de aprendizagem e suas contribuições para o ensino, outra ideia defendida sugere que a utilização de OA “tende a complementar o ensino, mas para isso deve estar associado a uma estratégia pedagógica” (BRAGA, 2014, p.29). Como se pode observar o conceito de objeto de aprendizagem é amplo e o mais antigo descrito pela literatura. No entanto, os autores até então discutidos não levam em consideração a possibilidade desses recursos serem disponibilizados gratuitamente, tendo em vista uma cultura livre e colaborativa que permita outros usuários aprimorar, redistribuir o recurso produzido.

Pensando no desenvolvimento de recursos que atendessem às novas necessidades de conteúdos educacionais abertos aos educadores e usuários, outro conceito tem sido utilizado, o REA.

Ao se referir a este tema a UNESCO aponta que os REA podem ser definidos como “materiais ofertados de forma gratuita e aberta para educadores, estudantes e autodidatas para uso e reuso para o ensino, o aprendizado e a pesquisa” (UNESCO, 2012). Isso sugere a diversidade de aplicações desses recursos, com destaque para o licenciamento aberto e gratuito destes recursos, assim como enfoque na utilização no processo de ensino e aprendizagem parece ser um ponto importante destacado pela UNESCO.

Costa (2014) traz contribuições ao discutir as principais características dos REA e o importante papel da “Declaração da Cidade do Cabo para Educação Aberta”, construída em 2007, a qual trouxe alguns princípios básicos sobre recursos educacionais abertos. Segundo essa declaração, os REA podem ser “planos de aula livros, jogos, *softwares*, periódicos e outros materiais de apoio ao ensino e aprendizagem ou ainda as tecnologias e/ou *softwares*

utilizados para o desenvolvimento ou a adequação do conteúdo de aprendizagem aberto” (CAPE TOWN OPEN EDUCATION DECLARATION, 2007, sp.).

O mesmo entendimento é apresentado por Sérgio Neto e Garcia (2013) ao se referirem aos REA como:

“[...] quaisquer suportes ou mídias como livros didáticos, textos, vídeos, softwares e outros materiais digitais que estejam disponíveis numa licença flexível ou em domínio público em formatos abertos ou livres para que outros possam usar, copiar, modificar, remixar e adequar aos diferentes contextos de trabalho ou sala de aula (SÉRIO NETO; GARCIA, 2013, p. 3).

O trecho acima descreve algumas características que um REA voltado à área educacional pode apresentar, entre elas, a possibilidade de modificação e cultura livre no desenvolvimento de recursos dessa natureza parece estar presente na visão dos autores supracitados. Desse modo dois princípios básicos parecem orientar o conceito de REA, entre eles estão: licenças de uso e abertura técnica, ou seja, essa liberdade de manipulação e possibilidade de reuso são características importantes desse tipo de recurso, pois fortalecem uma cultura de compartilhamento e colaboração cada vez mais comum na web e na sociedade do conhecimento (ROSSINI; GONZALEZ, 2012).

Ao discutir esta questão Wiley (2009) descreve as principais permissões ou direitos de uso dos conteúdos abertos, são elas:

- Reuso - o direito de reutilizar o conteúdo sem alteração em seu formato original, ou uma nova versão, em variedade de contextos.
- Revisão - o direito de ajustar, modificar, adaptar o conteúdo do objeto de aprendizagem.
- Remixar - o direito de combinar o conteúdo em seu formato original ou revisado com outros conteúdos, no intuito de criar algo novo.
- Redistribuir – o direito de compartilhar cópias do conteúdo original, suas revisões e remixagens com outras pessoas (WILEY, 2009).

Assim, considera-se de fundamental importância que o desenvolvimento de um REA leve em consideração tais liberdades previstas por Wiley (2009), visto que essas são características básicas de um REA e os distingue dos demais conceitos discutidos. Todavia, é importante salientar que o “advento de tecnologias de código aberto, de uma abordagem de desenvolvimento modular e de licenças de uso menos restritivas favoreceu o desenvolvimento

de REA com as características: Reuso, Revisão, Remixagem e Redistribuição” (OTSUKA et. Al, 2012, p.7).

Considerando o desenvolvimento de tecnologias de código aberto e a cultura de *softwares* livres foram propostas algumas iniciativas visando o licenciamento de REA tendo em vista suas especificidades. Nessa perspectiva surge a *Creative Commons*<sup>8</sup> (CC), um tipo de licença criada a partir do *Copyleft* (licença que surgiu com o paradigma do *software* livre) que “visa facilitar alguns usos na Internet. Sendo assim, ao invés de ter “*todos os direitos reservados*”, com o CC, têm-se alguns direitos reservados. E é o próprio autor quem escolhe quais direitos serão liberados” (COSTA, 2014, p.36, *grifo do autor*). Esse tipo de licença visa preservar os direitos e o reconhecimento do autor, entende-se que o produto é coletivo podendo ser aprimorado, modificado, utilizado pelos usuários em diferentes contextos.

Assim, entende-se que a pesquisa e o desenvolvimento de REA mostram-se essenciais “não só para aproveitamento de recursos, mas também como a contemplação de uma demanda advinda de uma nova dinâmica social de construção colaborativa e de inteligência coletiva” (OTSUKA et. al., 2012, p.2). Do mesmo modo acredita-se que seu desenvolvimento traz novas possibilidades de aquisição, disseminação e produção de conhecimentos em diversos níveis de ensino (DUTRA; TAROUÇO, 2007).

Traçando um paralelo dessas questões discutidas e o aplicativo QuiLegal entende-se que o mesmo traz as características básicas que permite caracterizá-lo como um REA que está licenciado sob a Licença *Creative Commons* (BY-NC), ou seja, com a atribuição (BY) onde os usuários podem copiar, distribuir e executar o aplicativo (protegido por direitos autorais) ou recursos digitais criados a partir dele, desde que seja dado o crédito ao(s) autor(es). Ainda, soma-se a essa licença a atribuição (NC), a qual permite os usuários copiar, adequar, distribuir o aplicativo e obras derivadas a partir dele, desde que não seja para fins comerciais.

Os conceitos até então discutidos (OA, OE e REA) e suas características, bem como a natureza dos conteúdos abertos e os princípios que norteiam sua produção e distribuição (Wiley, 2009) permite apontar que o aplicativo QuiLegal é um tipo de REA, pois apresenta um conjunto de características e atribuições que confere a ele maior flexibilidade quanto à produção e distribuição enquanto recurso. Tal característica deve-se a dois princípios básicos:

---

<sup>8</sup> *Creative Commons* é uma organização sem fins lucrativos que disponibiliza licenças flexíveis para obras intelectuais. Para entender o que são e quais tipos de licenças compreendem o *Creative Commons* acessar o sítio: <http://www.creativecommons.org.br/>.



licença de uso e tecnologias de código aberto, que criam possibilidades de outros usuários adequar, aprimorar e redistribuir o recurso de acordo com suas necessidades.

A definição de aplicativo como um tipo de REA apoia-se no entendimento de que os aplicativos construídos com objetivos educacionais trazem consigo conteúdos e tecnologias de código aberto que possibilita a integração de diferentes mídias (áudios, imagens, simulações, animações) e demais aspectos interativos em um único recurso, com o mesmo tipo de licença. Somam-se a estes aspectos a capacidade desses aplicativos atenderem a diferentes sistemas operacionais e não seguir um padrão rígido de desenvolvimento, o que pode conferir maior flexibilidade e autonomia do professor e do estudante ao explorarem o recurso.

#### **1.4 A visualização no ensino de Ciências e/ou Química**

Ao longo das últimas décadas muitos pesquisadores têm discutido a visualização como um aspecto importante para o ensino das ciências, visto que se vive em uma sociedade impregnada pela cultura visual, a chamada “civilização da imagem” (ROSSI, 2009). Nesse cenário a visualização tem papel importante no ensino e aprendizagem, em especial na área da Química caracterizada como uma ciência visual (ANDRADE NETO; RAUPP; MOREIRA, 2009). Outros autores ainda argumentam que na área de ciências a visualização é um “[...] ponto fundamental, pois sua aprendizagem envolve habilidades visuoespaciais que dão suporte para realizar determinadas operações cognitivas espacialmente” (RAUPP; SERRANO; MOREIRA, 2009, p. 66).

Assim, diferentes áreas do conhecimento têm utilizado recursos que exploram a visualização, como: imagens, vídeos, animações, gráficos, entre outros no processo de ensino. Somam-se a tais recursos outros componentes como som, textos, infográficos e suas combinações, de modo integrado ou mesmo individualizado podem auxiliar a construção de conhecimentos (HEIDRICH, 2009). Associado à visualização, os recursos audiovisuais também têm ganhado espaço na área de ensino devido a sua “capacidade de sintetizar em trechos curtos uma grande quantidade de conceitos, ideias, conhecimento superior a outras formas de comunicação” (GIORDAN, 2015, p. 3).

Esta integração entre os recursos audiovisuais a demais recursos como imagens, simulações, animações têm ganhado cada vez mais espaço na educação, tal demanda se deve às características e aplicações que tais recursos podem trazer para o processo de ensino e aprendizagem, como é o caso das imagens.

### 1.4.1 Imagens

Há autores que defendem a imagem como um dos elementos importantes no processo de ensino e aprendizagem e que as tecnologias de informação e comunicação modificaram as bases do conhecimento humano, até mesmo a produção de imagens (FERREIRA, 2013). As imagens estão cada vez mais presentes em nossa sociedade, não é novidade para as “crianças que desde cedo, aprendem a interagir com elas através de comandos nos videogames e computadores e aprendem a produzir e consumir imagens de toda ordem” (ROSSI, 2009, p. 9). Na educação,

[...] as imagens suprem as lacunas que a imaginação muitas vezes não consegue preencher ao descrever fenômenos reais, porém invisíveis para os olhos, e de difícil compreensão por parte de estudantes iniciantes no assunto em tela, principalmente na abordagem de temas complexos relacionados a disciplinas das áreas de ciências químicas, físicas e biológicas (HEIDRICH, 2009, p.33).

O excerto supracitado reforça o importante papel desempenhado pela visualização no ensino de Ciências Naturais, visto que a utilização de imagens pode ampliar as possibilidades de interpretação e compreensão daquilo que não é possível observar a olho nu, como é o caso das ligações químicas, exploradas pelo aplicativo QuiLegAI. Outros autores (e.g. HEIDRICH, 2009; ROSSI, 2009) ainda argumentam que a utilização da imagem pode ser útil, assim como tornar-se “um recurso didático, pois esse caráter intuitivo da linguagem visual pode facilitar a aprendizagem dos estudantes” (GIBIN; FERREIRA, 2013, p.20). Entende-se que as imagens são “referências mais concretas para o conteúdo teórico e, de maneira geral, combinadas com os textos, são capazes de aumentar e facilitar a compreensão do conteúdo” (HEIDRICH, 2009, p.77).

As imagens aliadas à oralidade, à escrita e à informática podem se mostrar mais eficazes no processo de ensino quando exploradas de forma conjunta, integrada ao construir novos conhecimentos (LÉVY, 1999). Sob o mesmo ponto de vista Sartori (1998) argumenta que as imagens não devem ser utilizadas isoladamente, pois tende a afastar a leitura e criar uma falsa sensação de entendimento podendo levar a interpretações equivocadas. Todavia, outros recursos como as animações e simulações, ligados à visualização também são apontados pela literatura como potenciais para a educação e o desenvolvimento de recursos educacionais voltados ao ensino de diferentes temas explorados nas Ciências Naturais.

### 1.4.2 Animações e Simulações

Braga (2014) a partir de uma releitura de Hoban (2009) descreve as animações como uma forma de “dar vida”, movimento a “objetos estáticos, que podem ser imagens, textos, etc. As animações são sequências de imagens individualmente concebidas, acompanhadas ou não de sons (BRAGA, 2014, p.23). Quanto a sua aplicação na área educacional estudos têm mostrado que as animações têm sido utilizadas “[...] para atrair a atenção, explicar e reforçar o conteúdo, apresentar fatos, conceitos e princípios, e são usadas para ações que não podem ser expressas adequadamente com imagens estáticas” (HEIDRICH, 2009, p.78). Bem como podem “ser usadas para explicar o funcionamento de um sistema, um objeto, um componente, entre outros, de modo a facilitar o entendimento sobre um determinado conteúdo” (TAROUCO et al., 2014, p.79).

Fernandes (2005) afirma que as animações tendem a “prender a atenção dos alunos, estimulando-os a prosseguir no estudo do *software*” (FERNANDES, 2005, p.53). Já Braga (2014) defende que “[...] as animações interativas podem se tornar ferramentas didáticas valiosas no auxílio aqueles alunos com alguma dificuldade de compreender conceitos abstratos” (BRAGA, 2014, p.23).

As simulações por sua vez podem ser compreendidas como uma forma de representação da realidade, ou comportamentos de determinados sistemas de reações por meio de modelos, os quais podem ser ajustados para verificação de diferentes resultados. Assim “as simulações são animações que representam um modelo da natureza e, devido a isso, podem ser muito utilizadas como objetos de aprendizagem” (BRAGA, 2014, p.25). É o que ocorre com as simulações computacionais, as quais “têm demonstrado ser uma ferramenta útil, pois possibilitam a reprodução de fenômenos em escala submicroscópica, trazendo para o concreto (*perceptível à visão humana*) situações que demandam um elevado grau de abstração” (BRASILEIRO; SILVA, 2015, p. 41, *grifo do autor*).

Os pontos aqui expostos são de fundamental importância e devem ser levados em consideração antes de se propor a utilização de animações e simulações enquanto recurso didático em atividades de ensino, pois, estes não garantem por si “a compreensão do mundo submicroscópico. Como as simulações são baseadas em modelos de situações reais, é importante que esses modelos e os limites de sua validade estejam bem claros para o professor e para os estudantes” (BRASILEIRO; SILVA, 2015, p.41).

Enfim, o que se propõe é que sua utilização em situações de ensino possa ser planejada, discutida e avaliada, enquanto recurso capaz de mediar o processo de construção do conhecimento, em especial o conhecimento químico e suas especificidades ao explorar os aspectos subatômicos envolvidos na composição da matéria. Não se pode esquecer que o vídeo também se constitui como um importante recurso ligado à visualização e que tem sido explorado por diversos professores em situação de ensino, a seguir serão apresentadas e discutidas algumas características desse importante recurso à disposição do docente.

### 1.4.3 Vídeos

Ao considerar que os recursos visuais são de fundamental importância para o ensino de Ciências da Natureza, não se pode esquecer que os vídeos se constituem como um destes recursos, que aliados a aspectos sonoros e à oralidade permitem um leque de aplicações na área educacional, inclusive para o desenvolvimento de aplicativos e demais recursos utilizados pelo professor na prática pedagógica.

Ferreira (2013) argumenta que a utilização de vídeos no ensino de Ciências surge como uma possibilidade do docente explorar experiências, fenômenos que muitas vezes não podem ser realizados no espaço de sala de aula. Assim, ao se referir sobre estudos de Arroio (2010), Ferreira (2013) destaca que “o vídeo permite mais do que uma transmissão de conhecimentos, permite a aquisição de todo o tipo de experiências: conhecimento, emoções, atitudes, sensações” (FERREIRA, 2013, p. 52). Leite (2015) descreve que “os vídeos educacionais são importantes materiais de apoio no processo de ensino e aprendizagem” (LEITE, 2015, p. 312) desde que sejam planejados e acompanhados de reflexões e análises.

Ao explorar a utilização desses recursos Heidrich (2009) afirma que o vídeo “permite adicionar realismo, fazer demonstrações mais complexas” o que fornece maior familiaridade com o tema e pode contribuir para uma maior compreensão do fenômeno estudado (HEIDRICH, 2009, p.79). Dessa forma, sua utilização em recursos educacionais deve prever “um conjunto de mecanismos de controle sobre a exibição dos vídeos (botões de parar, reiniciar, retornar, avançar e retroceder)” (TAROUCO, et al., 2009, p. 6) de modo que possa oferecer maior autonomia do estudante ao explorar tal recurso.

Do mesmo modo, o tempo do vídeo a ser explorado também é uma característica a ser considerada, uma vez que vídeos longos podem inviabilizar sua utilização, vídeos curtos são os mais indicados (SOUTO, BORBA, 2016). Sua utilização na composição de recursos

educacionais pode facilitar a abordagem de conceitos diversos, explorar temas específicos e ao mesmo tempo facilitam o acesso e a distribuição de tais recursos, bem como sua utilização na construção de aplicativos.

Tais características apontadas são importantes e foram cuidadosamente pensadas na construção do QuiLegAI, como forma de possibilitar ao estudante liberdade e autonomia ao explorar as diferentes mídias que compõem o aplicativo. Embora os aspectos visuais tenham sua importância para o processo de ensino, outras questões também se mostram pertinentes quando se discute o desenvolvimento de recursos educacionais, entre elas estão a ludicidade, enquanto característica capaz de despertar o interesse, alegria e participação dos estudantes, elementos esses presentes nos jogos e brincadeiras, comum a realidade vivenciada por muitos estudantes. Assim, compreender como a ludicidade pode ser integrada ao processo de construção do conhecimento se faz necessário como um dos elementos capazes de despertar a atenção, atrair os estudantes envolvendo-os em atividades que associem aspectos pedagógicos e lúdicos no processo de ensino e aprendizagem de Ciências e/ou Química.

### **1.5 A ludicidade no ensino de Ciências e Química**

As críticas ao ensino de Ciências discutidas no início desse estudo têm incentivado a construção de algumas iniciativas que buscam dar um direcionamento a área de Ciências da Natureza. Nesse sentido, tem sido discutida a Base Nacional Comum de Ciências da Natureza (BNCC), a qual tem enfatizado que o ensino deve ser realizado:

[...] a partir de diferentes estratégias e com o uso de múltiplos instrumentos didáticos, buscando sempre promover o encantamento, o desafio e a motivação de crianças, jovens e adultos para o questionamento. Para tal, deve mobilizar elementos lúdicos, por exemplo, como forma de promover a interação dos/as estudantes com o mundo, desde a Educação Infantil até o final do Ensino Médio, com múltiplas alternativas de ação, como recursos tecnológicos de informação e comunicação, jogos, brinquedos, modelos e exemplificações (BRASIL, 2016, p.151).

Ao considerar tais pressupostos percebe-se a necessidade de considerar diferentes aspectos e recursos de modo que possam contribuir para o ensino e aprendizagem dessa importante área. No entanto, antes é necessário a compreensão de alguns termos utilizados, nesse sentido alguns autores têm argumentado sobre a ludicidade como um termo mais amplo, entendida como uma área que estuda as diversas atividades que incluem o divertimento, prazer, envolvendo o sujeito de algum modo (MESSENDER NETO, 2016).

A ludicidade também é reconhecida enquanto “característica que expressa uma qualidade da atividade lúdica, o quanto a atividade pode ser divertida e prazerosa” (GARCEZ, 2014, p. 42). Messender Neto (2016) defende a ludicidade enquanto campo que envolve as atividades lúdicas, jogos, brincadeiras e suas relações com o prazer e o divertimento envolvido durante o processo de interação com o sujeito envolvido. Quanto à atividade lúdica Soares (2013) a descreve como “uma ação divertida, relacionada aos jogos, seja qual for o contexto linguístico, com ou sem a presença de regras, sem considerar o objeto envolto nessa ação. É somente uma ação que gera um mínimo de divertimento” (SOARES, 2015, p.35).

Esse tipo de atividade lúdica não se restringe apenas aos jogos, mas pode ser empregada em diversas brincadeiras ou mesmo em outros recursos digitais. Sua utilização se justifica, pois “brincando, o aluno/jogador se apropriará ludicamente do conhecimento veiculado pelo jogo ou pela atividade ou, ainda, pelo brinquedo” (SOARES, 2015, p.68).

Ainda que se constitua como uma possibilidade do estudante exercitar o conhecimento envolvido no recurso ou atividade, cabe ao professor direcionar os reais propósitos de sua exploração. Tendo em vista, que o manuseio estabelece uma interação importante à “medida que proporciona um acesso lúdico ao conhecimento, implícito no material” (SOARES, 2015, p.68), mas pode não ser o suficiente, o que demanda outras estratégias do professor com o intuito de explorar esses aspectos lúdicos e pedagógicos envolvidos em uma atividade de ensino.

Ao se referir sobre o termo lúdico, palavra que tem origem no latim “*ludus*” e significa jogo, alguns autores tem apontado o mesmo como um aspecto presente em jogos, brincadeiras, atividades que “facilita a aprendizagem, o desenvolvimento pessoal, social, cultural [...] facilita os processos de socialização, comunicação, expressão e construção do conhecimento” (SANTOS; CRUZ, 2002, p.12).

Messenger Neto (2016) defende que o lúdico

[...] deve ser pensado como um meio para o professor disponibilizar para os estudantes o conhecimento sistematizado. No caso das aulas de química ele deve ser um modo de ajudar o estudante a se apropriar do conhecimento químico (NETO, 2016, p.37).

O autor faz referência à ideia de que na escola o conhecimento é passado de uma geração a outra e não à ideia de uma aprendizagem mecânica, característica do modelo tradicional amplamente criticado pela transmissão passiva de saberes. Quanto ao lúdico, o que de fato parece importar é a sua contribuição para a área educacional, em especial para o

ensino, desse modo destaca-se que “a ludicidade tem entrado na sala de aula como um motivo paralelo realmente eficaz para a atividade de estudo e para a aprendizagem de conceitos” (MESSENDER NETO, 2016, p.183).

Soares (2015) afirma que um dos resultados que se espera ao desenvolver atividades lúdicas com foco na abordagem de conteúdos é que os estudantes também se divirtam no processo de construção do conhecimento, pois a química “pode e deve ser ensinada e aprendida de forma divertida. E é nesse aspecto que surge a interação entre estudantes e professores. A ludicidade quebra algumas barreiras de poder e aproxima aprendiz e mestre. Há divertimento em se ensinar e aprender” (SOARES, 2015, p.184). De fato, há uma intenção em tornar o processo de ensino muito mais dinâmico, interativo e porque não dizer divertido, é claro que integrar tais características à prática pedagógica, ainda parece ser um desafio, mas podem fomentar a construção e a reflexão dos docentes quanto à utilização de novas estratégias metodológicas e recursos digitais que levem em consideração os aspectos discutidos.

Ao que parece, os aspectos lúdicos presentes em jogos, atividades e brincadeiras têm como um dos propósitos despertar a atenção, a alegria e contribuir no sentido de levar o estudante a se envolver nas atividades propostas. O que pode motivá-lo a se interessar pelos conteúdos científicos explorados no ambiente escolar, bem como auxiliar o docente no processo de ensino. Assim, compreende-se a motivação como um dos elementos importantes desse processo de construção do conhecimento.

### **1.5.1 Motivação**

O processo de construção do conhecimento pode ser influenciado por uma série de fatores, nesse processo considera-se que um dos princípios-chave é a motivação, todavia defende-se que para compreender a motivação, enquanto parte integrante do processo é preciso considerar um conjunto de fatores envolvidos. Desse modo, compreendê-la:

[...] exige considerar as características pessoais dos alunos, tendo em vista que a motivação se mostra diferente para cada indivíduo, à medida que possuem perspectivas de vidas distintas; como também, o conjunto de fatores que se inter-relacionam no contexto escolar, ao passo que estes influenciam de forma significativa na motivação de cada aluno para a aprendizagem (CARVALHO; PEREIRA; FERREIRA, 2007, p.24).

A compreensão apresentada pelos autores supracitados mostra que o despertar da motivação relaciona-se a uma série de fatores tanto internos quanto externos ao indivíduo, bem como é influenciado pelo próprio ambiente escolar. Tais questões parecem se ligar a um dos grandes desafios desse século, como proporcionar um ensino que ao mesmo tempo estimule a motivação e contribua para a construção do conhecimento científico, uma vez que o prazer e a alegria são aspectos importantes a serem considerados no processo de ensino e aprendizagem (CARVALHO et al., 2010).

Com o mesmo entendimento descreve-se que “estudar de forma diferente e interativa motiva o estudante, pois traz possibilidade de recorrer à habilidades diversas em atividades de interesse” (SILVER, STRONG, PERINI, 2000, sp). Nesse sentido Pozo e Crespo (2009) salientam que a motivação deve ser considerada uma condição prévia para a aprendizagem, no entanto ela não deve ser considerada a única, já que existem outros caminhos que levam à aprendizagem.

No decorrer do processo de ensino, também cabe ao professor poder despertar o interesse e a motivação do estudante, com a construção de metodologias que tornem o processo de ensino muito mais dinâmico e criativo, já que a motivação “não é uma responsabilidade somente dos alunos, mas também o resultado da educação que recebem, [...] desse modo, a motivação intrínseca, surgirá quando o que leva o aluno a esforçar-se será compreender o que estuda, dar-lhe significado” (POZO; CRESPO, 2009, p.43).

Se de fato discute-se a necessidade de considerar uma série de fatores que podem auxiliar e contribuir para a motivação, não se pode deixar de fora a influência das tecnologias digitais (vídeos, games, softwares, aplicativos, imagens, sons), as quais os jovens estão habituados e constitui-se parte da realidade que vivenciam. Estudos de Rosas e Behar (2010) discutem a importância da música, dos diferentes arquivos de áudio (narração, trilha sonora, sonorização) como elementos significativos na composição de objetos de aprendizagem, visto que a música “possui funções distintas como: decorar, motivar, descontrair, gerar um ambiente, juntamente com a mediação do professor, pode favorecer a aprendizagem” (ROSAS; BEHAR, 2010, p.7), despertar o interesse e a motivação do estudante ao explorá-lo.

Os autores supracitados ainda defendem que “a música favorece o raciocínio, evoca sentimentos e tem a capacidade de mudar estados de ânimo, atingindo a dimensão cognitiva e afetiva do ser humano” (ROSAS; BEHAR, 2010, p.2). Ao considerar que tais características podem atrair os estudantes e são comumente encontradas em diversos recursos como: jogos interativos, filmes, *softwares*, desenhos, aplicativos, entre outros, talvez, de fato possam ser



explorados como alternativas para o ensino de Ciências, visando alargar o leque de possibilidades que o docente pode utilizar em situação de ensino (CALIL, 2013).

### **1.5.2. Jogos digitais e brincadeiras: principais características e funções**

Ainda que aqui o propósito não seja discutir os diferentes tipos de jogos, sejam eles digitais ou não, mas, sobretudo compreender melhor as características e aspectos que os compõem, bem como seus desafios e limitações quando associados ao contexto educacional em que podem ser inseridos. O que tem intrigado muitos pesquisadores a pesquisar sobre o assunto e investigar o que de fato os jogos têm que atraem o interesse dos estudantes e, ao mesmo tempo, como poderiam contribuir com o processo de ensino, em especial os jogos digitais, comuns à realidade de milhares de jovens.

Estudos a esse respeito ressaltam que “os jovens seduzidos pelos jogos digitais permanecem longos períodos totalmente empenhados nos desafios e fantasias desses artefatos de mídia, dando a impressão de que são imunes às distrações” (SAVI; ULBRICHT, 2008, p.2). Ao que parece os desafios e as fantasias são dois elementos que compõem os jogos e podem despertar a atenção e o interesse dos estudantes. Estudos de Balasubramanian e Wilson (2006) argumentam que alguns dos componentes dos jogos digitais podem despertar a motivação dos estudantes, entre eles, problemas ou desafios, curiosidades, interações do jogador, *feedback* e resultados.

Tais componentes por sua vez podem compor os jogos didáticos, descritos por Cunha (2012) como aquele diretamente ligado “[...] ao ensino de conceitos e/ou conteúdos organizados com regras e atividades programadas e que mantém um equilíbrio entre a função lúdica e a função educativa do jogo, sendo, em geral, realizado em sala de aula ou no laboratório” (CUNHA, 2012, p.95). Por outro lado, acredita-se que “independente da forma como vai se chamar o jogo, o que realmente importa para o professor é se o conteúdo está presente e se ele ocupa um lugar central no jogo” (MESSENDER NETO, 2016, p.179). Pois na visão desse autor o jogo no contexto de ensino não é a atividade principal, mas ele passa a desempenhar outro papel, que é auxiliar o processo.

Ao se referir sobre a questão Kishimoto (1996) alerta que o jogo didático deve equilibrar duas funções: a função lúdica e a função educativa. A primeira diz respeito à presença de elementos que proporcionem diversão e prazer, todavia a função educativa relaciona-se à presença de situações que permita ao estudante aprender durante o ato de jogar.

Ao discutir o equilíbrio dessas duas funções alguns aspectos devem ser considerados, assim ressalta-se que:

[...] se houver um desequilíbrio entre elas, provocaremos duas situações: quando a função lúdica é maior que a educativa, não temos mais um jogo educativo, mas somente o jogo. Quando temos mais a função educativa do que a lúdica, também não temos mais um jogo educativo e sim um material didático nem sempre divertido (SOARES, 2013, p.46).

Certamente encontrar esse ponto de equilíbrio é o grande desafio, contudo os diferentes elementos que compõem esse tipo de recurso podem favorecer e atrair a atenção dos estudantes. Assim, quando “o educador insere uma atividade lúdica na sala de aula ele precisa estar consciente que seu fim último é fazer o aluno migrar do interesse pelo jogo (aquilo que o movimenta, inicialmente) para o estudo (motivo final almejado)” (MESSENDER NETO, 2016, p.184). Moratóri (2003) argumenta que “[...] um jogo, para ser útil no processo educacional, deve promover situações interessantes e desafiadoras para a resolução de problemas, permitindo aos aprendizes uma auto avaliação quanto aos seus desempenhos” (MORATÓRI, 2003, p. 9)

Por meio das possibilidades de interação criadas pelos jogos o estudante, pode ser o “protagonista do seu processo de aprendizagem porque utiliza as tecnologias que lhe são contemporâneas na construção do conhecimento. Por se tratar de um recurso lúdico, o aluno pode aprender se divertindo” (BRAGA, 2014, p.124).

## **1.6 O estudante do século XXI**

Os jovens deste século estão cada vez mais acostumados a obter informações de “forma rápida e interagir com diversas mídias ao mesmo tempo em função de sua convivência diária com computadores, videogames, áudio e vídeo digital praticamente desde que nasceram” (LEITE, 2015, p.81). Os docentes, tidos como imigrantes digitais “preferem textos a imagens; já os nativos, ao contrário, preferem imagens a textos” (MATTAR, 2010, p.10).

Para essa nova geração, “a educação tradicional, centrada no professor, desenvolvida de forma linear fundamentalmente baseada em texto e excessivamente expositiva, não faz sentido. A nova geração está acostumada a agir em vez de passivamente assistir” (SACCOL; SCHLEMMER; BARBOSA, 2012, p.21). Prensky (2001) defende a necessidade de discutir se as novas necessidades criadas por esse público educacional, dar voz à geração dos nativos

digitais, conhecer melhor suas demandas de formação e seus anseios, caso contrário a escola e os processos educacionais se distanciaram cada vez mais da realidade desses jovens.

O ensino para essa geração, descrita por alguns pesquisadores como residentes digitais “é uma construção focada na interação de forma que possam negociar e trocar informação com base em princípios coletivos, em que sua opinião não é apenas respeitada, mas também levada em consideração” (LEITE, 2015, p.81). Nesse contexto, a escolha de um recurso educacional “[...] deve satisfazer as intenções do professor e as características dos estudantes; possibilitar vários estilos e tipos de aprendizagem; e aproveitar [...] em particular, a interatividade e o controle do usuário sobre o que aprende” (EICHLER; DEL PINO, 2000, p.838).

Outra questão posta diz respeito à necessidade de reconhecer que os jovens desse século aprendem de diversas maneiras, inclusive com as tecnologias digitais, o que permita aproveitá-las no ensino, bem como desenvolver atividades que estimulem outras formas de produzir conhecimentos respeitando as características de aprendizagem de cada estudante (MATTAR, 2010). Ao que parece, os recursos digitais, quando devidamente planejados quanto aos objetivos que se pretende alcançar com sua utilização, podem ser promissores para o ensino dos estudantes do século XXI, os quais não querem mais ser passivos e sim participantes ativos do processo de ensino (KENSKI, 2012).

Integrar as tecnologias digitais contemporâneas à realidade vivenciada pelos jovens no ambiente escolar é uma alternativa para o ensino, já que a “possibilidade de interação entre professores, alunos, objetos e informações envolvidos no processo de ensino redefine toda a dinâmica da aula” (KENSKI, 2012, p.2012). Em vista disso, pode desencadear um processo de construção de conhecimentos muito mais participativo, dinâmico, rico em interações entre os envolvidos, mediados por tecnologias em prol de um objetivo comum, capaz de contribuir tanto com o docente quanto o estudante na compreensão dos mais diversos temas.

### **1.7 Formação Docente e tecnologias digitais**

Leite (2015) ressalta que a formação do professor por muito tempo esteve voltada à transmissão de conhecimento e de destrezas, logo os reflexos dessa formação se voltam para a preparação de alunos e, conseqüentemente, dos novos professores. Assim, repetem-se as mesmas metodologias características de um ensino passivo, fundado na memorização de definições, conceitos e de classificações sem qualquer sentido para o estudante, amplamente criticado e combatido por diversos autores (e. g. POZO; CRESPO, 2009; CALIL, 2013).

Alguns autores vão além ao afirmar que o modelo educacional vigente no Brasil é o “tradicional”, no qual “o conhecimento constitui-se na simples transmissão de informações e a aprendizagem é a recepção e armazenamento destes na memória” (CALIL, 2013, p. 140).

Pensar a formação inicial e permanente certamente é um dos desafios desse século frente às transformações tecnológicas ocorridas, pois não cabe mais ao docente o papel de detentor do saber, a “tecnologia, assim como qualquer produto social, não é por si só positiva ou negativa. Seu resultado prático vai depender grandemente do tipo de uso que dela fazemos” (BRAGA, 2009, p.189). Leite (2015) argumenta que não é o fato de utilizarmos as tecnologias digitais que irá levar os estudantes a “aprender melhor e sim como utilizamos esses meios e como promovemos a construção desses processos” (LEITE, 2015, p.29).

A profissão docente, nos dias atuais exige muito mais do que o domínio de competências, conteúdos e metodologias. Sobretudo é preciso estar em “sintonia com as mudanças que a tecnologia nos aponta como desafios, é criar novos espaços de aprendizagem, é buscar alternativas para que, dentro ou fora da sala de aula, os estudantes tenham espaços de interação, colaboração e aprendizagem” (MACIEL; BACKES, 2013, p.161). No entanto, muitas vezes a “pressão imposta ao professor pode levá-los à utilização errônea das ferramentas tecnológicas” (LEITE, 2015, p.32).

Quando se discute a utilização das tecnologias digitais a formação docente é um dos focos de debate, contudo atualmente não há um consenso quanto a seu uso. Visto a multiplicidade de opiniões, para os mais ligados às mudanças tecnológicas é uma oportunidade imperdível, uma opção para se atualizarem e para os mais resistentes o aprendizado das tecnologias é visto com certa desconfiança (MACIEL; BACKES, 2013).

Talvez tal fato encontre respaldo na formação permanente em tecnologias educacionais, concepção essa que difere da concepção de “formação continuada”, pois implica em compreender o docente como um “eterno aprendiz”, um estudante com atualização permanente que vai além de semanas pedagógicas ou cursos de capacitação ocasionais (DEMO, 2011).

Quanto às universidades, essas parecem ter também sua parcela de culpa, pois “defendem a formação permanente, mas, nelas mesmas, essa dinâmica é cerceada, porque tendem a permanecer no mesmo lugar, na mesma didática, na mesma aula e na mesma prova” (DEMO, 2011, p.30). Todavia, quanto aos objetos educacionais afirma-se que “já são uma realidade nas instituições de ensino universitário, porém a divulgação interna e externa é baixa. Na maioria dos casos, os materiais ficam restritos aos docentes que trabalham com a tecnologia” (MACIEL; BACKES, 2013, p. 165). No ensino de Ciências, a realidade parece

não ser muito diferente, Calil (2013) destaca que os docentes têm explorado pouco os instrumentos e recursos didáticos em sala de aula.

A formação inicial e continuada também deveria proporcionar o domínio da técnica, ou conjunto de domínios e habilidades do mediador, enquanto mobilizador de “saberes e recursos tecnológicos adequados para o ensino de determinado conteúdo” (CORREA, 2015, p104). Visto que a “[...] preocupação do docente com o uso de recursos digitais não deve ser unilateral. Ele também precisa apropriar-se da tecnologia para que o processo ensino-aprendizagem seja pleno” (MACIEL; BACKES, 2013, p.175).

Em uma perspectiva ainda mais recente, Nichelle (2014) argumenta que com o desenvolvimento das tecnologias digitais móveis caminha-se no sentido da “adoção das TMSF na formação inicial, não como atividade complementar, mas sim como uma prática pedagógica adotada pelos docentes do curso de graduação em suas disciplinas regulares, pode contribuir para um nível mais elevado de promoção da naturalização dessas TMSF no âmbito educacional” (NICHELLE, 2014, p. 206).

Portanto, se reconhece que há um movimento de discussão, produção científica e desenvolvimento de políticas públicas com foco na melhoria da formação inicial e continuada dos professores, tendo em vista a utilização de tecnologias digitais no processo de ensino e aprendizagem. A construção desse processo de mudança é longo e desafiador, pois requer do professor novos domínios e competências, que vão além do conhecimento técnico, mas sobretudo a construção de uma nova concepção de ensino capaz de integrar e explorar as potencialidades que as tecnologias digitais (imagens, vídeos, animações, aplicativos, *tablets*, computadores) podem trazer para a área educacional. É com esse enfoque que o capítulo seguinte apresenta o percurso de desenvolvimento do aplicativo QuiLegAl, uma tecnologia digital desenvolvida para atender o ensino de Ciências Naturais.

## CAPÍTULO 2. ASPECTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA

*“Na vida, não existe nada a temer, mas a entender”  
(MARIE CURIE)*

A investigação científica requer do pesquisador a adoção de uma metodologia que lhe dê subsídios para atribuir sentidos e significados aos dados, assim como conhecer os procedimentos que levam à sua produção e análise (MINAYO, 2014). Nesse processo são valorizadas as perspectivas dos sujeitos e do pesquisador. Este último, por sua vez, constrói, à luz de seus conhecimentos, teorias e interpretações da realidade, um conjunto de conhecimentos que permite o aprofundamento e a compreensão da questão investigada (JACON, 2014).

Ao considerar esses aspectos destaca-se que a opção metodológica adotada se caracteriza como uma pesquisa exploratória e experimental, esta última consiste essencialmente em “determinar um objeto de estudo, selecionar as variáveis capazes de influenciá-los e definir as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objeto” (GIL, 2007, p.48). Apresenta características da pesquisa participante, bem como uma abordagem qualitativa de análise. Os diferentes aspectos metodológicos adotados nortearam a implementação das diversas funcionalidades para que o aplicativo fosse construído e testado, antes de ser colocado à disposição dos docentes.

Desse modo, o presente capítulo apresenta e justifica a opção metodológica adotada nesta investigação, de forma a melhor responder os problemas da pesquisa: *a utilização de um aplicativo (QuiLegal) pode contribuir com a abordagem e/ou ensino de conteúdos problemáticos apontados pelos docentes no ensino de Ciências? O aplicativo QuiLegal pode despertar o interesse dos estudantes no que diz respeito aos conteúdos apontados como problemáticos no ensino de Ciências Naturais explorados no nono Ano do Ensino Fundamental?*

Dessa forma discorre-se inicialmente sobre a metodologia da pesquisa, na sequência apresentam-se os procedimentos utilizados na produção e análise dos dados, bem como a metodologia que caracteriza o desenvolvimento do aplicativo QuiLegal.

### 2. 1 Delineamento da Pesquisa

A questão a ser investigada na referida pesquisa e sua aplicação no contexto escolar revelam características que possibilitam o desenvolvimento de uma pesquisa exploratória, com características de pesquisa participante e abordagem de análise qualitativa. A esse respeito argumenta-se que a abordagem qualitativa deve ser realizada quando se busca “compreender a perspectiva dos participantes sobre os fenômenos que os rodeiam, aprofundar em suas experiências, pontos de vista, opiniões e significados” (SAMPIERI; CALLADO; LUCIO, 2013, p. 376), ou mesmo compreender a forma como os mesmos percebem sua realidade.

Os autores supracitados complementam essa ideia ao defenderem que sua utilização também se aplica quando “o tema do estudo foi pouco explorado, ou que não tenha sido realizado pesquisa sobre ele em algum grupo social específico” (SAMPIERI; CALLADO; LUCIO, 2013, p. 376) como é o caso do aplicativo QuiLegAI, avaliado por um grupo de docentes, sujeitos dessa pesquisa. Desse modo, a opção metodológica adotada para a análise dos dados fundamenta-se nas contribuições da abordagem qualitativa.

A esse respeito, Bogdan e Biklen (1994) descrevem que a pesquisa qualitativa apresenta algumas características que podem auxiliar o pesquisador a alcançar os objetivos que se propõe, entre elas estão: o contato do pesquisador com o ambiente a ser investigado; o fato de ser descritiva proporciona a produção de dados na forma de transcrições de entrevistas, memoriais, notas de campo, entre outros, todavia há, nesse sentido, uma preocupação maior com o processo e não apenas com os resultados. Soma-se a essas características o fato do pesquisador utilizar a indução como uma estratégia para analisar os dados, assim como buscar compreender o “significado” das ações e diálogos dos envolvidos (BOGDAN; BIKLEN, 1994).

Segundo Gil (2007, p. 55), “a pesquisa participante [...] caracteriza-se pela interação entre pesquisadores e membros das situações investigadas”. No entanto, a pesquisa participante toma a participação dos envolvidos como uma condição necessária, propõe o equilíbrio entre a pesquisa e a participação, assim ela somente se constitui enquanto estratégia “se for capaz de gerar conhecimentos, favorecer a participação dos envolvidos” (MAXIMO, 2006, p.31). Por sua vez a pesquisa participante não se esgota “[...] na figura do pesquisador, dela tomam parte pessoas implicadas no problema sob investigação, fazendo que a fronteira pesquisador/pesquisado, ao contrário do que ocorre na pesquisa tradicional, seja tênue (MORESI, 2003, p.8).

A utilização da pesquisa participante como estratégia de pesquisa, permite que a produção de conhecimentos não seja feita “de modo isolado do sujeito, mas em presença e

implica num compromisso efetivo com suas vivências e necessidades sociais cotidianas” (FAERMAM, 2014, p.45). O que nos remete ao envolvimento dos sujeitos dessa pesquisa, ao apontarem as fragilidades e os conteúdos considerados problemáticos no ensino de Ciências, bem como a avaliação do aplicativo por meio de diferentes interações com QuiLegAI, o que permitiu ampliar a compreensão de suas potencialidades e limitações.

Brandão e Streck (2006) vão além ao apontar que a pesquisa participante é realizada em “um espaço de interlocução onde os atores implicados participam na resolução dos problemas, com conhecimentos diferenciados, propondo soluções e aprendendo na ação” (BRANDÃO; STRECK, 2006, p. 156).

Tais características da pesquisa participante se associam ao papel desempenhado pelos sujeitos envolvidos nesta pesquisa, os quais avaliaram criticamente o QuiLegAI, assim ao interagirem e explorarem o recurso trazem à tona reflexões sobre um conjunto de questões que vão além dos aspectos técnicos e pedagógicos, o que pode levar ao conhecimento de possibilidades e limitações quanto a sua utilização no ensino de Ciências. A pesquisa participante tem apontado que nesse processo investigativo constrói-se uma relação de troca de saberes que vai além da coleta de dados. Visto que ao mesmo tempo em que o sujeito pesquisado “[...] traz suas respostas às questões da pesquisa, emite sua opinião, seus saberes, seus valores e suas crenças, apreende o que lhe traz o pesquisador, que não apenas indaga, mas expressa também conhecimentos sobre a questão pesquisada” (FAERMAM, 2014, p.51). Sobretudo, cria-se um espaço de reflexão e participação sobre a problemática investigada, assim como permite ao pesquisador e aos sujeitos refletirem sobre as estratégias que podem levar a sua solução.

Diante dos aspectos apresentados, acredita-se que a pesquisa participante é uma metodologia apropriada para ser utilizada nesta pesquisa, visto que a mesma não se limita apenas à compreensão da realidade, participação e apontamentos evidenciados pelos sujeitos ao explorarem o aplicativo. Porém, importa-se com a mudança na prática pedagógica dos envolvidos no ensino de Ciências, ainda que não caiba nessa pesquisa, uma intervenção na realidade dos sujeitos com a utilização do QuiLegAI, em virtude do tempo. Todavia, a mesma, sem dúvida, traz provocações que visam contribuir para a melhoria da prática pedagógica do professor.

A abordagem qualitativa justifica-se, pois permite compreender melhor todo o processo de avaliação desencadeado pelas percepções dos envolvidos, ainda permite a descrição detalhada do processo, pois os depoimentos e ações dos atores envolvidos estão repletos de significados que precisam ser discutidos e analisados. Desse modo são necessários



alguns procedimentos que permitam a produção e a posterior análise dos dados, assim acreditou-se que o experimento de ensino, enquanto procedimento pode trazer contribuições importantes para a produção dos dados dessa pesquisa.

## 2.2 Experimentos de ensino

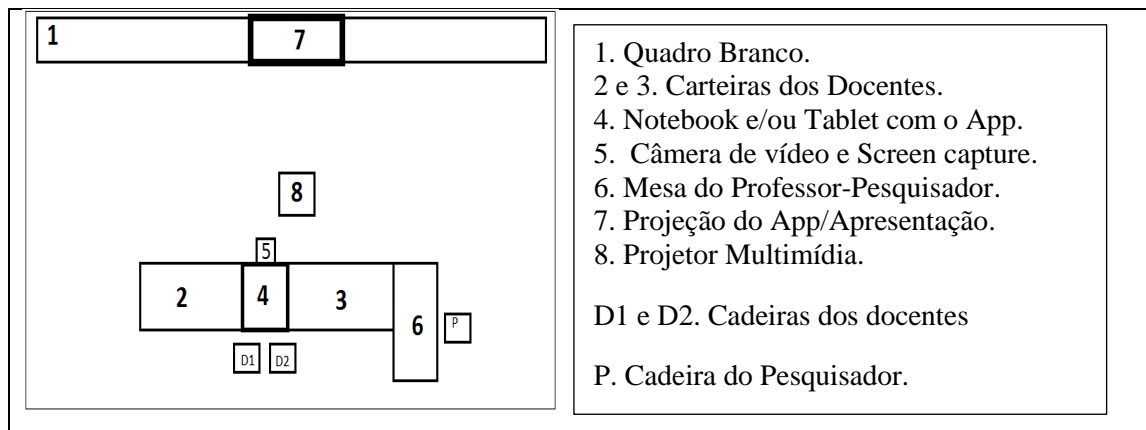
Experimentos de ensino são procedimentos de investigação pouco explorados na área educacional, embora tenha alguns estudos na área de matemática (SCUCUGLIA, 2006). Todavia, compreende-se que o mesmo traz contribuições importantes que podem auxiliar a investigação e análise dos aspectos que dizem respeito à avaliação do aplicativo QuiLegAl, objeto de estudo dessa pesquisa. O experimento de ensino é descrito como “uma ferramenta conceitual que os pesquisadores usam na organização de suas atividades” (STEFFE; THOMPSON, 2000, p.273) o qual tem como um dos objetivos compreender a construção do conhecimento tendo em vista a interação dos sujeitos por meio da experimentação. A esse respeito Scucuglia (2006) argumenta que os:

[...] experimentos de ensino podem ser entendidos como séries de encontros entre estudantes e pesquisador, que se estendem por um certo período de tempo, [...] onde o pesquisador que os promove busca uma estruturação da forma como os estudantes estão pensando no processo de exploração de problemas” (SCUCUGLIA, 2006, p. 36).

Nessa perspectiva, ao se apoiar sobre as ideias de Steffe e Thompson (2000), Scucuglia (2006, p. 36) argumenta que “[...] as conjecturas e inferências elaboradas nas sessões de experimentos de ensino, identificadas a partir das ações e linguagens dos estudantes (com a tecnologia), permitem que o pesquisador identifique nuances epistemológicas no processo de investigação”.

Embora o foco do presente trabalho não tenha sido a investigação matemática, tais procedimentos foram adaptados de modo que pudessem auxiliar a investigação, no que diz respeito à avaliação do aplicativo a partir do olhar docente. À medida que os pares discutem entre si as situações propostas pelo aplicativo surgem novas indagações e observações que ampliam o olhar crítico sobre o objeto analisado, visto o duplo papel que desempenham, o de avaliador e o de aprendiz. Algumas adaptações foram feitas a partir do modelo proposto por Scucuglia (2006), na Figura 1 tem-se a descrição da organização e os componentes do experimento realizado.

**Figura 1:** Modelo organizacional do experimento de ensino com tecnologia



Fonte: Elaboração própria adaptado de Scucuglia (2006)

No que se refere à aplicação do experimento representado, tais descrições serão apresentadas e discutidas no item 3.2.5 (Etapa 05: Coleta de dados e Avaliação do Aplicativo QuiLegAl). Destaca-se que a escolha do experimento de ensino enquanto procedimento de pesquisa se justifica pelo fato de ele proporcionar ao pesquisador um leque maior de possibilidades de investigação que vão além dos questionários avaliativos utilizados para validação de *softwares* educacionais.

Cabe aqui desconsiderar o importante papel do questionário (Apêndice B) para avaliação dos diferentes aspectos que envolvem um REA, como é caso do aplicativo desenvolvido. Entretanto, acredita-se que esse não deve ser o único instrumento a ser utilizado, assim visualiza-se no experimento de ensino adaptado<sup>9</sup> para essa investigação uma alternativa importante que pode enriquecer a produção de dados e contribuir para a análise no que diz respeito às limitações e possibilidades do aplicativo QuiLegAl.

A abordagem avaliativa inicial realizada pelos sujeitos dessa pesquisa teve como base os aspectos investigados pelo questionário avaliativo, os dados produzidos por este instrumento, juntamente com as demais fontes, forneceram subsídios que permitiram ampliar a compreensão sobre a problemática investigada. Essa compreensão deve-se à triangulação das diferentes fontes e à análise dos dados produzidos.

### 2.3 Sujeitos da Pesquisa

Os professores que compõem a pesquisa são professores da escola pública estadual de Mato Grosso e atuam ou já atuaram no ensino de Ciências Naturais, em especial no 9º Ano,

<sup>9</sup> A adaptação proposta deve-se à retirada de um terceiro elemento, ou seja, o indivíduo que operaria a câmera para realizar a filmagem durante a interação dos sujeitos com o aplicativo avaliado, assim optou-se por utilizar a própria câmera de vídeo do notebook para captar os momentos de discussão, diálogos ao avaliarem o QuiLegAl.

com experiência mínima de 02 (dois) anos. Tais critérios relacionam-se ao fato de que ao atuar certo tempo na área específica o docente acaba conhecendo melhor as fragilidades e desafios que encontra ao lecionar os conteúdos abordados, bem como as problemáticas que envolvem o ensino de Ciências. Tais docentes tiveram participação em dois momentos da pesquisa. Inicialmente, responderam o questionário diagnóstico (Apêndice A) que tinha como propósito identificar os tópicos/conteúdos relacionados à Química considerados problemáticos do ponto de vista do ensino, na abordagem de Ciências Naturais.

O referido questionário foi inicialmente respondido por 10 professores que atendiam aos critérios anteriormente descritos. Tais docentes pertenciam a quatro escolas estaduais dos municípios de Guarantã do Norte, Terra Nova do Norte, Nova Santa Helena e Barra do Bugres. Essas cidades foram escolhidas pelo fato do pesquisador conhecer um pouco da realidade das mesmas, uma vez que reside na região norte do estado e conhece os municípios anteriormente mencionados.

Oito meses depois da coleta de dados do questionário diagnóstico, ocorreu novo contato do pesquisador com os professores com o intuito de saber quais docentes estavam na escola, se estariam atuando e em que área. Após esse primeiro contato verificou-se que dos 10 professores apenas 4 estavam em sala de aula, destes, apenas dois estava lecionando Ciências no nono ano do Ensino Fundamental. Dessa maneira, optou-se por realizar o experimento de ensino com esse pequeno grupo, quatro professores, os quais compõem essa pesquisa. Cabe ressaltar que a participação dos sujeitos se efetivou a partir da assinatura do Termo de Consentimento e Livre Esclarecido (TCLE) aprovado pelo Comitê de Ética e registrado conforme o parecer número 1.693.817/2016 (Apêndice C).

Os docentes (duas duplas), sujeitos dessa pesquisa, integram o quadro de docentes contratados de duas escolas estaduais localizadas em municípios diferentes, sendo eles: Guarantã do Norte e Nova Santa Helena. Os profissionais lecionam e/ou já lecionaram a disciplina de Ciências Naturais no Ensino Fundamental, em especial no nono ano, com experiência mínima de dois anos, o que atende aos critérios mencionados para essa pesquisa.

## **2.4 Instrumentos de produção e metodologia de análise dos dados**

Para o desenvolvimento dessa pesquisa utilizaram-se diferentes instrumentos, entre eles, questionários (diagnóstico (Apêndice A) e avaliativo (Apêndice B)), registros de áudio (*podcast*) e audiovisual (*Screen capture*), caderno de campo e entrevista. Essa última, de caráter mais aberto, teve como propósito identificar indícios que respondessem à questão

investigada. Os relatos e diálogos dos docentes participantes da pesquisa foram registrados em aparelho mp3 e, posteriormente, transcritos de modo que pudessem facilitar o processo de seleção e análise dos dados. A utilização da entrevista enquanto técnica justifica-se, pois permite “recolher dados descritivos na linguagem do próprio sujeito, permitindo ao investigador desenvolver intuitivamente uma ideia sobre a maneira como os sujeitos interpretam o mundo” (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p.134).

Tendo em vista a opção metodológica já mencionada, acredita-se que tais instrumentos são convenientes e se complementam, na medida em que podem produzir dados que possibilitem ampliar a compreensão dos aspectos avaliados pelos docentes ao explorarem e avaliarem o QuiLegAl. A utilização do *software aTube Catcher*<sup>10</sup> nos permitiu gravar em tempo real a tela do computador/*tablet* com o aplicativo, assim os movimentos, diálogos e ações realizadas pelos docentes ao longo da exploração e/ ou avaliação do aplicativo foram coletados visando identificar possíveis pontos problemáticos evidenciados durante a interação dos docentes com o aplicativo. Do mesmo modo, o questionário avaliativo permitiu que os docentes fizessem apontamentos considerando as três dimensões apresentadas: Técnica, Didático-pedagógica e Química.

Todos esses instrumentos permitiram a produção de dados, os quais forneceram indicativos da questão investigada, no entanto, extrair os significados e sentidos que estão por trás das falas exige um esforço teórico do pesquisador no sentido de “ultrapassar o nível do senso comum e do subjetivismo na interpretação de documentos, textos literários, biografias, entrevistas ou resultados de observação” (MINAYO, 2014, p. 308). Assim os dados obtidos junto aos sujeitos da pesquisa foram transcritos e na sequência, foi feita a leitura dos dados de diferentes fontes buscando identificar argumentos, significados, conceitos que permitissem estabelecer relações que levassem à construção de agrupamentos (temas) para a análise, considerando o problema e objetivos da pesquisa.

Desse modo, o tratamento e a análise dos dados foram feitos com base na indução, a partir de leitura e releitura dos dados produzidos, foram identificados os elementos e/ou núcleos de sentido que permitiram alcançar as “respostas” ou objetivos pretendidos pela pesquisa, tendo em vista os diálogos e interações. Essa leitura exaustiva visava encontrar similaridades e diferenças que permitissem agrupar pontos e temáticas em unidades menores. Nesse sentido, Bogdan e Biklen (1994, p. 205) argumentam que a análise “envolve o trabalho

---

<sup>10</sup> É um software gratuito desenvolvido para microcomputadores que apresenta diversas funcionalidades, entre elas: captura de imagens, sons, vídeos, converte vídeos para diferentes formatos, além de possibilitar a gravação de tutoriais.

com os dados, a sua organização, divisão em unidades manipuláveis, síntese, procura de padrões, descoberta dos aspectos importantes e do que deve ser aprendido”. Dessa forma, o processo de indução nos auxilia na medida em que permite ao pesquisador extrair dos dados produzidos os temas que emergem com maior destaque nos relatos apresentados.

De posse dos dados oriundos dos questionários, registro audiovisual, observações e entrevistas iniciou-se a análise mais profunda, buscou-se identificar os temas, as potencialidades e limitações implícitas nesse conjunto de dados produzidos. Esse momento constitui-se numa segunda etapa a qual buscou aprofundar o nível de entendimento ultrapassando a compreensão superficial sobre os dados coletados (MINAYO, 2014).

Assim, iniciou-se a análise pelas entrevistas, as quais oferecem uma quantidade de dados maior acerca das percepções docentes sobre o objeto analisado, posteriormente analisaram-se as transcrições dos registros audiovisuais gerados pelo *aTube Catcher* buscando identificar se outros temas surgiram, assim como reconhecer semelhanças com os temas já elencados. Por último, fez-se a análise do questionário, visando identificar sentidos e significados de aspectos que revelassem indícios sobre as potencialidades e limitações considerando as três dimensões exploradas, bem como relações com os demais temas. Visto que o uso de diversos procedimentos se configura como uma tentativa de garantir a compreensão do fenômeno em estudo com uma maior profundidade (DENZIN; LINCOLN, 2006).

A partir dessa análise preliminar descrita anteriormente, desenvolveu-se a etapa seguinte, a qual permitiu uma compreensão maior sobre os temas que emergiram de cada fonte de dados, alguns com maior frequência apareciam em ambas as fontes, outros não, assim surgiu a necessidade de agrupá-los em temáticas, de modo que pudesse facilitar a análise em função dos objetivos anteriormente estabelecidos. Para compor tais temáticas foi necessário articular, selecionar e agrupar as ideias oriundas de diferentes fontes de dados, identificando pontos de convergência, é o que a literatura chama de processo de triangulação de dados.

A triangulação dos dados levantados por meio de diferentes fontes (entrevista, questionários, observações e registro audiovisual/ *screencast*) trazem maior confiabilidade à pesquisa, assim como, permite a comparação de pontos semelhantes, ou mesmo a descoberta de questões até então não evidenciadas. Dessa forma, olhar para os dados de diferentes fontes que compõem a avaliação do aplicativo, permite evidenciar aspectos que apenas uma fonte de dados não revelaria, ao mesmo tempo em que amplia a compreensão da questão investigada.

Essa triangulação de dados defendida por Goldenberg (2012), Alvez-Mazzotti (1998) configura-se como uma possibilidade de propiciar maior conhecimento sobre a questão em estudo, assim como garantir a validação da pesquisa. Outro entendimento aponta que a triangulação

[...] visa estabelecer a concordância entre diferentes fontes de dados e diferentes interpretações, enriquece-se por seu emprego no contexto natural: primeiramente, porque o contexto natural contém uma diversidade de fontes de dados (observações, conversas informais, entrevistas, documentos, intervenções); em seguida, porque ele permite melhor delimitar as fontes de divergência entre as interpretações dos sujeitos envolvidos (LAPERRIÈRE, 2008, p.423).

Os argumentos descritos remetem à importância e às contribuições da triangulação de dados na pesquisa qualitativa, bem como discute outros elementos importantes que a constitui. Contudo, nessa pesquisa especificamente utilizou-se a triangulação de dados por meio de instrumentos nos quais buscou-se justamente minimizar os vieses da pesquisa, não se prendendo apenas em uma única fonte de dados. Dessa maneira, considera-se que a presença de elementos audiovisuais (*screencast*) resultado da interação via experimento de ensino, permitem confrontar ao mesmo tempo elementos textuais e visuais que ampliam a compreensão do objeto em estudo, sem se limitar a uma única fonte para a análise.

Bogdan e Biklen (1994) afirmam que a investigação qualitativa deve ocorrer em ambiente natural, neste caso a escola. Desse modo, o experimento de ensino, enquanto procedimento de produção de dados se desenvolveu nesse ambiente vivenciado pelo docente, ou seja, a sala de aula que atua, é nesse espaço que desempenharam o duplo papel de estudante e professor. A familiaridade com a sala de aula pode diminuir o estranhamento e permitir que explorem e avaliem o recurso com naturalidade, ao se colocar no lugar de aprendiz e docente ao mesmo tempo.

Ao mesmo tempo preocupa-se em compreender a partir de dados descritivos (citações, narrativas, observações) aquilo que o sujeito da pesquisa relatou, como se deu a construção das definições, como ocorreu esse processo de construção no ambiente que atua e não apenas codificá-las em números. Assim, buscou-se dar importância às significações apontadas pelos docentes, o modo como elas foram construídas são de fundamental importância para o investigador qualitativo, pois não se limita a compreender apenas o objeto ou fenômeno (BOGDAN e BIKLEN, 1994).

Compreende-se que o problema investigado é parte do ambiente natural, a escola; os dados coletados não seguem variáveis matemáticas, mas constituem-se em percepções e opiniões dos sujeitos da pesquisa ao avaliarem o aplicativo em situações de ensino no espaço que atuam. Contudo, não basta produzir dados, é preciso compreender o que de fato eles têm a nos revelar, assim os dados obtidos foram interpretados considerando a literatura da área.

O agrupamento de dados permite o desenvolvimento de focos temáticos combinam diferentes fontes de dados e buscam facilitar a análise e compreensão no que tange aos aspectos investigados, tendo em vista a avaliação docente ao explorarem o aplicativo QuiLegAI. A seguir são apresentados os procedimentos que levaram à construção do produto de análise dessa dissertação.

## **2.5 Caminhos percorridos na construção do QuiLegAI**

O processo de construção a ser apresentado é composto pelas etapas de desenvolvimento da proposta e pelos procedimentos utilizados ao longo de sete meses de trabalho, quando se buscou atender às demandas apontadas pelos docentes que integram essa pesquisa e as especificidades do ensino de Ciências. Contudo, desenvolver e avaliar um aplicativo não é uma tarefa simples, pois exige uma série de critérios e aspectos a considerar, conforme apresentado na revisão da literatura. Assim, propôs-se um questionário avaliativo com base nos estudos de Campos, Martins e Nunes (2008); Silva (2012) e Ribeiro (2015), o qual abordou a dimensão técnica, didático-pedagógica e química, ainda se acrescenta a esses instrumentos de produção de dados, a entrevista, caderno de campo e a câmera de vídeo (presente no experimento de ensino), a qual traz imagens em tempo real dessa interação.

### **2.5.1 Etapa 01: Identificação de conteúdos e requisitos do aplicativo**

O passo inicial da pesquisa constituiu-se na aplicação do questionário diagnóstico para um grupo de 10 professores de Ciências (Apêndice A), composto por seis questões, as duas primeiras (01 e 02) visavam identificar os conteúdos a serem explorados. Enquanto as questões 03, 04 e 05 tinham o propósito de reconhecer alguns aspectos que comprometem o ensino desses conteúdos, assim como averiguar se os professores são receptivos à utilização de recursos digitais em sua prática pedagógica. A questão 06 buscava identificar as

percepções e apontamentos dos docentes quanto às características que deveriam conter e/ou abordar um recurso digital voltado aos conteúdos descritos.

Assim, com base nos dados coletados pelo questionário diagnóstico (Apêndice A) foi possível identificar quais eram os conteúdos apontados como problemáticos para o ensino ciências (nono ano) do ponto de vista docente, bem como identificar as possíveis características que deveriam ter um recurso digital para auxiliar a abordagem dos conteúdos apontados.

O processo de levantamento de requisitos iniciou-se a partir da coleta de diversas informações, entre elas: contexto pedagógico onde o recurso seria aplicado, condições, público alvo, objetivos de aprendizagem, cenário, aspectos técnicos, pedagógicos e lúdicos, entre outras características apontadas pelos professores que pudessem auxiliar a construção do aplicativo. Assim, a coleta de requisitos levou em consideração diversos instrumentos, entre eles foram utilizados: questionários e observação da realidade (estudo de campo). Os resultados apontados pelos docentes e demais requisitos serão apresentados e discutidos no Capítulo 3.

### **2.5.2 Etapa 02: Levantamento de *OE* e aplicativos disponíveis em repositórios e lojas virtuais**

A pesquisa exploratória realizada teve como base de consulta o Banco Internacional de Objetos Educacionais (BIOE), Rede Interativa Virtual RIVED, Escola Digital, Portal Domínio Público, Portal Dia a Dia da educação (SEEDPR), LabVirt, LAPEQ-USP) e a Biblioteca Digital de Ciências (UNICAMP). Os resultados das buscas demonstraram a escassez de produção de recursos educacionais do tipo *software* educacional voltado ao ensino dos conteúdos relacionados à Química abordados no Ensino Fundamental. Os repositórios descritos apresentam poucos *softwares* educacionais voltados aos anos finais do Ensino Fundamental, o BIOE apresenta, por exemplo, apenas 14 *softwares* voltado ao ensino de Ciências, destes, nenhum explora os conteúdos relacionados às ligações químicas, equações e suas representações.

Dessa forma, ampliaram-se as buscas para o Ensino Médio, o que resultou na seleção de três trabalhos que apresentaram ligações químicas como os conteúdos apontados pelos docentes como problemáticos. O primeiro denominado Construtor de Moléculas<sup>11</sup> foi

---

<sup>11</sup> Disponível em <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/3786>.



desenvolvido por Marcelo Giordan em 2005 e se encontra disponível no BIOE e no LAPEQ. Todavia, apresenta apenas cinco elementos químicos, o que permite ao estudante representar um reduzido número de moléculas e suas estruturas de ligação covalente, não apresenta atividades ou mesmo conteúdo, assim como não permite a confirmação das construções e não traz um guia didático.

O segundo chama-se Quimolécula<sup>12</sup> está disponível na biblioteca digital de Ciências da UNICAMP, desenvolvido por uma equipe multidisciplinar da mesma instituição, voltado para o ensino de química orgânica. Ele apresenta uma série de recursos que permite ao estudante interagir com o programa e representar diferentes moléculas e suas ligações covalentes, confirmar se sua construção está correta. Embora não apresente conteúdo teórico e um número limitado de elementos químicos apresenta um tutorial que pode auxiliar o estudante na construção das moléculas. O terceiro intitulado A Ligação Química<sup>13</sup> está disponível no BIOE, tem como objetivo apresentar as ligações químicas, suas propriedades e tipos, contudo para explorá-lo exige a instalação de um *plugin*, o qual aparentemente encontra-se desatualizado, o que inviabilizou sua instalação para uma eventual descrição mais detalhada.

Em meados do mês de abril de 2016 realizou-se uma busca na loja virtual de aplicativos *Google Play Store* (para dispositivos móveis com sistema operacional *Android*). As buscas foram feitas utilizando as palavras-chave: “ligações químicas”, “equações químicas” e “reações químicas”, bem como alguns critérios de seleção propostos por Oliveira, Souto e Carvalho (2016). Os resultados revelaram um reduzido número de Apps em português que abordam os temas, entre eles estão: *Lewis Dots*, *Atoms*, Laboratório de reações e *Quim test*.

Os diferentes aplicativos, embora tragam elementos associados aos temas pesquisados, possuem características diferentes, os dois primeiros, por exemplo, exploram em suas atividades as ligações químicas, no entanto não apresentam *feedback*, definições sobre tema ou mesmo conceitos associados à atividade. O terceiro App explora algumas reações químicas, traz elementos visuais e interativos interessantes, todavia o foco principal do aplicativo não são as reações químicas e os elementos que as constituem, somam-se a esses aspectos a ausência de *feedback* nas atividades e restrição de acesso ao conteúdo, visto que o App não disponibiliza todos os tópicos ao usuário.

---

<sup>12</sup> Disponível em <http://www.loa.sead.ufscar.br/quimolecula.php>.

<sup>13</sup> Disponível em <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/22060>.

O quarto App desenvolvido pelo Laboratório de Tecnologias Educacionais da UNICAMP apresenta uma espécie de Quiz, jogo de perguntas e respostas associado a temas diversos, como reações, equações e fórmulas. Este aplicativo atende o ensino médio e não traz uma abordagem de conceitos básicos relacionados aos temas explorados, apresentando-se como uma forma de revisão e aplicação de conhecimentos.

Apesar dos diferentes *softwares e App* descritos anteriormente não atenderem às especificações e características apontadas pelos professores da pesquisa, eles foram importantes, pois serviram para nortear o desenvolvimento do recurso a ser produzido.

### **2.5.3 Etapa 03: Construção do Aplicativo**

Construir um aplicativo com o propósito educacional é literalmente se aventurar em um mundo desconhecido, onde é ao mesmo tempo instigante e desafiador, tais apontamentos se sustentam na complexidade que é pensar coletivamente a multiplicidade de fatores envolvidos na sua construção, que vão desde aspectos técnicos, didático-pedagógicos à questões específicas da área que se pretende explorar. Percebe-se que sua construção não pode ser realizada individualmente, mas sim por uma equipe, com conhecimentos diversos, de modo que possam planejar e trabalhar juntos em prol de um projeto comum, que foi o desenvolvimento do aplicativo QuiLegAl.

O passo inicial consistiu na seleção do conteúdo, público a ser atendido, nível de complexidade e as características específicas (apontadas pelos docentes) a serem implementadas na construção do App. Tais questões estavam aparentemente claras, visto que o levantamento de dados do questionário trouxe informações importantes quanto a esses aspectos.

#### **a) Formação da equipe de desenvolvimento**

A formação da equipe foi de fundamental importância para o sucesso do desenvolvimento do aplicativo, pois a partir do planejamento coletivo é que se deu, de fato, a dimensão da proposta e os caminhos a seguir foram construídos. A equipe de desenvolvimento do QuiLegAl, sem qualquer financiamento, foi composta por voluntários que acreditaram na ideia, entre eles:

- 03 Discentes do Curso de Ciências da Computação (UNEMAT)
- 01 Prof. Dr. em Ciências da Computação (UNEMAT)
- 01 Prof. Dr. Licenciado em Química (UNEMAT)

- 01 Prof. Esp. Ciências Naturais e Matemática (Mestrando<sup>14</sup>/UNEMAT)

A composição da equipe buscou reunir o conhecimento de diferentes áreas, de modo que pudessem planejar o desenvolvimento do aplicativo a ser construído. Após a apresentação da ideia aos membros da equipe, o passo seguinte foi a construção das telas visando atender os objetivos propostos.

**b) Definição e aplicação de requisitos relacionados às três dimensões**

Essa etapa consistiu na definição dos elementos que iriam compor as telas do aplicativo, elementos esses que dizem respeito aos aspectos lúdicos, didático-pedagógicos e técnicos a serem utilizados no desenvolvimento desse recurso digital (BRAGA, 2014). Assim, ao esboçar as respectivas telas no papel, optou-se por uma abordagem educacional que buscasse um equilíbrio entre as questões lúdicas e pedagógicas (KISHIMOTO, 1996; CUNHA, 2012).

Cabe lembrar que os aspectos lúdicos se referem à utilização diversos elementos (dicas, pontuação, imagens, som, textos, atividades interativas, feedback), elementos esses muitas vezes encontradas nos jogos digitais. Desse modo, ao construir as telas, buscou-se integrar os elementos anteriormente citados aos objetivos de aprendizagem ligados ao aspecto pedagógico, tendo em vista os conteúdos explorados, bem como os aspectos técnicos necessários ao atendimento das especificidades apontadas pelos docentes. A criatividade e a pesquisa foram aliadas importantes nessa fase, conhecer outros aplicativos, interagir e identificar elementos que os constituem enriqueceram a construção e evitaram a ocorrência dos mesmos erros.

**c) Ferramentas utilizadas**

Partiu-se do pressuposto que o desenvolvimento de Recursos Educacionais Abertos (REA) sem fins comerciais pode contribuir para a melhoria, aprimoramento e utilização em diferentes espaços educacionais. Desse modo optou-se por utilizar os seguintes recursos para o desenvolvimento do QuiLegAl:

- *Softwares: Sublime Text 3 e Browsers* (preferencialmente Mozilla Firefox).
- *Ferramentas: Node Package Manager (Npm), Git e Bower.*
- *Bibliotecas: Node.js, JQuery, Apache Cordova.*
- *Framework: Phaser, Bootstrap, Angularjs, Ionic.*
- *Linguagens: HTML5, CSS3 e JavaScript.*

---

<sup>14</sup> Autor da presente dissertação.

A utilização da linguagem HTML 5 justifica-se pela possibilidade do aplicativo rodar diretamente no navegador (preferencialmente o *Mozilla Firefox*), o que demanda de uma linguagem de marcação de texto para publicação na web. Outra vantagem é a independência de *plug-ins* de terceiros, assim uma vez instalado o navegador, o aplicativo não necessita de internet para funcionar.

A utilização das diferentes *Frameworks* justifica-se pelo fato de serem versáteis, de código aberto e voltados ao desenvolvimento de aplicações para dispositivos móveis, em especial para o sistema operacional *Android*. Estes por sua vez utilizam a linguagem de programação *JavaScript*, uma das mais utilizadas no mundo, o que permite que o aplicativo se adapte a diferentes dispositivos com sistema operacional *Android* (*tablets* e *smartphones*), ou mesmo em computadores via navegador, o que pode ser um diferencial considerando a realidade escolar. As demais escolhas se devem à gratuidade dos programas e flexibilidade de sua utilização. Ainda foram utilizadas ferramentas complementares como: *aTube catcher*, *Paint*, *Movie Maker*, conversor de áudio, *Powerpoint*, entre outros para edição de imagens e adequação de recursos com suporte adequado ao aplicativo.

#### **d) Dinâmica de desenvolvimento**

A construção de um *software* passa no mínimo por três fases: compreender as aplicações que serão utilizadas, documentar as etapas do processo, e, por último, implementar a ideia no *software*. Assim, definidos os programas/ferramentas a serem utilizados iniciou-se a fase de construção das telas. Semanalmente a equipe se reunia para planejamento e discussão dos desafios encontrados, tendo em vista as influências do modelo de desenvolvimento incremental por prototipação (PRESMANN, 2002). Deste modo, as telas e ideias iniciais eram discutidas previamente pelo grupo, de forma a chegar a um consenso que atendessem à combinação de elementos interativos, lúdicos e pedagógicos na construção das diferentes telas. A troca de saberes da equipe, os diferentes olhares e conhecimentos construídos foram de fundamental importância, pois enriqueceram o trabalho e trouxeram novas descobertas.

Após as discussões do que deveria ter cada tela, considerando os aspectos técnicos, pedagógicos e interativos, as mesmas seguiam para a implementação no aplicativo. Muitas vezes, a ideia inicial discutida no papel encontrava limitações ao ser implementada no aplicativo, era necessária então uma readequação da tela (Apêndice D). Nessa troca de experiências todos os membros da equipe tinham a possibilidade de aprender, inovar e trocar experiências. Ao longo de sete meses de trabalho árduo procurou-se integrar e aplicar diferentes conhecimentos adquiridos e descritos pela literatura, tanto na área da computação quanto na área de ensino tiveram papel importante nessa construção.

#### **2.5.4 Etapa 04: Construção do questionário avaliativo**

A elaboração do questionário avaliativo (Apêndice B) baseou-se em estudos de Campos; Martins e Nunes, 2008; Silva, 2012 e Ribeiro, 2015, os quais propõem que a avaliação de *softwares educacionais* devem abordar em geral três dimensões, são elas, técnica, pedagógica e específica. A construção do referido questionário ainda levou em consideração aspectos derivados dos requisitos didático-pedagógicos do App QuiLegAl, bem como indicações propostas pelos sujeitos dessa pesquisa. Assim foram feitas adaptações na construção do questionário de modo a ampliar o número de critérios e itens a serem avaliados, assim como atender as três dimensões: técnica, didático-pedagógica e química. As adaptações propostas, que remetem aos itens discutidos pelos autores supracitados são apresentadas (no Apêndice B) com asteriscos (\*), os demais itens investigados foram construídos pelo pesquisador e não apresentam essa indicação.

As dimensões são compostas por categorias menores, dentro das quais estão os diferentes itens a serem investigados. Assim, cada item do questionário conta com cinco opções de respostas, ambas foram codificadas em ÓTIMO, BOM, REGULAR, RUIM ou PÉSSIMO. O referido questionário ainda conta com um espaço aberto para considerações descritivas dos sujeitos da pesquisa, tais descrições foram transcritas e constituem parte dos dados analisados no capítulo 3.

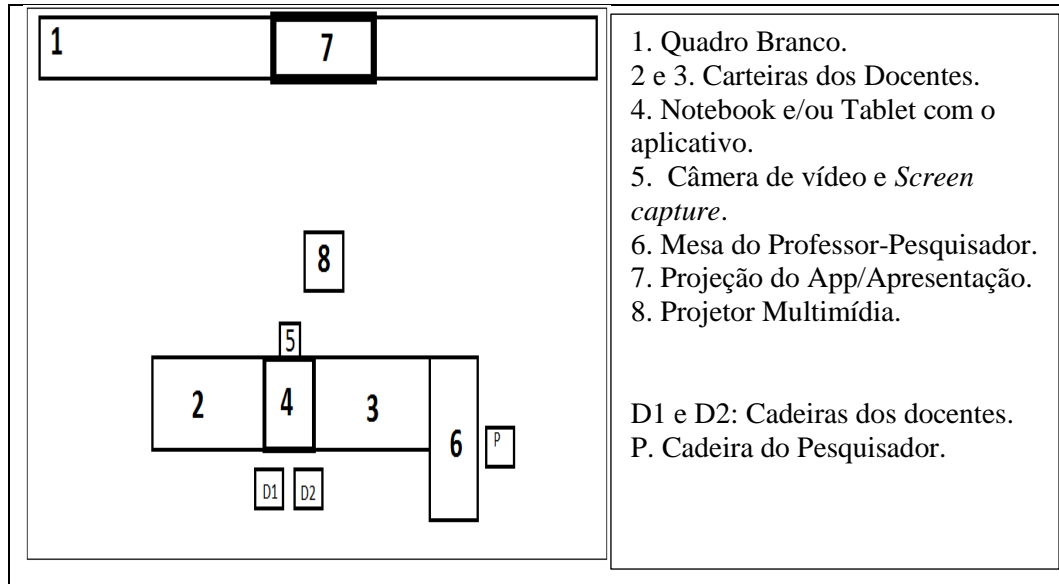
#### **2.5.5 Etapa 05: Coleta de dados e Avaliação do Aplicativo**

Após o contato com os sujeitos da pesquisa e os responsáveis pelas escolas, foi disponibilizada uma sala ampla com os recursos tecnológicos necessários para a realização do experimento de ensino. Nesse ambiente ocorreu a produção de dados, a partir de 02 encontros com 04 horas cada, separados por um período de aproximadamente 07 dias entre um encontro e outro. O primeiro encontro caracterizou-se pela produção de dados via diálogo com as duplas sobre o contexto de ensino que atuam e os recursos tecnológicos que dispõem, em seguida ocorreu a apresentação do aplicativo, aspectos técnicos, pedagógicos, propósitos e os objetivos da pesquisa.

Nesse cenário, representado pela Figura 2, ocorreu a avaliação e a produção de dados, viabilizada pela adoção de procedimentos como o experimento de ensino e demais instrumentos: questionário avaliativo, entrevista, caderno de campo, micro câmera (*notebook*)

e áudio dos diálogos produzidos. Demais detalhes do ambiente onde ocorreu a produção de dados são apresentados na Figura 2.

**Figura 2:** Perspectiva Superior da sala de aula na qual ocorreu o experimento de ensino.



Fonte: Elaboração própria baseada em Scucuglia (2006)

A Figura 02 ilustra alguns elementos que compõem o experimento de ensino, o qual contou com a participação de duplas, contudo cada uma delas realizou duas sessões de experimento de aproximadamente 90 minutos cada uma. As atividades de experimentação com o aplicativo proporcionaram aos docentes realizarem a avaliação acerca de diferentes aspectos de cada dimensão: técnica, didático-pedagógica e química.

Do mesmo modo, o registro audiovisual coletado durante o experimento trouxe elementos que permitiram a discussão e a construção da análise com base nos apontamentos descritos pelos docentes, assim como os demais dados evidenciados a partir da análise do registro audiovisual. Na medida em que identificam momentos de construção, possibilidades para o ensino, limitações e dificuldades encontradas, muitas vezes ocultas ao discurso.

Após a apresentação do aplicativo, cada dupla dirigiu-se até o *notebook*, devidamente posicionado conforme descrição do experimento de ensino (Figura 02), para que assim pudesse dar início à avaliação do aplicativo, tendo em vista o duplo papel que desempenharam ao interagir e responder às situações propostas pelo aplicativo. Com o QuiLegAI devidamente instalado, gravou-se o áudio e vídeo do diálogo dos sujeitos, assim como a captura da tela (*screencast*) via *software aTube Catcher*. Como opção adicional foi disponibilizado às duplas um *tablet* da marca *Positivo* de 10 polegadas distribuído pelo Ministério da Educação (MEC) com o aplicativo.

Simultaneamente foi entregue o questionário avaliativo do aplicativo às duplas, que tinham autonomia para decidir se iriam realizar as interações propostas e avaliar o aplicativo ao mesmo tempo ou se iriam fazer a avaliação via questionário após explorarem o QuiLegal.

No segundo encontro retomou-se a análise do aplicativo. Terminada essa etapa, estabeleceu-se um diálogo do pesquisador a respeito dos pontos que não ficaram explícitos no questionário avaliativo, podendo o docente retomar a análise via interação com o aplicativo.

Dias depois ocorreu a entrevista individual com questões semiestruturadas, as quais visaram investigar possíveis potencialidade e limitações evidenciadas pelos sujeitos ao explorarem o aplicativo. Os relatos, percepções e apontamentos foram devidamente registrados em áudio. No que diz respeito ao questionário avaliativo, os dados foram tabulados e agrupados em um único arquivo para facilitar a análise dos resultados.

No capítulo a seguir apresenta-se o percurso de construção, assim como a discussão dos resultados alcançados a partir da metodologia proposta.

## CAPÍTULO 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

*“Você nunca sabe que resultados virão da sua ação.  
Mas se você não fizer nada, não existirão resultados”.*  
(MAHATMA GANDHI)

### 3.1 Caminhos Percorridos

O presente capítulo inicia-se apresentando os dados do questionário diagnóstico (Apêndice A) aplicado a um conjunto de 10 professores que atuavam no ensino de Ciências, dos quais quatro são sujeitos dessa pesquisa. Após o conhecimento desse contexto e dos resultados que possibilitou a seleção dos conteúdos, bem como as expectativas dos docentes quanto à construção de um recurso digital, posteriormente foi apresentado o aplicativo e suas características. Mais adiante, a análise dos dados produzidos quanto às potencialidades e limitações do objeto investigado.

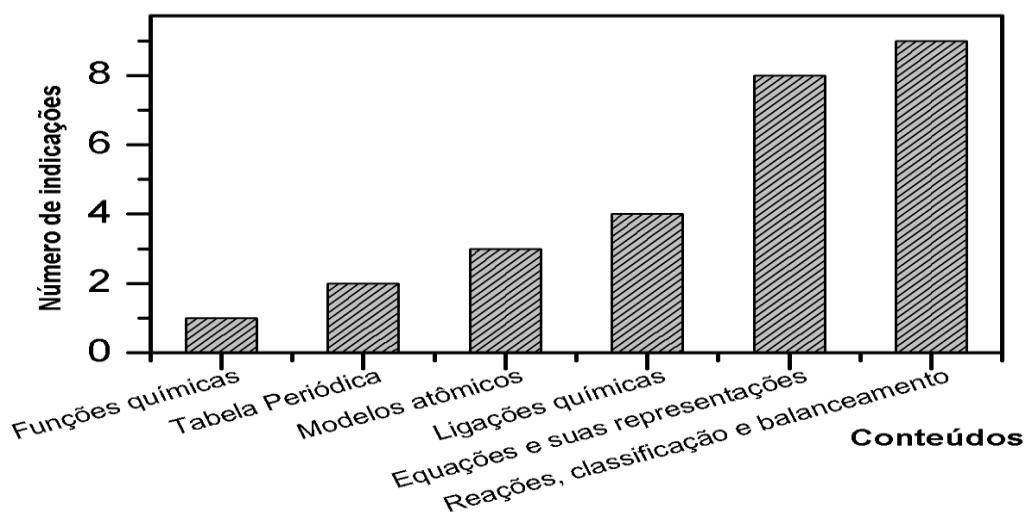
### 3.2 Levantamento de requisitos: questionário diagnóstico

Conforme apontado anteriormente na metodologia, um dos primeiros passos antes de iniciar a construção de um aplicativo consiste em conhecer a realidade vivenciada pelos docentes e suas demandas quanto ao ensino de Ciências. Assim, é possível identificar os conteúdos que necessitam de maior atenção no que diz respeito tanto à questão do ensino, quanto da aprendizagem dos estudantes.

O referido questionário trouxe dados importantes quanto à realidade vivenciada por esses docentes e alguns pontos problemáticos no ensino de Ciências. A partir da análise desses dados foi possível definir as características e conteúdos que o aplicativo deveria explorar, de modo a atender as necessidades apontadas pelos docentes e conseqüentemente auxiliar o processo de ensino de Ciências Naturais. Sendo assim, os resultados a serem discutidos a seguir por meio de diferentes gráficos revelam características importantes que orientaram a construção do aplicativo.



**Gráfico 1.** Conteúdos apontados pelos docentes como maiores obstáculos de aprendizagem dos alunos.

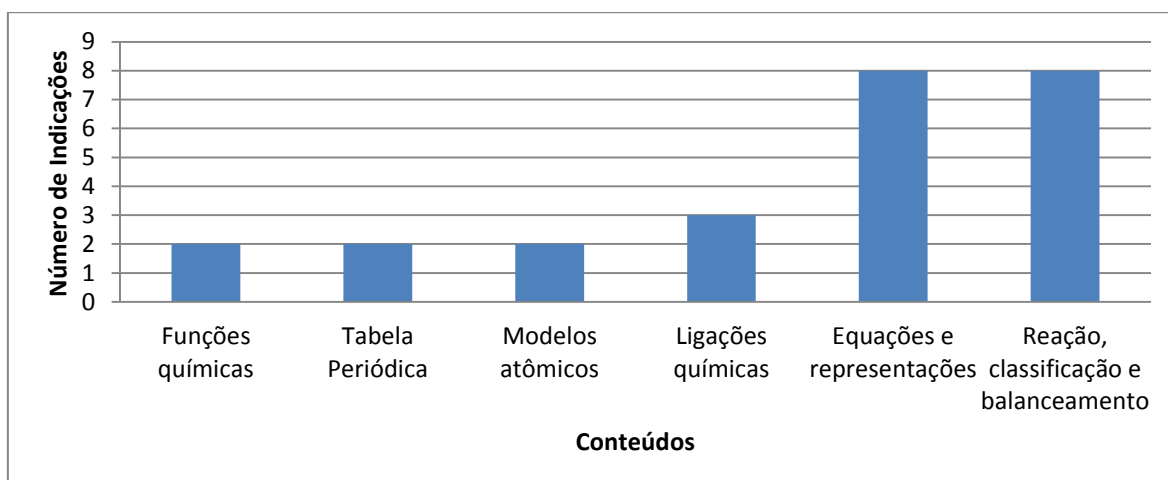


Fonte: elaborado pelo autor

Os dados do Gráfico 1 indicam os conteúdos apontados pelos docentes como problemáticos do ponto de vista da compreensão dos discentes, ao que parece ocorre um aumento de indicações à medida que os conteúdos exigem dos estudantes uma compreensão maior quanto aos aspectos microscópicos. Outra impressão evidenciada é a de que, à medida que os conteúdos exigem conhecimentos prévios e envolvem uma capacidade maior de imaginação e associação de conceitos básicos, esses se tornam mais problemáticos quanto à aprendizagem dos estudantes. Ressalta-se a importância da superação de “uma das maiores dificuldades encontradas na construção do conhecimento, a visualização do nível microscópico” (PAULETTI, 2013, p.42).

Isso talvez explique o elevado índice de indicações quanto aos dois últimos conteúdos, já que ligações químicas é um requisito prévio para o estudo dos demais temas apresentados com maior número de indicações, assim como modelos atômicos é um dos pré-requisitos para compreensão do conteúdo ligações químicas. Desse modo, percebe-se que alguns conteúdos exigem que os discentes revisitem conteúdos prévios, antes de avançarem para outros mais densos que exigem um nível de compreensão maior quanto às teorias e aos aspectos microscópicos e subatômicos envolvidos. Ainda que no Ensino Fundamental não seja o foco aprofundar tais teorias é importante que o docente explore os conceitos básicos necessários à compreensão e construção de novos conhecimentos químicos relacionados a fenômenos mais complexos, muitas vezes invisíveis a olho nu.

**Gráfico 2.** Conteúdos apontados pelos docentes como maiores obstáculos no que diz respeito ao ensino.



Fonte: elaborado pelo autor

O Gráfico 2 sugere que a dificuldade não é só do estudante, mas também do professor ao abordar tais conteúdos, entre eles destacam-se ligações químicas, equações e suas representações e reações químicas, as duas últimas empatadas com oito indicações. Ao que parece, tais conteúdos não são apenas uma questão problemática no Ensino Fundamental, mas envolve outros níveis de ensino, inclusive o Ensino Superior (GORDAN; GÓIS, 2005; ROCHA, 2012).

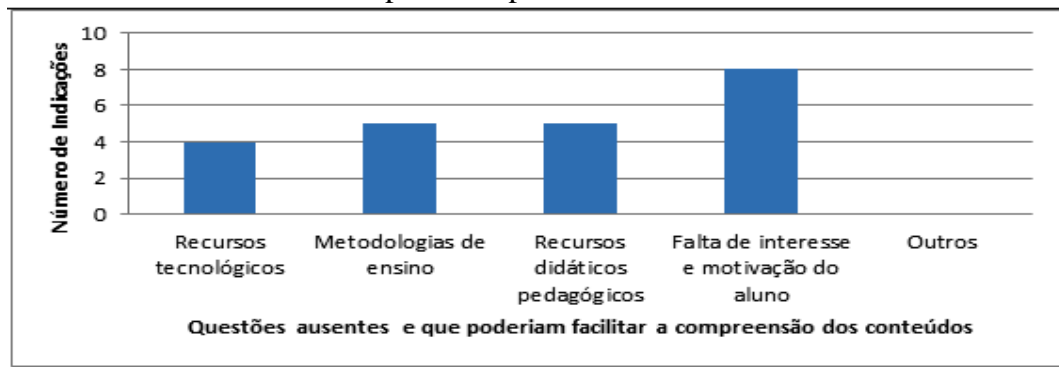
Ao comparar os Gráficos (1 e 2) percebe-se a grande semelhança entre ambos, ao que parece a dificuldade de compreensão dos estudantes pode ter ligação direta com a dificuldade de o docente ensinar tais conteúdos. Contudo, observa-se certa familiaridade a partir do conteúdo de ligações químicas, onde ocorre um aumento no número de indicações, com crescente alta até chegar ao conteúdo de reações, classificação e balanceamento de reações.

Aparentemente, os apontamentos concentram-se basicamente em três conteúdos representados nos Gráficos 1 e 2, com índices elevados de indicação, o que pode indicar o ponto alto a ser explorado. Quanto aos demais temas, embora sejam relevantes, podem ser fruto de abordagens futuras, visto a complexidade de trabalhar com ambos no aplicativo. Tais observações sugerem a necessidade de delimitar a temática a ser abordada pelo aplicativo, o que pode indicar a necessidade de um enfoque maior no conteúdo de ligações químicas, reações e suas representações, uma vez que o primeiro é pré-requisito para o segundo.

Após identificar os conteúdos a serem explorados no App, buscou-se conhecer um pouco mais sobre os docentes e suas percepções sobre possíveis causas das questões levantadas. Sob esse prisma, buscou-se averiguar se a construção de um aplicativo seria pertinente a esse contexto, se havia de fato a necessidade de construí-lo, visto a

disponibilidade de aplicativos disponíveis, ainda que na área de Ciências com enfoque na Química seja mais raro. O Gráfico 3 traz elementos que permitem discutir algumas questões relacionadas aos temas propostos.

**Gráfico 3.** Possíveis questões que poderiam facilitar a abordagem e a compreensão dos temas apontados pelos docentes.



Fonte: elaborado pelo autor

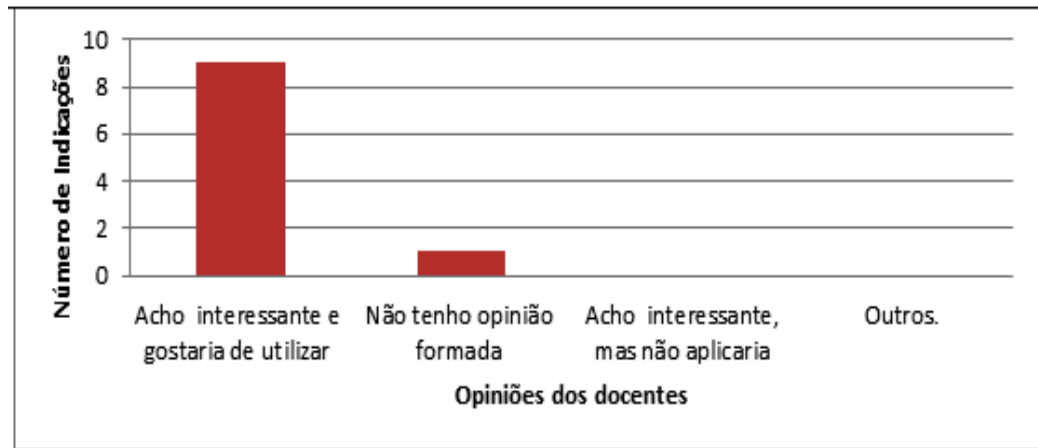
Embora, o Gráfico 3 apresente causas diversas, há um destaque para a falta de interesse e motivação dos estudantes. A esse respeito diversos estudos apontam que os nativos digitais, estão mais acostumados com imagens, recursos digitais, jogos, preferem participar ativamente ao invés de apenas assistir (MATTAR, 2010). Talvez trabalhar com um aplicativo seria uma fonte de motivação, já que o mesmo poderia conter aspectos lúdicos, características dos jogos digitais que poderiam contribuir para modificar essa realidade.

Por outro lado, também teriam à disposição um recurso tecnológico, capaz de atender a computadores e diferentes dispositivos móveis, considerando o contexto atual. Ainda destaca-se que a criação do aplicativo também atenderia ao item recurso didático, pois é voltado ao ensino de Ciências, assim na medida em que sua exploração se dá no contexto de ensino novas metodologias podem ser propostas para auxiliar o processo de ensino dos conteúdos apontados como problemáticos.

Embora outras questões importantes tenham ficado de fora, ao que parece, o desenvolvimento do aplicativo poderia atender a tais expectativas e contribuir no sentido de superar as necessidades relacionadas ao ensino dos conteúdos. No entanto, não basta ter o recurso, é importante saber como, por que e quando utilizá-los em situação de ensino (MESSENDER NETO, 2016). Para alguns autores parece não haver dúvida de que sem motivação não há aprendizagem (POZO; CRESPO, 2009), desse modo buscou-se investigar qual era a motivação desses docentes em utilizar um recurso a ser construído com o objetivo de auxiliar a prática docente na abordagem dos tópicos apontados (Gráficos 1 e 2). O Gráfico

04 traz indicativos numéricos que apontam no sentido de que a maioria dos docentes estão dispostos a utilizar novos recursos no ensino de Ciências.

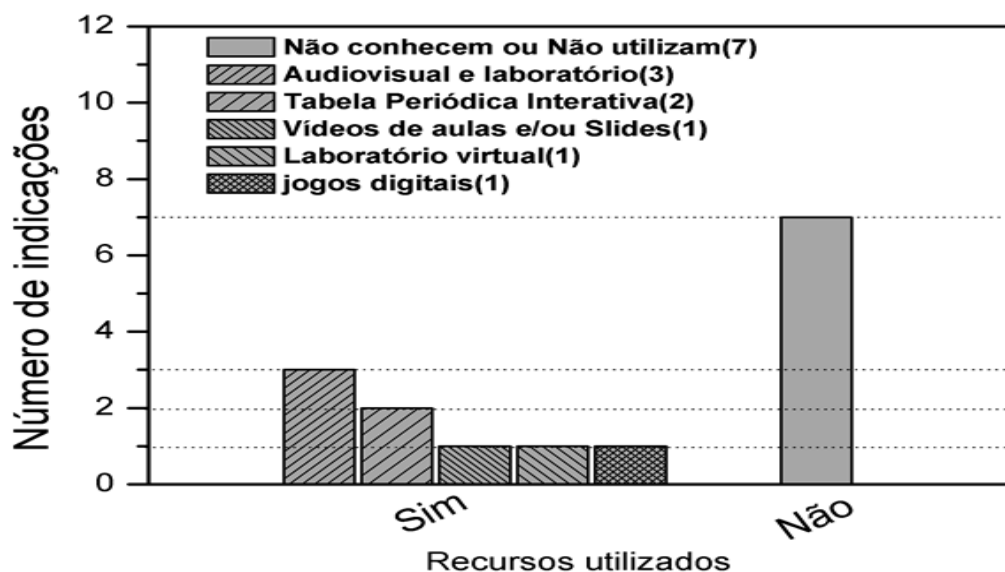
**Gráfico 4.** Percepções quanto à aplicação de um recurso educacional digital nas aulas de Ciências.



Fonte: elaborado pelo autor

Diante do conhecimento da realidade e do interesse de tais docentes buscou-se conhecer um pouco mais sobre a prática desses professores, quais recursos digitais conhecem e/ou utilizam em suas aulas. O Gráfico 5 traz informações com maior riqueza de detalhes que nos sugere que a maioria dos docentes não utilizam recursos digitais ao abordar os conteúdos apontados com maior índice de indicações no Gráfico 2.

**Gráfico 5.** Representativo da utilização e/ou não de recursos educacionais digitais no ensino de conteúdos apontados no gráfico 1 e 2.

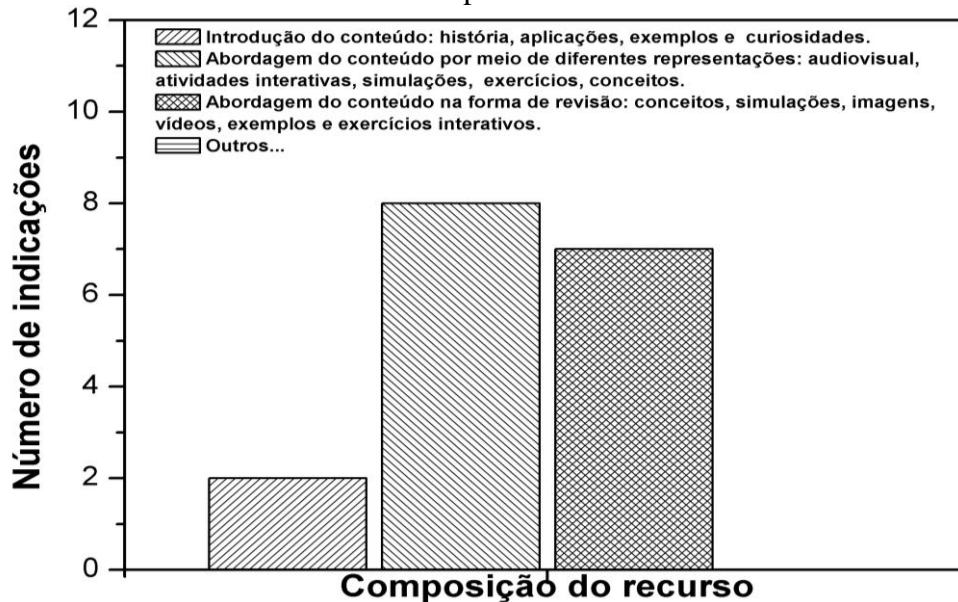


Fonte: elaborado pelo autor

Como se pode observar, o Gráfico 5 apresenta indicativos de que os docentes não conhecem ou não utilizam recursos digitais ao abordar os conteúdos apontados. Entre os que utilizam, observa-se a exploração de mais de um recurso ao abordar tais temas, com maior destaque para os recursos visuais e tabela periódica interativa, tendo em vista o acesso às demais mídias via laboratório de informática das escolas. Os dados desse estudo fornecem indicativos de que embora, exista uma demanda por parte dos docentes, tais recursos são pouco explorados no ensino de Ciências no Ensino Fundamental, o que sugere a necessidade de explorá-los visando conhecer as possibilidades que podem trazer ao ensino.

Após a análise quanto à pertinência e/ou viabilidade de um aplicativo no contexto de ensino, outro passo que se considera importante é a construção do recurso, as características que ele deve apresentar para atender os anseios dos professores, ou seja, a necessidade deste grupo de docentes e auxiliar o processo de ensino de Ciências. Ao ouvi-los, pode-se melhor compreender e chegar a um ponto de comum acordo. A esse respeito o Gráfico 6 indica algumas características que o aplicativo deveria apresentar segundo a visão dos docentes ao abordar os diferentes conteúdos citados.

**Gráfico 6.** Características que um recurso didático deve apresentar ao abordar os conteúdos indicados pelos docentes.



Fonte: Elaborado pelo autor

As características apresentadas no Gráfico 6 sugerem que o recurso deveria apresentar uma abordagem capaz de explorar diferentes mídias, de forma integrada, além de exercícios e atividades que exigem a participação ativa dos estudantes via interação com as atividades. Outra questão levantada diz respeito à possibilidade do recurso apresentar uma revisão do conteúdo, envolvendo os temas propostos. Por último, com apenas duas indicações, ficam as

características relacionadas à apresentação da história, exemplos e curiosidades. Ao que parece, esse último não deve ser o foco da abordagem.

Tais apontamentos foram importantes, pois ajudaram a direcionar as características da abordagem e a construção dos aspectos técnicos e pedagógicos que deram suporte ao desenvolvimento do aplicativo, fruto dessa pesquisa. Ainda permitiu a seleção dos conteúdos a serem explorados, tendo em vista os resultados apresentados pelos Gráficos 1 e 2, assim optou-se por abordar a temática: ligações químicas, equações e suas representações, visto que essa última requer o conhecimento prévio da primeira.

Somam-se a esses aspectos a questão de que o número de indicações começou a subir a partir do tema ligações, o que fornece indicativos do ponto crítico a ser explorado, seguido do segundo tema equações e suas representações apontadas pelos Gráficos 1 e 2 como problemáticos tanto do ponto de vista de ensino, quanto para a aprendizagem dos estudantes de Ciências.

Tais conteúdos são pré-requisitos necessários à construção do aplicativo. A literatura da área (e.g. GIORDAN; GOIS, 2005; ROCHA, 2012; BRAGA, 2014) também sinaliza a importância de associar diferentes mídias ao explorar os temas propostos, com o intuito de facilitar a abordagem e compreensão de alguns conteúdos por meio de atividades interativas. Tal questão é um pré-requisito a ser considerado, de modo que o estudante possa participar ativamente na construção do conhecimento.

A seguir serão descritos os requisitos que deram suporte à construção do aplicativo QuiLegAI, tendo em vista os estudos de Braga (2014) o qual argumenta que os requisitos devem ser fornecidos pelos diversos sujeitos envolvidos no processo de desenvolvimento, assim as solicitações dos principais envolvidos são “recolhidas e reunidas buscando obter uma “lista de desejos” do que as diversas pessoas envolvidas no projeto (professor demandante, usuários etc.) esperam e desejam que o sistema contenha” (BRAGA, 2014, p.65).

Todavia, os requisitos geralmente são classificados em: requisitos funcionais e não funcionais. No entanto, há ainda metodologias que adotam um terceiro tipo, o requisito didático-pedagógico, onde se define conteúdos, forma de abordagem das atividades, os elementos textuais, audiovisuais a serem utilizados para favorecer a compreensão dos temas, a didática utilizada ao explorar o conteúdo e a forma de participação e interação dos envolvidos (BRAGA, 2014). Segue abaixo a descrição dos requisitos do QuiLegAI.

**Requisitos didático-pedagógicos:** se relacionam aos conceitos e conteúdos abordados, bem como a metodologias e estratégias a serem apresentadas pelo recurso.

**Tabela 01: Requisitos didático-pedagógicos**

<b>Requisitos previstos</b>	<b>QuiLegAl 01</b>	<b>QuiLegAl 02</b>	<b>QuiLegAl 03</b>	<b>Construtor Livre</b>
Deve proporcionar a construção/aplicação de conceitos por meio de atividades que exigem a interação dos envolvidos;	X	X	X	X
Deve apresentar atividades que exijam diferentes habilidades para resolver as situações/atividades propostas;	X	X	X	
Deve apresentar objetivos de aprendizagem implícitos e explícitos nas atividades;	X	X	X	
Deve explorar os conteúdos relacionados aos elementos químicos, ligações, equações químicas e suas representações;	X	X	X	X
Deve apresentar equilíbrio entre o aspecto lúdico e pedagógico;	X	X	X	X
Deve explorar os recursos visuais e interativos na resolução de situações-problema que levem o estudante a refletir/agir;	X	X	X	X
Deve conter elementos que despertem o interesse e a motivação dos estudantes (sons, animações, <i>feedback</i> etc.);	X	X	X	
Deve simular atividades que lembrem uma brincadeira e/ou jogos (aspectos lúdicos);	X	X	X	X
Deve abordar o conteúdo por meio de diferentes representações: audiovisual, textual e atividades interativas;	X	X	X	X
Deve oferecer diferentes níveis de complexidade na representação das ligações: básico, médio e avançado;		X		
Deve propor situações de aprendizagem que combinem o uso de diferentes recursos audiovisuais e exercícios interativos;	X	X	X	
Deve proporcionar autonomia do usuário na seleção das atividades e tópicos a serem explorados;	X	X	X	X
Deve proporcionar ao docente e/ou estudante a representação de substâncias relacionadas a temas diversos;				X
Deve apresentar linguagem simples, compatível à abordagem realizada para estudantes do nono ano de Ciências;	X	X	X	X
Deve apresentar um guia de orientações didáticas;	X			

Fonte: Elaborado pelo autor

Os diferentes requisitos apresentados pela Tabela 01 foram construídos com base nas demandas apresentadas pelos docentes participantes dessa pesquisa e demais estudos relacionados à literatura da área. O QuiLegAl 01 descrito na Tabela 01 atende a uma série de requisitos, no entanto não atende a dois requisitos: oferecer diferentes níveis de complexidade na representação das ligações e proporcionar (ao docente e estudante) a representação de substâncias e temas diversos. O não atendimento a esses dois requisitos deve-se ao fato de que

o QuiLegAl 01 foi projetado como uma introdução às ligações químicas, assim explora conteúdos básicos associados ao tema como: Tabela Periódica, Elementos Químicos e sua representação. Quanto aos demais requisitos mostram-se pertinentes para a abordagem do conteúdo proposto.

O QuiLegAl 02, cujo foco são as Ligações Químicas abrange a maioria dos requisitos apresentados na Tabela 01, devido às especificidades que envolvem a temática. Desse modo, apenas o requisito relacionado à capacidade de proporcionar aos usuários autonomia na representação de substâncias e temas diversos não foi atendido nesse tópico do App.

O QuiLegAl 03, por sua vez explora as equações e reações químicas, desse modo optou-se por não atender a dois requisitos, o primeiro relacionado aos níveis de complexidade e o segundo à construção livre (possibilidade de representação de temas diversos). Tal opção deve-se à complexidade de funções e características que deveriam ser implementadas, o que poderia tornar a abordagem mais complexa, considerando o nível de ensino a ser atendido.

Por sua vez, o Construtor Livre, diferentemente dos demais tópicos, tem como um dos requisitos principais possibilitar a construção/representação livre dos usuários (estudantes e docentes), o que demanda maior flexibilidade quanto aos demais requisitos. Por fim, destaca-se que os diferentes tópicos do QuiLegAl foram contemplados em um guia de orientações didáticas, de modo que possa orientar os docentes e demais usuários quanto às especificidades e objetivos do aplicativo.

**Requisitos Funcionais:** fornece os dados de todas as funcionalidades, ou seja, a descrição do que o recurso irá fazer. Deste modo, o levantamento dos requisitos funcionais deve considerar as especificidades e funções do *software* que será construído (BRAGA, 2014). Cabe mencionar que alguns requisitos de conteúdo foram incorporados aos requisitos funcionais, dadas às funcionalidades que lhes são atribuídas no App. A seguir são apresentados alguns requisitos funcionais do QuiLegAl.

**Tabela 02 – Requisitos funcionais**

<b>Interface de Apresentação</b>	Deverá possibilitar o acesso ao Menu principal do aplicativo e ao Guia do Professor; Deverá apresentar uma síntese do que é o QuiLegAl; Deverá apresentar informações sobre os desenvolvedores e o tipo de licença atribuída ao recurso.
<b>Guia do professor</b>	Deverá apresentar orientações didáticas (níveis de ensino, público alvo, aplicações, características e possibilidades de utilização) quanto ao App;
<b>Interface de Apresentação dos tópicos</b>	Deverá apresentar fundo musical durante as atividades; Deverá apresentar uma mensagem após o término das atividades de cada tópico; Deverá apresentar possibilidades de o usuário avançar ou retroceder.
<b>Composição das telas</b>	Deverá combinar elementos visuais, sonoros, textuais e lúdicos;
<b>Feedback</b>	Deverá apresentar <i>feedback</i> sonoro ao realizar as atividades;



	Deverá apresentar <i>feedback</i> com dicas em algumas atividades; Deverá apresentar <i>feedback</i> sonoro e textual em alguns tópicos.
<b>Recursos visuais e sonoros</b>	Deverá apresentar vídeos e animações curtos; Os elementos químicos devem ser coloridos; Deverá apresentar tutorial com explicações audiovisuais sobre as atividades que envolvem a representação de moléculas e tipos de ligações; Deverá apresentar ao usuário um mecanismo de controle do som em cada tópico.
<b>Atividades interativas</b>	Deverá apresentar possibilidade de o estudante desenvolver as atividades em dupla ou individualmente; Deverá apresentar possibilidades de o usuário inserir dado (texto e números), fazer escolhas e representar diferentes moléculas; Deverá apresentar pontuação em algumas atividades; Deverá conter elementos que lembrem os jogos, serem divertidas e dinâmicas.
<b>Cenários/design</b>	Deverá combinar situações do cotidiano (corpo humano, receita de bolo etc.) e os conteúdos explorados por meio de diferentes atividades;
<b>Construtor de moléculas</b>	Deve apresentar diferentes fases com níveis variados de dificuldade; Deve proporcionar o sorteio aleatório das substâncias; Deve oferecer <i>feedback</i> das representações; Deve oferecer dicas e acesso à tabela periódica; Deve apresentar diferentes elementos químicos e suas ligações; Deve possibilitar a representação de substâncias diversas (Construtor Livre).
<b>Reusabilidade do Conteúdo</b> (permite que o recurso possa ser utilizado em diferentes contextos e para fins diversos)	O conteúdo deverá ser organizado de forma a possibilitar o seu desmembramento em mais de um tópico;
	O aplicativo poderá ser dividido em quatro objetos menores que podem ser utilizados juntos ou separados.
	Deverá permitir a construção/representação livre para que o professor possa decidir que substâncias e conteúdos irão explorar.

Fonte: Elaborado pelo autor

**Requisitos Não-Funcionais:** Dizem respeito às propriedades, restrições e qualidade do recurso construído. Em linhas gerais os requisitos não funcionais abrangem as características técnicas do Objeto de Aprendizagem. Ainda podem ser descrito neste item a linguagem de programação, métodos de desenvolvimento e acessibilidade (BRAGA, 2014).

**Tabela 03 – Requisitos não-funcionais**

<b>Interface de Apresentação</b>	Deverá apresentar botões de acesso ao menu principal e ao guia de orientações, intitulado de “Guia do Professor”;
	Deverá apresentar a Logo do App, UNEMAT e do PPGECEM;
	Deverá apresentar a imagem do personagem do QuiLegAl.
<b>Menu Principal</b>	Deverá conter botões de acesso aos tópicos e à Interface de Apresentação;
	Deve apresentar botões de acesso ao conteúdo e sair/voltar;
	Deverá apresentar um menu vertical com os tópicos a serem explorados e suas características;
	Deverá apresentar correlação entre os temas apresentados pelos tópicos explorados pelo QuiLegAl.
<b>Cenários e Interfaces</b>	Deverá utilizar um Béquer com os elementos químicos na interface de representação do Construtor Livre e o QuiLegAl 02;
	Deverá apresentar um cenário atrativo, utilizando diferentes cores (azul e branco em contraste com o texto em negro);
	Deverá apresentar interfaces interativas e promover a participação ativa dos estudantes;

	Deverá permitir ao usuário avançar e retroceder nas interfaces.
<b>Personagem</b>	Deve possuir um personagem/mascote, um jovem com jaleco e vidrarias.
<b>Requisitos de confiabilidade</b> (Asseguram que o recurso não possuirá defeitos técnicos e/ou erros no conteúdo).	Deverá assegurar a veracidade do conteúdo apresentado após passar pela avaliação de um Prof. Dr. em Química;
	Deverá ter exatidão nas atividades quanto à linguagem química;
	Deverá passar por avaliações e testes antes de ser disponibilizado;
<b>Requisito de usabilidade e navegação</b> (facilidade de utilização)	Usará linguagem acessível para estudantes do E.F. e E. M.;
	Será de fácil utilização para professores e estudantes;
	Deverá conter botões de play, pausa e retorno em vídeos e animações;
<b>Requisito de disponibilidade</b> (onde ficará hospedado, ou mesmo onde os usuários poderão ter acesso ao mesmo)	Deverá ser disponibilizado na página do PPGECM/Portal UNEMAT.
	Deverá ser disponibilizado na loja virtual de aplicativos Google Play Store (para dispositivos móveis).
	Deverá ser disponibilizado às escolas participantes da pesquisa via CD e orientações.
<b>Requisito de acessibilidade</b> (Se refere à possibilidade de acesso a diferentes dispositivos e possíveis adaptações para atender necessidades especiais).	Deverá ser desenvolvido com linguagens multiplataforma (HTML 5) o que amplia a possibilidade de acesso por meio de diferentes dispositivos;
	Deverá utilizar preferencialmente o navegador <i>Mozilla Firefox</i> para o acesso ao aplicativo;
	Deverá funcionar com e/ou sem acesso à internet.
<b>Requisito portabilidade e facilidade de instalação</b> (Indicam as condições de instalação ou utilização para outros ambientes, plataformas virtuais).	Deverá funcionar em diferentes ambientes virtuais de aprendizagem e sites;
	Deverá ser de fácil instalação;
	Deverá apresentar adaptações para atender a diferentes sistemas operacionais.
	Deverá permitir modificações por parte dos usuários/desenvolvedores.
<b>Requisitos de licenciamento e direitos autorais</b> (descrevem a natureza do software quanto a distribuição e/ou comercialização)	Deverá ser licenciado como REA, sob a licença <i>Creative Commons</i> (BY-NC), ou seja, Atribuição-Não-Comercial 3.0;
	Deverá ter atribuição livre para fins educacionais;
<b>Restrições técnicas</b>	Recomenda-se o <i>Mozilla Firefox</i> como navegador principal, visto que os demais ( <i>Internet Explorer</i> , <i>Google Chrome</i> e <i>Opera</i> ) apresentam restrições quanto à execução de áudio e/ou vídeo.

Fonte: Elaborado pelo autor

Tendo em vista os diferentes requisitos apresentados, a seguir será apresentado o aplicativo construído considerando o conjunto de requisitos aqui expostos e implementados na construção do QuiLegAl.

### 3.3 Conhecendo o aplicativo QuiLegAl

Conforme dito anteriormente, o QuiLegAl foi projetado com base em apontamentos de um grupo de professores com o intuito de contribuir com o ensino dos conteúdos de ligações químicas, equações e suas representações conforme já mencionado. O referido App é

composto por um conjunto de telas e será aqui apresentado juntamente com suas características e funções. Assim como as observações e aspectos teóricos que nortearam sua construção a partir de uma abordagem diferenciada que integra o uso de diferentes linguagens, entre as quais destacam o uso de imagens, textos, simulações, animações, atividades interativas com *feedback* e aspectos lúdicos associados. Tais características buscam estimular a participação, reflexão e discussão dos envolvidos, bem como criar situações de ensino que auxiliem a compreensão dos temas explorados.

**Figura 3.** Interface de apresentação do aplicativo QuiLegAl



Fonte: elaborado pelo autor

A interface do QuiLegAl traz uma apresentação geral do aplicativo e o *Guia do Professor* como mostrado na Figura 3, ao clicar no botão “*Explorar*” o estudante e/ou docente é convidado a identificar-se (opcional), em seguida é direcionado ao Menu principal do aplicativo. Como se pode observar, na referida tela é apresentado ao docente e ao estudante uma série de informações que podem auxiliá-los a conhecer melhor o recurso, bem como direcionar sua exploração em diferentes situações de ensino. O usuário pode acessar o “Guia do professor”, no qual encontrará as descrições do nível de abordagem no ensino, conteúdos a serem explorados, conhecimentos prévios exigidos, formas de utilização sugeridas, entre outras características pertinentes.

A tela do Menu principal do QuiLegAl está organizada na forma de navegação vertical com quatro tópicos diferentes, no entanto complementares. São eles: **QuiLegAl 01-**

Elementos Químicos e Ligações Químicas; **QuiLegal 02-** Substâncias Químicas e suas representações; **QuiLegal 03-** Equações e Reações Químicas: elementos básicos e o **QuiLegal 04 -** Construtor Livre. Conforme mostra a Figura 4.

**Figura 4.** Menu Principal do QuiLegal



Fonte: elaborado pelo autor

Ao clicar sobre os botões de acesso aos tópicos, o estudante é direcionado para uma sequência de telas relacionadas aos conteúdos específicos voltados à temática que deseja explorar. Em cada tópico é apresentada uma breve descrição do que o estudante e/ou professor irá encontrar ao acessar cada um deles conforme mostra a Figura 4.

O tópico **QuiLegal 01-** Elementos químicos e ligações químicas é composto por um conjunto de cinco telas, as duas primeiras são apresentadas na Figura 5.

**Figura 5.** Apresentação do QuiLegal 01



Fonte: elaborado pelo autor

A Figura 5a mostra os quatro ícones clicáveis ou botões (são figuras que remetem a ação de um determinado programa e comunicam uma informação), o som destacado na imagem e na sequência estão centralizados os botões “Iniciar”, “Apresentação” e “Sair”, os quais estão presentes nos demais tópicos do App, o que difere as telas é a descrição de conteúdo e atividades presente na apresentação de cada tópico. O ícone de som (Figura 5a) pode ser selecionado pelo estudante caso não queira ouvir a música de fundo, enquanto explora e resolve as atividades propostas pelo aplicativo.

O botão “Iniciar” dá acesso à tela de introdução aos elementos químicos (Fig. 5b), a qual é composta por um breve texto introdutório e uma atividade onde o estudante pode explorar e conhecer um pouco mais sobre os elementos químicos presentes no corpo humano. Assim, ao clicar sobre o símbolo químico, uma nova caixa de texto se abre com informações sobre as substâncias e/ou elementos selecionados.

Tais informações foram adicionadas com a intenção de despertar a curiosidade do estudante e chamar a atenção para o fato de que os conteúdos explorados estão presentes na nossa vida diária, inclusive no corpo humano desempenhando diversas funções. Os botões “avançar” e “voltar” mostrados na Figura 5b estão presentes nas demais telas do aplicativo, eles permitem a navegação livre, sem restringir o acesso do estudante ao conteúdo e/ou tópico que deseja explorar, de modo a favorecer a construção da autonomia.

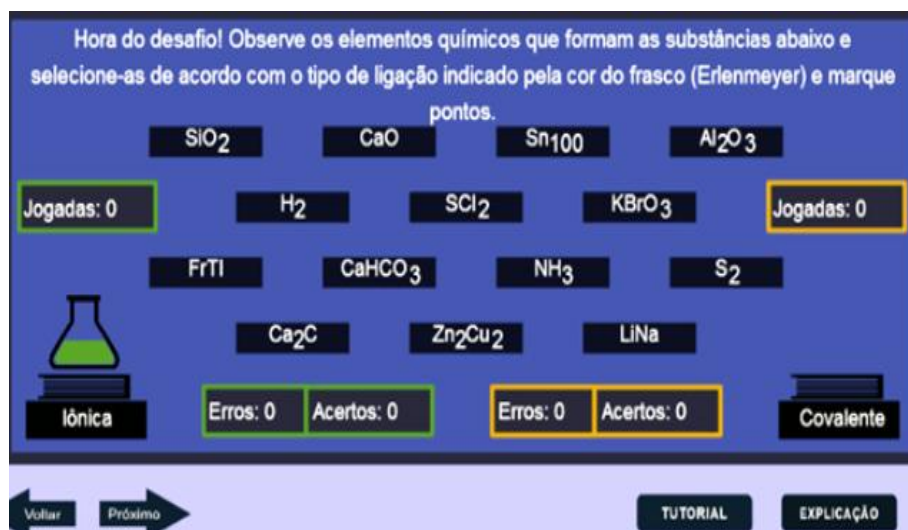
Na interface seguinte (Fig. 6), o estudante tem acesso a diferentes linguagens interligadas, a junção do texto escrito, som, conceitos básicos e animações ilustram e apresentam os tipos de ligações explorados, assim o estudante pode acompanhar, relacionar e discutir as características que envolvem os diferentes tipos de ligações químicas.

**Figura 6.** Ligações químicas (Tela 3)



A Figura 6a apresenta os três tipos de ligações químicas: iônica, covalente e metálica, assim como explora o uso de animações ao apresentar cada uma delas individualmente. Ao acessar um dos ícones clicáveis o estudante tem acesso à animação que ilustra a formação e/ou ocorrência da ligação química (Figura 6b). O estudante pode rever e discutir com seus colegas e/ou professor alguns conceitos básicos relacionados ao tema.

**Figura 7.** Atividades interativas envolvendo as ligações (Tela 4).



Fonte: elaborado pelo autor

A interface apresentada na Figura 7 explora a aplicação de alguns conceitos básicos por meio de uma atividade interativa que simula uma brincadeira, com aspectos que remetem à ideia de jogo com *feedback*, desafios e interativos, características comuns aos jogos digitais (MATTAR, 2010). Outra característica considerada foi a cooperação, assim os estudantes podem trocar ideias, explorar e resolver a atividade em dupla ou individualmente.

No canto inferior direito da Figura 7 estão presentes dois botões: tutorial e explicação, o primeiro oferece informações detalhadas em áudio e vídeo sobre como funciona a atividade interativa (brincadeira). O segundo apresenta os objetivos que se deseja alcançar ao final da atividade a ser realizada, seja ela realizada em dupla ou individualmente. As fórmulas das substâncias que compõem a tela são rotativas e modificam-se à medida em que ambos realizem cinco acertos para cada tipo de ligação.

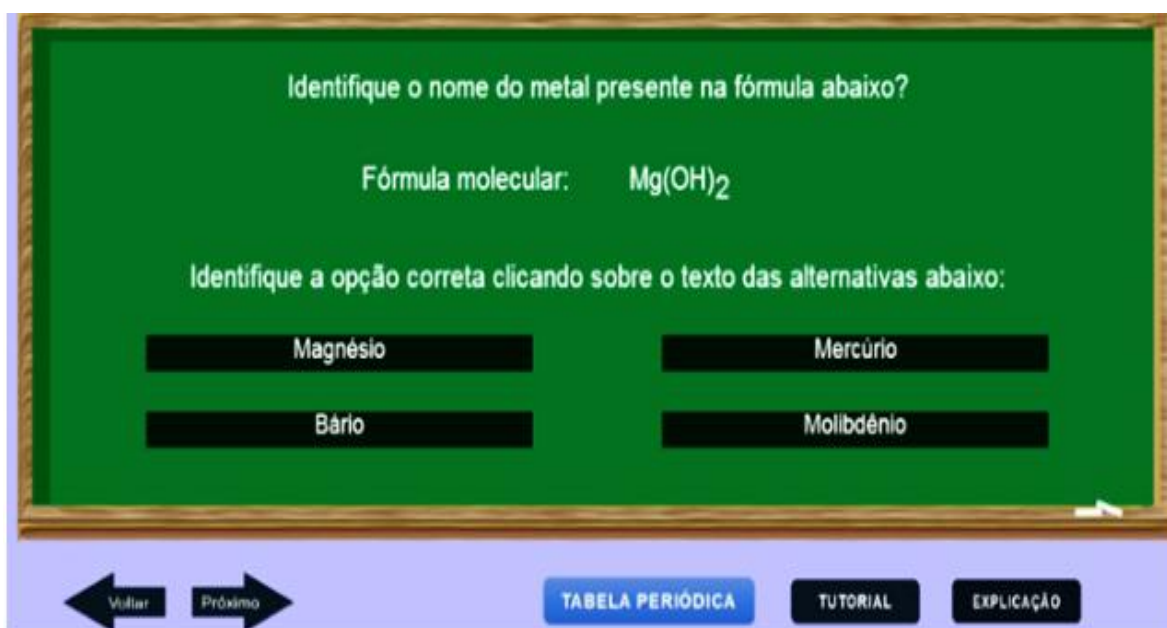
No centro da tela (Figura 7) estão dispostas as fórmulas de diferentes substâncias, ambas contemplam os três tipos de ligações. O objetivo da atividade é que o estudante identifique o tipo de ligação presente em cada substância (o que não se limita apenas à escolha, mas ao processo que levou a essa decisão), para isso ele deverá mobilizar conceitos e



conhecimentos prévios que possam auxiliá-lo na escolha. A cor do Erlenmeyer<sup>15</sup> indica a vez e o tipo de ligação a ser identificada considerando as substâncias dispostas na tela. Assim, a cada acerto, o QuiLegAl emite um som, registra o resultado na tela e identifica a fórmula com a cor correspondente ao tipo de ligação atribuída.

A última tela do tópico **QuiLegAl 01** (Figura 8), traz elementos que lembram um jogo de perguntas e respostas envolvendo temas relacionados aos elementos químicos, tabela periódica e ligações químicas. Dessa forma, em um ambiente interativo e dinâmico, o estudante é desafiado a testar seus conhecimentos. Para o desenvolvimento da atividade com aspectos lúdicos o estudante tem à disposição uma tabela periódica digital, logo abaixo das alternativas. Outros elementos como som, música de fundo e *feedback* simulam um ambiente lúdico que lembra os jogos.

**Figura 8.** QuiLegAl Revisão (Tela 5)



Fonte: elaborado pelo autor

O tópico **QuiLegAl 02**- Substâncias Químicas e suas representações é formado por um conjunto de 4 telas principais, as quais são apresentadas na sequência.

A Figura 9 apresenta alguns elementos que compõem a primeira tela do QuiLegAl 02, nela é possível observar alguns elementos conceituais que permitem uma primeira aproximação com o tema, a associação de imagens e o texto ilustram características do conteúdo explorado. No centro da tela tem-se o ícone “assista a simulação” a qual leva o estudante para a segunda tela.

<sup>15</sup> É um tipo de vidraria utilizado em laboratórios de química

**Figura 9.** Introdução às substâncias químicas (Tela 1)


**SUBSTÂNCIAS**

Podem ser definidas como um conjunto de átomos, moléculas ou compostos iônicos iguais entre si. As diversas substâncias podem ser classificadas em:

**SUBSTÂNCIAS SIMPLES:**

- São formadas por átomos de um mesmo elemento químico;
- Não podem ser decompostas em substâncias ainda mais simples.

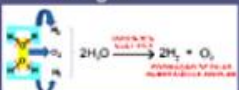
Ex: gás oxigênio



**SUBSTÂNCIAS COMPOSTAS:**

- Formadas por átomos de mais de um elemento químico;
- Podem ser decompostas produzindo duas ou mais substâncias simples.

Ex: água



**ASSISTIR SIMULAÇÃO**

◀ Voltar    Próximo ▶

Fonte: elaborado pelo autor

A tela a seguir, Figura 10, traz uma série de elementos que envolvem os aspectos técnicos, pedagógicos e demais elementos motivacionais e interativos associados ao uso de elementos: animação, áudio, imagens, texto, *feedback*, entre outros aspectos que simulam uma brincadeira de perguntas e desafios envolvendo a reação de combustão do etanol. Alguns objetivos de aprendizagem estão implícitos na atividade apresentada pela Figura 10. A qual exige a mobilização de outros conhecimentos prévios relacionados às equações químicas, elementos químicos e suas representações. Assim, para se chegar à solução das situações problemas, o estudante precisa compreender e aplicar conhecimentos químicos que inter-relacionam entre si e que são necessários na animação da reação apresentada.

**Figura 10.** Reação de combustão do etanol (Tela 2)


Assista a animação e teste seus conhecimentos químicos!


A molécula de água presente no produto apresenta quantas ligações simples?  
(Utilize os números do teclado quando necessário)


**VERIFICAR**


◀ Voltar    Próximo ▶


**REAÇÃO DE COMBUSTÃO DO ETANOL**

  
 etanol  
 $C_2H_5OH(l)$

  
 gás oxigênio  
 $+ 3O_2(g)$

  
 gás carbônico  
 $\rightarrow 2CO_2(g)$

  
 água  
 $+ 3H_2O(g)$

  
 calor

**Avançar/Repetir**

Fonte: Hipermídia TermoQuim (Mônica S. Cardoso e Irineu C. de Melo)  
<http://fisica.ufrr.br/igqecr/index.php/dissertacoes-e-produtos-educacionais>

Fonte: elaborado pelo autor

A tela apresentada pela Figura 10 é dividida em duas partes, a primeira direciona o estudante a assistir a animação ao lado e em seguida interagir com o aplicativo resolvendo as



questões problemas propostas a partir da simulação visualizada, o que demanda a participação ativa do estudante ao mobilizar e construir novos saberes relacionados ao tema. A utilização de animações e imagens dessa natureza encontram respaldo nos estudos de Heidrich (2009), Tarouco et al. (2014), Braga (2014); Silva e Brasileiro (2015). Este último afirma que animações e simulações podem facilitar a compreensão de fenômenos em escalas subatômicas na medida em que trazem para o “concreto situações que demandam um alto grau de abstração”, como é o caso das reações químicas representas pela animação da Figura 10.

Demais características relacionam-se à capacidade do App oferecer resultados (*feedback*) ao estudante após inserir dados no campo em negrito e verificar seu desempenho quanto às questões investigadas, as quais mudam a cada acerto.

A segunda parte explora a visualização, tendo em vista o uso de animações, imagens e representações químicas presentes na reação combustão de etanol, algo comum no nosso dia a dia, no entanto, a compreensão dos aspectos químicos envolvidos pode ser facilitada a partir da representação visual do fenômeno químico.

**Figura 11.** Tipos de substâncias (Tela 3)



Fonte: elaborado pelo autor

A Figura 11 representa uma das telas que explora a aplicação de conceitos básicos de química, através de uma atividade interativa que simula uma espécie de jogo de erros e acertos, podendo a mesmo ser realizada individualmente ou em dupla, tendo em vista a interatividade e cooperação envolvida (GALAFASSI; GLUZ, 2014). A tela apresentada pela Figura 11 é composta por diferentes substâncias que precisam ser selecionadas pelo(s) estudante(s) no decorrer da brincadeira, a cada acerto o aplicativo registra a pontuação e marca a substância escolhida, o mesmo ocorre com os erros.

Os ícones “tutorial” e “explicação” oferecem informações sobre a atividade, o

primeiro apresenta esclarecimentos que podem ajudar o estudante a compreender melhor o funcionamento da atividade interativa (brincadeira). O segundo apresenta os objetivos propostos para a atividade. Os aspectos lúdicos apresentados por diferentes elementos como: som, pontuação, *feedback*, cores simulam um ambiente de jogos que podem atrair o estudante (Braga, 2014) de modo que ele possa aprender se divertindo, contudo o objetivo principal é o conteúdo que está inserido nas atividades propostas pelo aplicativo (MESSENDER NETO, 2016). As diferentes substâncias estão representadas no centro da tela (Figura 11) assim ao observar a cor do *Erlenmeyer* o estudante pode classificar a substância correspondente a cada tipo solicitado. A cor verde do *Erlenmeyer* indica que é a vez de escolher substâncias compostas, por sua vez a cor laranja remete à escolha de substâncias simples. Soma-se a possibilidade de discutirem seus erros e acertos no decorrer da interação com o App.

A tela do construtor é apresentada pela Figura 12, a esse respeito cabe aqui mencionar que é uma das mais complexas do ponto de vista de desenvolvimento, tal fato se deve à diversidade de funções e aspectos envolvidos na sua construção. Dividida em três partes: quadro, tabuleiro e Béquer (com a representação dos elementos químicos). As informações contidas no quadro procuram trazer informações que buscam auxiliar o estudante e ao mesmo tempo aplicações das substâncias a serem representadas, aproximando a Química da realidade vivenciada pelos discentes.

**Figura 12.** Construtor de moléculas QuiLegAI (Tela 4)



O tabuleiro é o espaço destinado à construção, nele são representadas as diferentes estruturas químicas, abaixo dele encontra-se o ícone Tabela Periódica, que pode ser consultada pelo estudante a qualquer momento. No Béquer ao lado do tabuleiro (Figura 12) encontram-se os diferentes símbolos químicos a serem utilizados na representação, abaixo dele tem-se os tipos de ligação (simples, dupla ou tripla) a serem utilizadas na construção.

Abaixo do Béquer tem-se o botão “verificar”, o qual fornece *feedback* às representações construídas, ou mesmo dicas quando o número de ligação e/ou representação está incorreto. Ao lado do botão “verificar” está o ícone “lixeira”, cujo papel é limpar o tabuleiro, ou seja, apagar rapidamente a substância construída.

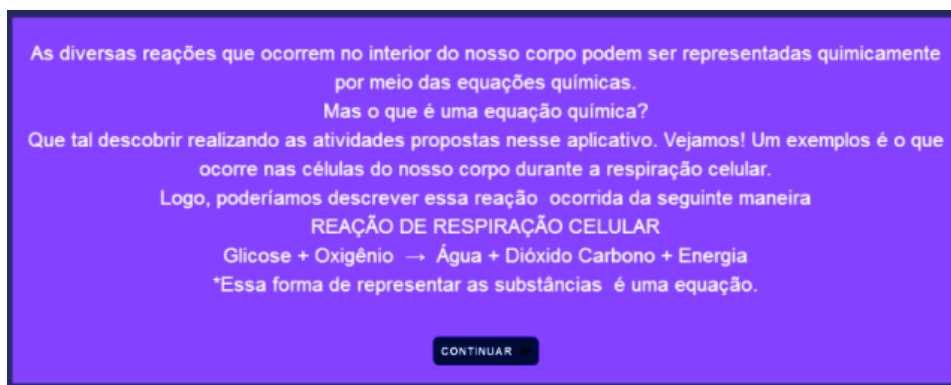
É importante destacar que o desenvolvimento do Construtor de Moléculas ainda levou em consideração características do aspecto pedagógico, interatividade e afetividade (GALAFASSI; GLUZ, 2014), bem como o equilíbrio proposto entre os aspectos lúdicos e pedagógicos (KISHIMOTO, 1996). Os elementos como: *feedback*, dicas, sons, desafios, imagens, cores integram-se aos objetivos pedagógicos implícitos, os quais visam ao final levar o estudante a aplicar corretamente os conceitos envolvidos e representar corretamente a substância proposta.

No centro da tela, abaixo do ícone Tabela Periódica, há três ícones, são os níveis 1, 2 e o nível desafio. O primeiro traz um banco de substâncias mais simples quanto à representação, ideal para alunos do Ensino Fundamental e início do Ensino Médio, o segundo traz substâncias que exigem um pouco mais de atenção e conhecimento, sendo indicado a estudantes do Ensino Médio e Ensino Médio avançado. Por fim, o nível desafio é indicado a estudantes do ensino médio e superior, traz ainda algumas exceções à regra do octeto. Além disso, apresenta substâncias mais complexas do ponto de representação.

Por conseguinte, complementam essa tela o ícone “tutorial” e “explicação”. O primeiro tem o papel de apresentar, via recurso audiovisual, as funcionalidades da tela, o segundo alguns objetivos pretendidos com a utilização do construtor.

Com relação ao terceiro tópico **QuiLegal 3 - Equações e Reações Químicas**: elementos básicos, é composto por um conjunto de 6 telas, as quais buscam introduzir e explorar conceitos prévios necessários à compreensão do tema. Ainda traz uma abordagem dinâmica, interativa e divertida ao explorar a contextualização e estabelecer relações entre uma receita de bolo e os conceitos químicos envolvidos nessa construção. A primeira tela deste tópico é apresentada na Figura 13, a qual apresenta uma breve introdução do conteúdo a ser explorado.

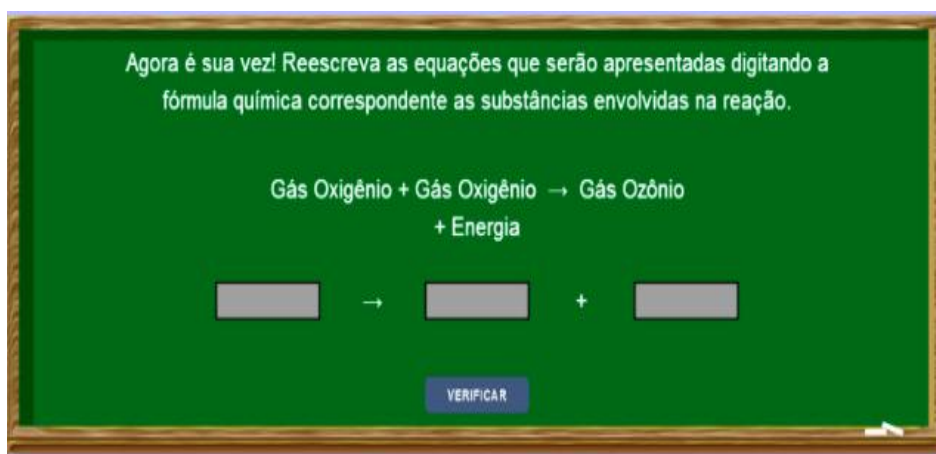
**Figura 13.** Introdução às equações químicas (Tela 1)



Fonte: elaborado pelo autor

A presente tela conta com o áudio do texto introdutório, nela busca-se contextualizar a Química com a realidade, com o corpo humano e assim contribuir para desmistificar a ideia de ciência enfadonha e de difícil compreensão apontada por alguns estudantes. A tela seguinte (Figura 14) tem o propósito de possibilitar ao estudante participar ativamente e interagir com a atividade proposta, aplicar conceitos básicos e a linguagem utilizada pela Química. Nesse ambiente tem-se a presença de *feedback*, som, dicas e resultados, tais elementos são apontados por Wilson e Balasubramanian (2006) como importantes, pois despertam o interesse dos estudantes, o que pode envolvê-los na atividade e levá-los à aplicação de conhecimentos relacionados aos elementos químicos e à representação de fórmulas químicas de forma dinâmica e divertida.

**Figura 14.** Atividades interativas envolvendo equações (Tela 2)

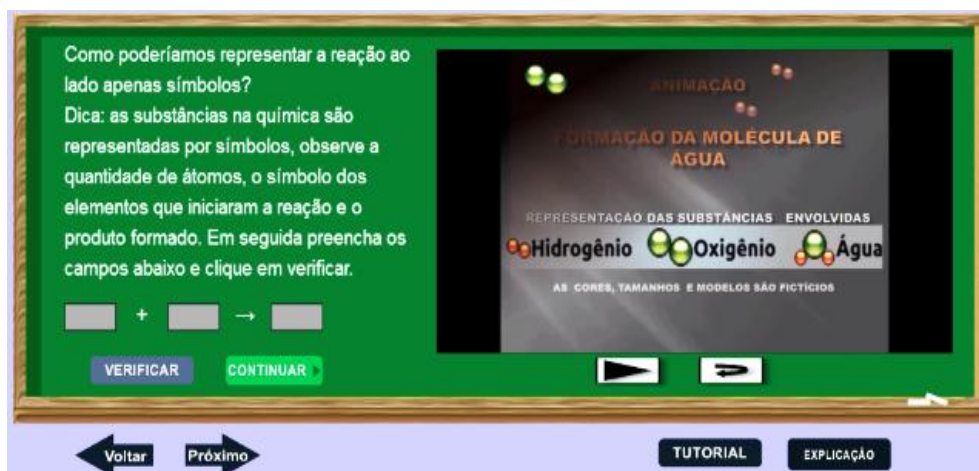


Fonte: elaborado pelo autor

Como se pode observar, a maioria das telas apresenta objetivos pedagógicos implícitos, essa não é uma exceção, assim os retângulos no centro da tela permitem que os estudantes preencham os espaços utilizando a linguagem simbólica da Química e representem as substâncias por meio de símbolos, todavia, ao final da construção, terão uma equação

química, a qual podem verificar se está correta ou não. Ainda se combinam a esses objetivos pedagógicos a interatividade e demais elementos como: *feedback*, dicas, som e desafios que buscam atrair a atenção dos estudantes e envolvê-los na atividade.

**Figura 15.** Animação de formação da molécula de água (Tela 3)



Fonte: elaborado pelo autor

A tela representada pela Figura 15 traz a integração de diferentes elementos (texto, animação, imagens, *feedback*) ao explorar os elementos que compõem a representação das equações químicas, tendo em vista a utilização de recursos audiovisuais, aspectos esses defendidos por Giordan (2015). O estudante pode assistir a animação audiovisual que descreve a reação de formação da molécula de água e em seguida resolver a atividade interativa proposta. Ainda tem à disposição o tutorial e a explicação que podem auxiliá-lo a resolver as situações problemas propostas pelo App.

A tela seguinte (Figura 16) é composta por diferentes substâncias, as quais exigem dos estudantes a mobilização de conhecimentos químicos básicos, que levem o estudante a identificar, classificar e reconhecer diferentes elementos e conceitos químicos envolvidos.

**Figura 16.** Quadro interativo (Tela 4)

O quadro interativo abaixo convida você a pesquisar e testar seus conhecimentos sobre as substâncias químicas selecionando os itens solicitados.

Substância	Tipos de Substância	Elementos Envolvidos	Tipo de Ligação	Respostas
Água	S C	H, o, Oh, He, O	M I C	VERIFICAR
Cloreto de sódio/ Sal de cozinha	S C	NAo, cl, Cl, C, O, Na	M I C	VERIFICAR
Glicose	S C	H, o, Oh, O, C	M I C	VERIFICAR

ASSISTIR SIMULAÇÃO

Voltar Próximo TUTORIAL EXPLICAÇÃO

Fonte: elaborado pelo autor



O quadro interativo representado pela Figura 16 traz dois ícones “tutorial” e “explicação”, ambos têm o propósito de auxiliar o estudante quanto às funcionalidades e os objetivos propostos por cada atividade do aplicativo. Ao clicar em animação, por exemplo, ele pode retomar as atividades relacionadas a animação da tela anterior. No que diz respeito ao quadro interativo destaca-se a possibilidade do estudante discutir as ideias e alternativas com os colegas e o professor, antes de realizar as escolhas e verificar se suas respostas estão corretas. Tal atividade, proposta pelo aplicativo, busca equilibrar as duas funções: lúdica e educativa proposta por Kishimoto (1996) como fundamentais ao se desenvolver recursos voltados à área educacional.

O mesmo ocorre com a tela da Figura 17 a qual busca fazer uma comparação entre uma receita de bolo e a Química envolvida, de forma interativa e dinâmica o estudante é convidado a responder um diálogo entre os personagens “Bolo” e o “Átomo”. Os aspectos lúdicos envolvidos buscam chamar a atenção dos estudantes e ao mesmo tempo despertar o interesse em conhecer o que tem de semelhança entre ambos os assuntos, ou seja, os conteúdos. O que vai ao encontro do que propõe Messender Neto (2016) ao defender que nesse momento o interesse deve migrar do recurso para o conteúdo, assim o aplicativo passa a exercer um papel secundário, o de auxiliar o processo de ensino.

**Figura 17.** A química do bolo (Tela 5)



Fonte: elaborado pelo autor

Na verdade, o pano de fundo, o objetivo pedagógico por trás dessa atividade é auxiliar os estudantes a conhecerem e familiarizarem-se com a nomenclatura e os elementos que constituem uma equação química. Ao participarem do diálogo e responderem os questionamentos novas questões são propostas, o que implica na mobilização de saberes e na curiosidade de descobrir e verificar suas hipóteses.

**Figura 18.** Hora de aprender brincando (Tela 6)

Observe a reação e responda de acordo com o elemento em destaque:

$$4\text{Fe(s)} + 3\text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_3\text{(s)}$$

Equação química da reação de formação da ferrugem.

5 - A flecha na equação química indica o sentido ou a velocidade da reação?

1 - Período da Tabela periódica a qual pertence o Fe?

VERIFICAR

Voltar Próximo

Fonte: elaborado pelo autor

A Figura 18 apresenta uma tela interativa que se assemelha a um jogo de perguntas e respostas, com sons e *feedback* que desafiam os estudantes a testarem seus conhecimentos, todavia tais conhecimentos se relacionam aos conteúdos explorados pelo QuiLegAI, o que pode envolver os diferentes elementos envolvidos numa equação química, até mesmo conceitos relacionados à Tabela Periódica, respeitando o nível de ensino a ser explorado.

Por fim, apresenta-se o tópico **QuiLegAI 04** – Construtor Livre, composto por uma tela principal representado na Figura 19, nela estão dispostos dois Béquer, dentro dos quais estão dispostos os símbolos de diferentes elementos químicos que podem ser utilizados para a representação de diferentes substâncias químicas e suas ligações. Ao construir esse tópico levou-se em consideração a reusabilidade apontada por Braga (2014), pois ao propiciar um ambiente de construção livre, o docente pode explorá-lo para abordar diferentes conteúdos com seus estudantes, entre eles: ligações químicas, cadeias carbônicas, funções químicas, hidrocarbonetos, entre outros, a partir do Construtor Livre.

**Figura 19.** Construtor Livre do QuiLegAI

Aba 01 | Aba 02 | Aba 03 | Aba 04 | Aba 05

TABELA PERIÓDICA

Volta

LIMPAR GRADE TUTORIAL EXPLICAÇÃO

Fonte: elaborado pelo autor

Abaixo do Béquer esquerdo (Figura 19) tem-se o ícone Tabela Periódica, a qual pode auxiliar os estudantes e docentes a representarem as moléculas, no Béquer do lado direito tem-se os três tipos de ligações a serem utilizados. No centro da tela tem-se o tabuleiro, local onde se pode visualizar as representações, logo acima temos as abas, cujo papel é permitir que o estudante possa realizar várias construções, sem a necessidade de apagar a anterior.

Abaixo do tabuleiro, tem-se os ícones “limpar grade”, “tutorial” e “explicação”. O primeiro permite que as representações possam ser apagadas do tabuleiro rapidamente, o segundo e o terceiro ícone apresentam as especificidades e funcionalidades do Construtor Livre, bem como seus objetivos. A construção desse tópico do aplicativo levou em consideração a interatividade e a autonomia, dois aspectos pedagógicos importantes descritos por Galafassi e Gluz (2014).

Ao proporcionar maior autonomia na representação das substâncias, o docente pode explorar diferentes conteúdos utilizando o mesmo recurso, o mesmo ocorre com o estudante, ao criar a representação que quiser, tendo em vista o conhecimento prévio sobre ligações químicas.

O que difere o Construtor Livre do Construtor de Moléculas (Figura 12) é o fato de que, neste último, o estudante pode obter *feedback* ao representar os diferentes tipos de ligação, já no Construtor Livre isso não é possível. Por outro lado este oferece maior autonomia para o estudante e o professor, pois os mesmos podem decidir como, quando e quais substâncias representar. Embora, tenham suas limitações, aqui o professor pode planejar sua atividade, escolher as substâncias e/ou conteúdos que deseja explorar com seus estudantes.

No entanto, é fundamental que se tenha o domínio do conteúdo (principalmente o docente, antes de propor uma atividade), visto que esse não oferece *feedback* às construções realizadas. Portanto, cabe ao docente discutir, auxiliar e corrigir as eventuais dúvidas durante a representação usando o Construtor Livre do QuiLegAl.



### 3.4 ANÁLISES DOS DADOS

Tendo como base a metodologia adotada, os docentes tiveram a oportunidade de conhecer, interagir e avaliar o aplicativo no contexto em que lecionam. Desse modo a análise dos dados estrutura-se da seguinte maneira:

O tópico 3.4.1 QuiLegAI: o que revela a avaliação docente traz a avaliação dos docentes considerando as dimensões (técnica, didático-pedagógica e química) exploradas pelo questionário avaliativo. Nesse tópico constrói-se a análise dos itens apresentados pelo questionário, dividido em três dimensões.

A análise inicial concentra-se na avaliação dos itens apresentados na dimensão técnica, tendo como base a triangulação de diferentes fontes (audiovisual/*screencast*, entrevista, questionário e observações do pesquisador), o mesmo ocorre com as demais dimensões (didático-pedagógica e química). Ao final desse tópico apresentam-se algumas limitações apontadas a partir da análise construída e as adequações implementadas considerando avaliação proposta pelos docentes.

Posteriormente, aprofunda-se a análise, a qual se desdobra em três temáticas (descritas pelos tópicos: 3.4.1.1; 3.4.1.2 e 3.4.1.3) construídas a partir da triangulação de diferentes fontes, buscam ampliar e aprofundar a compreensão a respeito das potencialidades e limitações apontadas pelos docentes ao avaliarem o aplicativo QuiLegAI no tocante aos diferentes aspectos investigados.

#### 3.4.1 QuiLegAI: o que revela a avaliação dos docentes

Os dados produzidos por meio de diferentes instrumentos possibilitaram a avaliação do aplicativo em suas diversas dimensões: técnica, didático-pedagógica e química, bem como compreender as potencialidades e limitações do aplicativo a partir do ponto de vista dos docentes que atuam no ensino de Ciências. Conforme descrito na metodologia, os sujeitos dessa pesquisa foram denominados por D1, D2, D3 e D4 a fim de preservar a identidade dos envolvidos. A Figura 20 traz os itens correspondentes à dimensão técnica e às respectivas avaliações dos docentes quanto aos conceitos (os números representam a quantidade de docentes e a forma como avaliaram cada item).

**Figura 20.** Aspectos avaliados quanto a dimensão técnica

<b>DIMENSÃO TÉCNICA</b> Na sua avaliação qual conceito atribui a cada item dos aspectos listados abaixo:	<b>Ótimo</b>	<b>Bom</b>	<b>Regular</b>	<b>Ruim</b>	<b>Péssimo</b>
<b>Aspectos gerais</b>					
Quanto às indicações sobre: conteúdo, nível de ensino e o público indicado.*	4				
Quanto às orientações sobre sua utilização do ponto de vista técnico e educacional.***		2	2		
Compatibilidade com sistemas operacionais de dispositivos móveis e computadores.**	4				
Como você avalia o aplicativo que não depende de internet para funcionar.	4				
Como você avalia a possibilidade de exibição do aplicativo (App) a partir da web.		2			2
<b>Navegabilidade</b>					
Como avalia a autonomia de acesso ao conteúdo e utilização do App.		4			
Como você avalia as possibilidades do estudante interromper, retomar e reiniciar uma atividade a qualquer momento durante a exploração do App.***	1	1	2		
<b>Interface</b>					
Como você avalia a organização dos temas, na forma de MENU proposto pelo aplicativo?	2	2			
Quanto à utilização de imagens, animações e/ou simulações, as mesmas são pertinentes ao conteúdo abordado.***		4			
Como você avalia a harmonia entre as cores, fontes, texto, animações, sons e outros recursos utilizados no App.*		2	2		
Como avalia a distribuição de hipertextos e sua utilização no contexto de ensino explorado pelo App.**	1	3			

Fonte: Elaborado pelo autor inspirado nos estudos de Campos; Martins e Nunes (2008)\*, Silva (2012)\*\* e Ribeiro (2015)\*\*\*.

Ao triangular diferentes fontes (audiovisual, entrevista, questionários e observação do pesquisador) pode-se compreender melhor quais foram as características observadas que levaram a tais indicações. Os resultados da avaliação quanto à dimensão técnica proposta pelo questionário apontam que entre os aspectos gerais investigados apenas um item obteve indicações do conceito péssimo e um regular, enquanto nos demais itens as indicações foram positivas conforme mostra a Figura 20.

As indicações do conceito “ótimo” para os itens relacionados ao conteúdo, nível de

ensino e público a que se destina, sugere que o App atende a tais quesitos. O mesmo ocorreu com os itens compatibilidade de sistemas operacionais e independência de internet para funcionar, ambos avaliados como positivos pelos docentes. Outras fontes de dados trazem elementos que permitem compreender tais indicações:

D1 - “[...] *ótimo porque não precisa de internet para funcionar*” (Audiovisual-03/11/2016).

D3 - “[...] *ótimo roda em tudo*” [Refere-se à compatibilidade de sistemas] (Entrevista-08/11/2016).

Os dois excertos mencionados ilustram a avaliação positiva dos docentes quanto aos quesitos analisados. O docente (D1) menciona a independência de internet como uma característica importante do App (o mesmo entendimento é apontado por Braga (2014) a respeito da característica acessibilidade) visto que a realidade na qual está inserido, as oportunidades de acesso à internet podem ser limitadas, nem sempre a escola dispõe de internet para os alunos. Isso talvez indique que a adoção de um recurso com a necessidade de internet para funcionar possa ser um fator que limita a utilização. Estudos de Oliveira, Souto e Carvalho (2016), atentos a essa realidade, propõem alguns critérios de seleção e avaliação de aplicativos que podem auxiliar os docentes na escolha, entre os critérios a “funcionalidade restrita à internet” é apontada como um aspecto a ser observado pelo docente.

Quanto ao excerto exposto pelo docente (D3) o mesmo menciona que o aplicativo atende a diferentes sistemas operacionais e esse é um item importante, o que nos remete à portabilidade, característica essa associada aos aspectos técnicos descritos pelos estudos de Braga (2014). O referido aspecto abre possibilidades de utilização do recurso em diferentes contextos. A esse respeito os docentes argumentam que:

D4 - “[...] *ótimo eu posso no futuro disponibilizar isso para o aluno levar para casa*” (Questionário - 03/11/2016).

D3 - “[...] *sim é ótimo*” [diálogo entre os docentes durante a avaliação do item mencionado no questionário] (Questionário – 03/11/2016).

Observa-se que os docentes vão além do que o item investiga, relatam possibilidades futuras de sua aplicação, devido à característica apontada. As falas sugerem que ao atender diferentes sistemas, as possibilidades de sua aplicação poderiam ser ampliadas para além do ambiente escolar. Numa perspectiva semelhante, embora se refira a OA Maciel e Backes (2013) apontam que é preciso buscar novas alternativas para que, dentro ou fora da sala de aula, os estudantes possam ter possibilidade de desenvolver novas aprendizagens.

O item dois dos aspectos gerais refere-se às orientações quanto aos aspectos

educacionais e técnicos, a avaliação de tal aspecto parece não convergir para o mesmo ponto em comum, com duas indicações de “regular” podem indicar alguns questionamentos e adequações quanto a esse item. Assim, ao analisar diferentes fontes de dados, observa-se que a dupla de docentes, a qual avaliou o item como “regular” durante a exploração e interação com o aplicativo não acessou o item “Guia do Professor” o qual continha algumas informações sobre o conteúdo, nível de ensino e alguns objetivos.

A preocupação dos docentes quanto à presença de orientações didáticas e demais informações sobre o aplicativo mostra-se válida e encontra sentido nos estudos de Nichele e Schlemmer (2014), que já sinalizavam a importância de algumas orientações quanto aos aspectos técnicos e didáticos acompanharem o aplicativo, o que até então havia sido observado em aplicativos com potencial para a educação avaliados em sua pesquisa. Por outro lado, esperava-se que os apontamentos evidenciados pela avaliação dos docentes complementassem tal guia com possibilidades de utilização, contextos de aplicação bem como demais aspectos relacionados que pudessem enriquecer a construção do “Guia do Professor”, um dos itens da tela inicial do QuiLegal.

Por fim, o último item dos aspectos gerais, apresentou divergência de opiniões quanto à possibilidade de exibição do App via web, tal questão pode ser compreendida se o contexto for considerado. As indicações do conceito “bom” foram dos docentes (D1 e D2) os quais vivenciam uma realidade escolar diferente, com acesso à internet, laboratório de informática equipado e funcionando, projetores multimídia portáteis (04), sala de vídeo e *wifi* para os docentes. O mesmo não ocorre com os docentes (D3 e D4), os quais vivenciam a realidade de um ambiente escolar sem acesso à internet para o trabalho com os estudantes, apenas um projetor multimídia para todas as turmas e laboratório de informática desativado por falta de manutenção das máquinas. As indicações de “péssimo” de dois docentes quanto à possibilidade de exibição do App a partir da web parece fazer sentido, como mostra o diálogo a seguir:

D3- “[...] depender de internet não é uma boa opção”

D4- “[...] e tem a questão da distração dos alunos também”

D3- “é”. (Questionário – 03/11/2016)

Os relatos fornecem indícios de que os docentes reconhecem que o acesso à internet em algumas escolas ainda é problemático e que depender dela, não é a melhor solução. Estudos de Nichele e Schlemmer (2014) apontam na direção de que o acesso à internet nas escolas brasileiras ainda é problemático, embora tenha melhorado ao longo da última década com o desenvolvimento de algumas políticas públicas voltadas a esse fim. Outro ponto

levantado pelos docentes sugere que o fato do recurso ter acesso via *web* poderia levar à distração do estudante, o que influenciaria no desenvolvimento da atividade proposta com o aplicativo.

No que diz respeito a um dos aspectos investigados, a navegabilidade descrita pela (Figura 20), a avaliação indica como positiva, remete à autonomia de acesso aos conteúdos, item esse que também se associa à usabilidade descrita por Braga (2014) como uma das características do aspecto técnico importante ao se construir recursos educacionais. No que se refere ao item possibilidades de interromper, retomar e reiniciar as atividades a qualquer momento, as avaliações indicam pequenas divergências, assim o apontamento “regular” para esse item é justificado pelos docentes.

D1- “[...] *vou colocar regular porque travou durante a utilização*” (Questionário - 03/11/2016).

D2- “[...] *teve coisas que não funcionaram, que travou, o software não aceitou a resposta correta*” [Refere-se a duas situações: uma em que o App travou e a outra durante a simulação da água, pois o aplicativo não aceitou a resposta] (Audiovisual – 03/11/2016).

De fato, ao revisitar os dados Audiovisuais constatou-se que em dois momentos (o primeiro durante a atividade de seleção de substâncias (Fig. 20) e o segundo durante a simulação da reação de formação da água, Figura 15) o aplicativo travou, não aceitou a resposta correta e foi necessário reiniciá-lo para prosseguir a avaliação. Tal questão merece atenção, pois ela relaciona-se diretamente com uma das características do aspecto técnico descrita por Braga (2014) a confiabilidade, a qual indica a necessidade de evitar falhas técnicas, o que poderia inviabilizar toda a questão pedagógica envolvida, a linguagem e os objetivos propostos pela atividade.

Quanto aos aspectos ligados à interface ambos os docentes avaliaram positivamente o App quanto à organização dos temas na forma de “Menu”, contendo quatro tópicos relacionados aos temas propostos. Ao interagir e avaliar o App os docentes fazem comentários com relação à organização dos temas:

D1- “[...] *Bom né, porque está em ordem acompanha uma ordem*” [Refere-se à disposição dos tópicos, no menu explorados pelo aplicativo] (Questionário – 03/11/2016).

D4 - “[...] *a questão visual tá ok*” (Audiovisual – 03/11/2016).

Tais apontamentos talvez justifiquem a avaliação quanto ao item investigado, observa-se que os docentes avaliaram a organização dos tópicos, disposição do menu, a interface reconhecendo que itens que compõem as telas do aplicativo estão organizados de maneira coerente.

No tocante à utilização de imagens, animações e sua pertinência ao conteúdo explorado, os docentes avaliaram como pertinentes e trazem algumas argumentações a respeito.

D1- “[...] *Os recursos visuais ajudam bastante, as mídias em si chama a atenção*” (Entrevista – 07/11/2016).

D3 – “[...] *tem que utilizar [Refere-se às animações] abre a cabeça*” [expressão utilizada pelo docente ao tentar explicar que na sua avaliação as animações podem ampliar a compreensão dos estudantes, o que pode ampliar seu entendimento] (Audiovisual-03/11/2016).

Os trechos apresentados retratam dois aspectos, o primeiro relaciona-se à capacidade das mídias: som, imagens, vídeos e animações despertarem o interesse e atraírem a atenção dos jovens, conforme apontado pelos estudos (FERNANDES, 2005; HEIDRICH, 2009). Os docentes, ao que parece, reconhecem a importância/utilidade dos recursos visuais (imagens, animações e/ou simulações) explorados na construção do QuiLegAl. O segundo aspecto relaciona-se às potencialidades de tais recursos no processo de ensino, em especial das animações, apontando que utilizá-las pode ampliar a visão do estudante sobre o tema, para isso o docente usa a expressão “abre a cabeça”, como uma forma de demonstrar que as animações podem ampliar a forma como os estudantes visualizam alguns conceitos ou temas.

Dessa forma, ao avaliarem o item harmonia entre os diferentes recursos (imagens, textos, sons, fontes, cores) presente no App, as avaliações parecem dividir opiniões entre os conceitos “bom” e “regular”, ao buscar compreender melhor tais apontamentos identificaram-se alguns trechos que podem esclarecer a indicação “regular” apontada pelos docentes.

D3 – “[...] *som de fundo maior que a explicação*” [Refere-se à música de fundo em alguns momentos competir com o áudio explicativo] (Audiovisual e Entrevista - 08/11/2016).

D4 - “[...] *som do fundo é mais alto que a voz das explicações*” (Observação do pesquisador – 08/11/2016).

D2 - “[...] *Tabela Periódica, letra muito pequena, a imagem não está totalmente nítida, não dá para observar*” (Entrevista e Audiovisual – 07/11/2016).

Embora se reconheça a importância dos elementos sonoros em recursos educacionais (ROSAS; BEHAR, 2010), os argumentos apresentados fornecem indicativos de que o item harmonia acabou sendo prejudicado na avaliação, ao que parece por duas questões: Tabela Periódica (fonte e imagem) e conflito entre áudios. O que aponta a necessidade de algumas correções a serem feitas para que a harmonia entre os diferentes recursos possa ser atendida plenamente, ou seja, a substituição da Tabela Periódica e a adequação entre o áudio da explicação e a música de fundo, de modo que um não interfira no outro.

Por fim, avaliaram o item utilização e distribuição de hipertextos como positiva no App, ao se referir sobre esse item um docente menciona que:

D1- “[...] *os textos estavam bons, a animação também beleza*” (Questionário – 03/11/2016).

Na avaliação desse docente, o item foi atendido plenamente, quanto aos demais docentes não se constatou em nenhuma outra fonte argumentos que remetessem a esse item da dimensão técnica.

É importante mencionar que embora não investigada diretamente pelo questionário avaliativo, outra característica importante é apontada por diferentes fontes (entrevista, audiovisual/screenecast e observação do pesquisador), a reusabilidade pedagógica dos conteúdos, descrita pelos estudos de Dias et al. (2009). Tal característica é evidenciada nos relatos

D2- “[...] *Ele mescla né no banco vai sempre girando*” [Relata ao interagir com construtor QuiLegAl 02].(Audiovisual – 03/11/2016).

D1- “[...] *É um banco de questões, que legal*” [Refere-se à tela de ligações após trocar as substâncias] (Audiovisual - 03/11/2016).

D1- “[...] *ele embaralha, interessante cada vez que ele entrar vai ser uma coisa nova, uma pergunta diferente*” [Refere-se ao QuiLegAl Revisão após acessá-lo pela segunda vez] (Entrevista - 07/11/2016).

D3- “[...] *Aqui não tem aquela questão de memorizar as questões. Ele [aluno] errou e não traz a resposta correta, então aqui não tem esse problema*” [Faz um comparativo entre o aplicativo e os demais recursos que conhece, quando questionado sobre o que lhe chamou a atenção] (Entrevista - 08/11/2016).

D4- “[...] *Sempre aparecendo coisas novas leva o aluno a pensar e buscar respostas*” (Observação do pesquisador - 03/11/2016).

Os excertos extraídos de diferentes fontes apontam um aspecto importante do QuiLegAl, a alternância de elementos que compõe as telas do App. Tal característica parece não estar ligada apenas ao aspecto técnico reusabilidade descrito por Braga (2014), mas também a reusabilidade pedagógica do conteúdo ao utilizá-lo em situações de ensino. Assim os docentes parecem indicar que o conteúdo e/ou as atividades devem ser apresentadas de forma diferente a cada vez que o estudante entrar no aplicativo, tal justificativa se sustenta na ideia de que ao fornecer sempre as mesmas atividades, levaria o aluno a memorizar as respostas ou questões propostas. O que pode dificultar a utilização de qualquer aplicativo em situações de ensino, na mesma aula e/ou turma.

Ao que parece, uma abordagem aleatória ou um banco rotativo de atividades pode minimizar esses problemas identificados pelos docentes e evitar que a questão pedagógica

possa ser comprometida, bem como os resultados esperados ao se propor uma atividade de ensino com tais recursos. Esse aspecto quando não observado pode inviabilizar a prática docente com aplicativos conforme apontado pelo docente:

D3- “[...] *Sem isso eles não construiriam, mas iriam decorar as questões*” [Refere-se à rotatividade de questões] (Entrevista - 08/11/2016).

D2- “[...] *Aspecto importante ao desenvolver um software para o ensino*” [Refere-se à rotatividade de questões] (Entrevista - 07/11/2016).

As justificativas apontadas pelos docentes encontram respaldo no fato de que muitos aplicativos trazem um número reduzido de atividades, as quais não se alternam e exploram apenas questões de múltipla escolha, o que pode levar o estudante muitas vezes a decorar as respostas e não mobilizar outros conhecimentos para construir uma solução para a questão ou atividade explorada (OLIVEIRA, et al., 2016). Braga (2014), embora aponte a reusabilidade como uma característica técnica importante dos OA, não leva em consideração outros aspectos como a possibilidade do conteúdo e/ou atividades serem aleatórios a cada acesso do estudante, o que ampliaria as possibilidades de utilização do recurso em situação de ensino, conforme evidenciado pelos docentes.

Ao analisar os aspectos que compõem a dimensão didático-pedagógica (apresentados na Figura 21), buscou-se investigar as percepções dos docentes quanto aos diferentes itens que compõem o aplicativo, entre eles estão a interatividade e *feedback*, em especial a possibilidade do estudante inserir dados e obter retorno do aplicativo receberam o conceito “ótimo” e “bom”, da mesma maneira outras fontes também evidenciam esse aspecto.

D4- “[...] *Inserir dados e obter retorno, bom*” (Questionário - 03/11/2016).

D1- “[...] *opção de digitação bacana*” (Audiovisual - 03/11/2016).

D2- “[...] *esse aí [Refere-se ao QuiLegAI] te diz se está certo ou errado e te direciona também...*” (Entrevista - 07/11/2016).

Ao relacionarem tal aspecto reconhecem que essa opção criada pelo aplicativo é importante e pode contribuir para o desenvolvimento do estudante em relação à compreensão dos temas, na medida em que oferece retorno ao estudante e o direciona quanto às situações problemas, atividades e representações exploradas. A esse respeito Filatro (2008) ainda complementa que uma pequena dose de motivação pode ser atrelada a esse *feedback*, como forma de motivar o estudante a prosseguir nas atividades. Braga (2014) também argumenta que quanto maior for a relação de troca entre o OA e o usuário, mais interativo ele será, o que pode vir a desenvolver o interesse do estudante para o conteúdo. A seguir serão discutidos os aspectos da dimensão didático – pedagógica.



**Figura 21.** Principais aspectos da dimensão didático-pedagógica

<b>DIMENSÃO DIDÁTICO – PEDAGÓGICA</b> <b>Na sua avaliação qual conceito atribui a cada item dos aspectos listados abaixo:</b>	<b>Ótimo</b>	<b>Bom</b>	<b>Regular</b>	<b>Ruim</b>	<b>Péssimo</b>
<b>Interatividade e <i>feedback</i></b>					
Como você avalia a possibilidade criada pelo aplicativo que permite o usuário/estudante inserir dados e obter retorno.***	2	2			
Como você avalia a presença de atividades avaliativas interativas envolvendo a resolução de situações-problema propostas pelo App.	2	2			
Como você avalia as possibilidades oferecidas pelo App quanto ao desenvolvimento de atividades interativas em grupo ou individualmente.***	2	2			
Como você avalia a existência e utilização de ferramentas de interação como: botões, ícones, opções de digitação e construção de moléculas presente no App.		2	2		
Qual é sua avaliação a respeito do nível de interação (participação do estudante) exigido pelo aplicativo.*	3	1			
Como você avalia a emissão de <i>feedback</i> durante a realização das atividades propostas pelo App.***		4			
<b>Recursos motivacionais</b>					
Como você avalia a presença de recursos motivacionais utilizados no App como forma de despertar a atenção do estudante.	2	2			
Como você avalia os recursos de som e efeitos sonoros explorados durante as atividades propostas pelo App.*		2	2		
Como você avalia o registro temporário das respostas do estudante ao desenvolver algumas atividades do App.	2	2			
Como você avalia a harmonia entre os elementos lúdicos e pedagógicos envolvido na composição do App.**	2	2			
Como você avalia aos mecanismos que permitem evitar ou reduzir os erros, ou seja, como avalia as dicas oferecidas pelo App na gestão de erros.*	2	2			
<b>Fundamentos e conteúdos pedagógicos</b>					
Qual é a sua avaliação sobre o Guia de apoio ao professor (Tutorial).***	2		2		
Qual é a sua avaliação quanto à presença de objetivos pedagógicos.	3	1			
Como avalia a contextualização do conteúdo.*	2	2			
Como avalia o grau de complexidade exigido na abordagem dos conteúdos.**	2	2			
Como avalia a possibilidade de uma abordagem interdisciplinar com a utilização do App.*	3		1		
<b>Atendimento as necessidades especiais</b>					
Quanto à presença de elementos que possibilitam o acesso e exploração do conteúdo por parte dos alunos visuais (deficientes auditivos).***		2	2		

Fonte: Elaborado pelo autor inspirado nos estudos de Campos; Martins e Nunes (2008)\*, Silva (2012)\*\* e Ribeiro (2015)\*\*\*.

As atividades interativas propostas pelo aplicativo foram apontadas como satisfatórias, do mesmo modo ressaltam a interatividade proporcionada pelo App como um ponto que chamou a atenção, como forma de estimular a participação ativa do estudante. A esse respeito destacam

D1- “[...] tem a questão interativa, do aluno estar fazendo, ele estar resolvendo, não é o professor que está falando o que ele tem que fazer, já muda a situação” (Audiovisual - 03/11/2016).

O trecho acima apresenta elementos que evidenciam uma característica do aspecto pedagógico, a interatividade descrita por Braga (2014), a qual está presente em diferentes situações e pode articular-se com outros elementos como a visualização de imagens, textos e a tomada de decisões do estudante, via inserção de dados no *software*. Ao mesmo tempo o apontamento do docente parece indicar o que discutem Mattar (2010), Saccol, Schelemmer e Barbosa (2012), que o jovem, a nova geração está acostumada a agir, a participar ativamente, ser protagonista do processo e não apenas assistir passivamente, o que de fato tende a mudar a relação como é construído esse processo de ensino e de aprendizagem. Olhando por esse prisma, outros aspectos como a interatividade proporcionada pelo aplicativo também atraíram a atenção dos docentes conforme sugere excerto

D3- “[...] *O aplicativo em si né, na possibilidade do aluno resolver ali, trabalhando com a resolução de balanceamento de equações, ele pode fazer, ver a molécula que aparece no aplicativo, isso é interessante porque talvez ficasse mais fácil para ele entender*” (Entrevista - 08/11/2016).

Duas questões, ao que parece, se destacam na avaliação: a primeira diz respeito à participação ativa, à interação estudante-aplicativo, entre outras possíveis ao resolver as atividades. Quanto à segunda é possível observar a importância atribuída à visualização como uma característica capaz de auxiliar o estudante nesse processo de construção de saberes. Raupp, Serrano e Moreira (2009), argumentam que química enquanto ciência visual requer a compreensão de aspectos conceituais, muitas vezes imperceptíveis ao olho humano, assim ao explorar a visualização associada aos demais recursos audiovisuais podem ampliar as possibilidades de compreensão dos conteúdos (GIBIN; FERREIRA, 2013; GIORDAN, 2015).

Ainda sobre as interações que pode ocorrer nesse processo e as possibilidades do trabalho em dupla e/ou grupo os docentes descrevem que

D3- “[...] *essa interação é legal, porque eles mesmo fazendo brincadeira, olha você errou, é aqui, está escrito ali, [Refere-se à possibilidade da atividade do construtor ser resolvida em duplas] então isso vai estimular o moleque a olhar mais, a ser mais perceptivo, ter uma visão mais espacial do que está vendo*” (Entrevista - 08/11/2016).

D2- “[...] *em dupla tem possibilidade de visões diferentes, só vão aparecer se tiverem trabalhando em grupo*” (Entrevista - 07/11/2016).

As falas parecem convergir no sentido de que a realização de atividades em dupla e/ou grupo pode ser uma alternativa ao explorar o QuiLegAl, já que o mesmo traz algumas atividades com essa possibilidade, o que revela a importância da cooperação, uma das características do aspecto pedagógico descrita por (GALAFASSI; GLUZ, 2014). Deste modo, cria-se um ambiente de troca, saberes e interações diversos: estudante-estudante-aplicativo,

estudante-aplicativo, estudante-aplicativo-professor, entre outras que podem facilitar a construção de novos conhecimentos.

A presença e utilização de diferentes ícones, botões e opções de digitação obteve avaliações divergentes, sinalizando a necessidade de alguns ajustes, visto as duas indicações de “regular”. Tal avaliação se deve, provavelmente ao fato do aplicativo ter travado na tela 03 (Figura 15), em seguida não aceitou as opções de respostas digitadas (conforme mostra a análise do vídeo *screencast*). A indicação de regular ainda é argumentada a partir de outra fonte de dados:

D2- “[...] Regular, porque tem uns que não estão funcionando ainda, não funcionou legal” [Refere-se ao ícone destinado à digitação da resposta] (Questionário e Observação do pesquisador - 03/11/2016).

Tais avaliações sugerem correções quanto à referida tela. O mesmo não ocorre com relação ao nível de interação proposto pelas atividades, apontado pelos docentes como satisfatório. Quanto às questões referentes ao *feedback* encorajador as avaliações parecem caminhar em uma mesma direção, ao que parece consideram importante, esse reforço, essa mensagem de incentivo, ou mesmo uma dica que possa auxiliar o estudante a rever, reorganizar o pensamento e as respostas fornecidas ao aplicativo. O que vai ao encontro das discussões propostas por Filatro (2008) ao argumentar a importância do feedback nesse processo de construção e interatividade.

Os diferentes aspectos relacionados aos recursos motivacionais presentes na dimensão didático-pedagógica visam conhecer se de fato os recursos utilizados pelo App podem favorecer ou mesmo trazer contribuições para o processo de ensino. Ao se referir a este aspecto os docentes explicitaram que:

D3- “[...] gostei, vou ficar brincando” [Refere-se à possibilidade do estudante conhecer os elementos e substâncias que compõem o corpo humano, clicando sobre eles, tela 02] (Audiovisual - 03/11/2016).

D1- “[...] aqui [Refere-se ao QuiLegAl] temos vários ícones tanto textual, quanto oral, sonoro que são válidos, no total integraliza uma parte muito boa sim, chama a atenção” (Entrevista - 07/11/2016).

D4- “[...] as mídias, cor, movimentação, desafios, dicas, feedbacks chamam a atenção” (Entrevista - 08/11/2016).

As diferentes falas trazem elementos diferentes em relação aos recursos motivacionais, a primeira sugere uma ligação com os aspectos lúdicos ligados à brincadeira, a segunda aponta para a combinação de diferentes linguagens (visual, escrita e sonora), como um fator importante capaz de atrair o interesse dos estudantes e contribuir para a construção de novos conhecimentos (FLORES; TAROUCO, 2008). Por fim, tem-se um indicativo de que as

diferentes mídias utilizadas pelo aplicativo de fato desempenham o papel para o qual foram utilizadas, ou seja, despertar o interesse e a atenção dos estudantes e ao mesmo tempo envolvê-los nos desafios propostos. Tal compreensão é possível quando se estabelece relação com alguns aspectos dos jogos digitais descritos por Balasubramanian e Wilson (2006) e observam-se indícios na fala do docente que remetem a tais aspectos como: *feedback*, dicas e desafios, elementos esses que, segundo o referido autor, podem despertar o interesse e atenção dos estudantes.

Os demais recursos sonoros, embora tenham avaliações positivas também necessitam de adequações conforme indicam os docentes.

D3- “[...] *tirar a música não é bom, porque os alunos gostam*” (Audiovisual - 03/11/2016).

D4- “*é sim*” [concorda com a opinião do colega ao avaliar os recursos sonoros].

D1- “[...] *tirar a música na ligação metálica porque tira a atenção da fala*” (Audiovisual e Observação do pesquisador - 03/11/2016).

Em diferentes momentos da avaliação do aplicativo, os docentes destacam a questão sonora, a música enquanto pano de fundo das telas é reconhecida pelo diálogo dos docentes como algo benéfico, que pode contribuir para o despertar do interesse do estudante. O mesmo entendimento é descrito por estudos de Rosas e Behar (2010), ao discutirem a importância de recursos sonoros em objetos de aprendizagem. O último apontamento do docente faz uma ressalva, ao observar que a música de fundo poderia tirar a atenção do áudio explicativo que acompanha a simulação, o que indica a necessidade de adequação, visto que este item obteve duas indicações de “regular” em sua avaliação.

Quanto ao registro de algumas respostas, os docentes avaliaram positivamente a possibilidade do aplicativo armazenar algumas respostas e/ou representações ainda que provisoriamente, e associam essa característica à opção proporcionada pelas abas do Construtor Livre (Figura 19), um dos docentes ainda menciona que:

D4- “[...] *As abas servem para os alunos ou vários grupos da sala de aula fazer e depois um comparativo*” (Audiovisual - 03/11/2016).

As abas permitem que várias construções possam ser feitas e posteriormente comparadas, avaliadas, o que de certo modo funciona como uma espécie de registro temporário, embora não observado pelos docentes em outras situações (Figura 18) quando envolve situações problemas com duplas opções de respostas. Ao acertar uma delas o *software* a mantém e somente a resposta errada desaparece, permitindo ao estudante rever suas estratégias, hipóteses e tentar novamente. Todas essas questões fazem sentido quando se

pensa a integração de diferentes elementos lúdicos e pedagógicos envolvidos na construção das telas, as avaliações demonstram harmonia entre esses aspectos:

D1- “[...] *Tem o lúdico, o pedagógico e o desafio, faz o aluno pensar por que errou também*” (Audiovisual e Observação do pesquisador - 03/11/2016).

Ao descrever sobre essa integração entre diferentes aspectos presentes nas telas o docente deixa transparecer que essa integração é importante, mas é preciso ir além do ato de chamar a atenção. Messenger Neto (2016) traz contribuições importantes a esse respeito ao descrever que, em um primeiro momento, o estudante pode sentir-se atraído pelo recurso, mas que, posteriormente o professor deve possibilitar que, aos poucos, seu interesse migre para o conteúdo (aspecto pedagógico implícito no recurso), por meio de atividades que levem o estudante a pensar, questionar reorganizar o pensamento em torno de um dado conteúdo.

Nesse processo, as dicas oferecidas pelo aplicativo também são importantes, é o que sugerem as falas dos docentes.

D3- “[...] *a dica é para saber quanto que vai precisar e montar*” [Refere-se ao papel da dica no construtor de moléculas] (Audiovisual - 03/11/2016).

D2- “[...] *estimulam o aprendizado, estimula o questionamento*” [Refere-se às dicas nas telas do QuiLegAl 03] (Entrevista 07/11/2016).

As dicas na visão dos docentes trazem contribuições no sentido de auxiliar os estudantes nas construções realizadas, atividades diversas direcionando os estudantes a questionarem, observarem com maior atenção e utilizar o conhecimento envolvido nesse processo, reorganizar as ideias para se chegar a uma nova solução.

Quanto aos fundamentos e conteúdos pedagógicos, uma das críticas que se tem feito aos aplicativos desenvolvidos para área educacional é a ausência de um guia de orientação que direcione sua utilização, bem como características e objetivos pretendidos (NICHELE; SCHLEMMER, 2014). O relato do docente traz alguns indicativos:

D2- “[...] *eu achei regular, porque deveria estar mais claro*” (Questionário e Observação do pesquisador - 03/11/2016).

Quanto a este aspecto parece que esperavam encontrar orientações prontas de como utilizar, em que situações, em quais níveis de ensino, informações técnicas, entre outras. Talvez isso explique as duas indicações regulares recebidas por esse item. O que não é algo ruim, pois o que se espera ao final é que os apontamentos evidenciados pela avaliação do QuiLegAl complementem o “Guia do professor”, com as possibilidades de utilização, contextos de aplicação, bem como demais aspectos evidenciados pela pesquisa. Contudo, os objetivos pedagógicos estão presentes direta ou indiretamente em cada tela, em algumas o

objetivo está implícito em meio aos outros aspectos que constituem a tela, nesse sentido, os docentes parecem reconhecer esse aspecto na avaliação do App, conforme mostra a transcrição abaixo:

D4- “[...] parece um jogo [se refere às telas do QuiLegAI], mas por trás tem o conteúdo, eu achei muito interessante isso, porque eles estão acostumados” (Entrevista - 08/11/2016).

D1- “[...] o que vi no pedagógico achei bacana” (Questionário - 03/11/2016).

O olhar atento do docente parece reconhecer objetivos pedagógicos implícitos na atividade apresentada pelo aplicativo, reconhecendo que o item de fato foi atendido. Os aspectos lúdicos discutidos por Soares (2013) trazem alguns elementos que realmente lembram os jogos, mas como evidenciam, o próprio docente traz consigo um propósito, um conteúdo a ser explorado, pois, como defende Messender Neto (2016), ao final, o que se espera é que o interesse do estudante seja pelo conteúdo e não o recurso. Ao se referir sobre a contextualização o docente argumenta:

D2- “[...] é uma ferramenta a mais no espaço escolar [Refere-se ao QuiLegAI], além disso mostra interações do cotidiano como uma receita de bolo por exemplo” (Questionário - 03/11/2016).

Além dessa aproximação observada pelo docente outras são feitas buscando aproximar a Ciência da realidade e das situações vivenciadas pelos estudantes em situações do cotidiano como, por exemplo, os elementos e substâncias que compõem o corpo humano (Figura 5b). Embora todos reconheçam que o grau de complexidade exigido na abordagem dos conteúdos está de acordo com o nível de ensino que se propôs, o mesmo não ocorre em relação à possibilidade de utilização interdisciplinar do aplicativo. A esse respeito, um dos docentes aponta que:

D1- “[...] entra na questão da Química e Ciências mesmo, assim só dá para trabalhar mais Química mesmo” (Observação do pesquisador - 03/11/2016).

Embora os demais docentes tenham avaliado positivamente este item, o trecho revela que o docente não visualiza outras possibilidades de um trabalho interdisciplinar com o App.

O último aspecto da dimensão didático-pedagógica buscou avaliar se o App oferece condições que possibilitem atender estudantes com necessidades especiais, em especial os alunos “visuais”, termo esse defendido por (DUARTE, 2016) em substituição ao termo deficiente auditivo. Ao que parece, as observações dos docentes revelam algumas questões que devem ser revistas para que ele possa atender a esse público, entre elas

D3- “[...] Na explicação eu acredito que só aquilo lá eles não compreendam, talvez precise escrito para que possam compreender melhor” (Audiovisual - 03/11/2016).

D2- “[...] *deve acrescentar texto escrito às explicações verbais*” [Refere-se aos recursos explicativos e tutoriais] (Entrevista - 03/11/2016).

Os apontamentos indicam que para atender a esse público específico, algumas alterações precisam ser realizadas, principalmente adequações quanto ao tutorial, de modo a fornecer outras opções, que possibilitem o estudante visual acompanhar a explicação por meio do texto escrito e não pelo áudio. Tais adequações deveriam ser incorporadas às demais telas do aplicativo, de modo a proporcionar a acessibilidade para estudantes visuais. A última dimensão do questionário avaliativo explora as especificidades dos conteúdos e conceitos relacionados à área da Química e os fatores externos que envolvem o App, desse modo a Figura 22 traz mais detalhes quanto aos aspectos que compõem essa dimensão.

**Figura 22.** Aspectos que compõem a dimensão química

<b>DIMENSÃO QUÍMICA</b> <b>Na sua avaliação qual conceito atribui a cada item dos aspectos listados abaixo:</b>	<b>Ótimo</b>	<b>Bom</b>	<b>Regula</b>	<b>Ruim</b>	<b>Péssim</b>
<b>Representações e linguagem</b>					
Como você avalia a abordagem de Ciências/Química (linguagem, aspectos simbólicos e representacionais) presente no aplicativo.	1	3			
Como você avalia a possibilidade do aplicativo favorecer a construção e aplicação de conceitos básicos de Ciências e/ou Química.	3	1			
Como você avalia a presença de elementos interativos e lúdicos na abordagem de conteúdos explorados.		4			
Como você avalia a capacidade do aplicativo auxiliar o estudante na representação de estruturas moleculares diversas.	2	2			
Como você avalia os aspectos conceituais contidos no aplicativo.	2	2			
<b>Aspectos visuais</b>					
Como avalia a utilização de imagens, animações e simulações no ensino de Ciências e/ou Química utilizada no App.*	3	1			
Como avalia a integração de textos, imagens, animações e atividades interativas para o ensino dos conteúdos abordados.	1	3			
<b>Autonomia e aplicações</b>					
Como avalia a possibilidade de uso do Construtor Livre presente no aplicativo no ensino de Ciências e/ou Química.	2	2			
Qual é sua avaliação quanto à utilização desse Aplicativo no ensino de Ciências e/ou Química.	3	1			
<b>Aspectos externos</b>					
Como avalia o aplicativo quanto às possibilidades de utilização fora do ambiente escolar (recurso complementar).	3	1			
Qual é sua avaliação quanto à disponibilidade de recursos e condições da escola no que diz respeito às possibilidades de utilizar esse aplicativo em situação de ensino.	2				2
<b>Utilize este espaço para registrar suas críticas / sugestões</b>					

Fonte: Elaborado pelo autor inspirado nos estudos de Campos; Martins e Nunes (2008)\*, Silva (2012)\*\* e Ribeiro (2015)\*\*\*.

O primeiro aspecto da referida dimensão refere-se às representações e à linguagem envolvida, os itens que compõem esse aspecto foram avaliados e os dados demonstram que ambos os itens foram atendidos pelo aplicativo. No tocante à linguagem e à abordagem dos aspectos simbólicos utilizados pela Química um dos docentes declara:

D1- “[...] *Hidróxido de sódio NaOH, esse tem que ser minúsculo*[Refere-se à letra da fórmula química] [...] *isso é favorável também, porque se a gente colocar tudo maiúsculo lá, pronto!*”[Faz referência à utilização correta dos símbolos químicos nas telas do App] (Audiovisual - 03/11/2016).

D4- “[...] *o software ao digitar o número ele adequa ao subscrito, seria complicado se tivesse que colocar!*” (Audiovisual - 03/11/2016).

O docente (D1) ao resolver as atividades propostas pelo QuiLegAl 03 argumenta que de fato há essa preocupação com a linguagem da química, a forma correta de representar foi considerada pelo aplicativo. O segundo faz uma observação pertinente a uma inovação feita pelo aplicativo para atender as especificidades de representação da Química, uma vez que os dispositivos móveis não dispõem do item subscrito, então como poderiam representar corretamente o gás hidrogênio ( $H_2$ )? Pensando nessa possibilidade foi desenvolvida uma função no *software* de modo que, ao digitar o número, o aplicativo reconheceria e adequaria automaticamente ao subscrito.

Dessa maneira, a linguagem simbólica e conceitual utilizada pela Química para representar as substâncias não seria afetada. A esse respeito, ambos os docentes concordam que o App apresenta possibilidades de auxiliar a aplicação e/construção de conceitos básicos relacionados às Ciências. Quanto à integração de elementos lúdicos e interativos voltados ao ensino de Ciências e/ou Química, os dados do questionário avaliativo levantam algumas questões:

D4- “[...] *construir no aplicativo é mais interativo, com tudo colorido chama mais a atenção, [...] é mais divertido*” [Refere-se à construção das moléculas no construtor] (Entrevista - 08/11/2016).

A fala do docente sugere que unir os dois aspectos pode ser algo benéfico ao ensino, em especial de conteúdos de Química abordados no ensino de Ciências. Reunir aspectos lúdicos, a ideia de ser divertido, mas não se perde o foco que é auxiliar o ensino. Messenger Neto (2016) argumenta que quando as atividades lúdicas entram na sala de aula na prática pedagógica os resultados, em geral são positivos, pois os alunos aprendem o conteúdo.

Do mesmo modo os docentes reconhecem em suas avaliações que o aplicativo pode auxiliar na representação de estruturas moleculares básicas exploradas em Ciências, tais



avaliações encontram respaldo nos estudos de Giordan e Góis (2005) e de Raupp et al. (2010), as quais tem apontado que a utilização de *softwares* voltados à representação de estruturas moleculares pode auxiliar o processo de ensino. A integração de diferentes recursos visuais envolvidos em uma representação atrai a atenção dos discentes e podem aproximar ligações entre a teoria e a prática conforme sugere o trecho abaixo:

D1 – “[...] dá para ele associar essa imagem, animação ao que o professor está falando e a explicação já está aqui também [Está se referindo à presença de diferentes elementos na mesma tela], se não deu para entender ele vai ver de novo” (Entrevista - 07/11/2016).

O docente parece concordar que a integração de diferentes recursos visuais em uma mesma tela pode favorecer a compreensão do conteúdo, na medida em que o estudante pode rever a explicação, relacionar ao que o professor tem ensinado o que reforça o importante papel atribuído à visualização, um aspecto fundamental para o ensino de química (GIORDAN, 2015).

Quanto aos aspectos ligados à autonomia, os sujeitos dessa pesquisa avaliam que o Construtor Livre pode favorecer o ensino, como mostra algumas opiniões sobre o assunto:

D4- “[...] Nesse aqui podemos construir, ele não vem especificado, você pode construir de acordo com seu conhecimento ou de acordo com o que está estudando” (Audiovisual - 03/11/2016).

D2- “[...] Livre acesso, antes eu não tinha como fazer, era no máximo uma caneta, só que eu apago, faço novamente, apago novamente” [Refere-se às representações no construtor] (Entrevista - 07/11/2016).

Conforme a descrição do trecho acima observa-se que o docente visualiza possibilidades de utilização do Construtor Livre no contexto de ensino, ao passo que o segundo identifica características que permitem ao estudante realizar representações mais rapidamente, sem precisar de uma caneta e ao mesmo tempo para criar o que ele quer e não necessariamente algo pré-definido. Quando questionados sobre a possibilidade de utilização desse aplicativo enquanto recurso para o ensino de Ciências, os dados trazem alguns indicativos:

D3- “[...] Muito bom porque eu não tinha visto programas desse tipo ainda, voltado para o ensino, é uma coisa nova e isso é algo inovador” (Entrevista - 08/11/2016).

D1- “[...] abre possibilidades para o ensino de Ciências e Química” (Entrevista - 07/11/2016).

D2- “[...] *O App é de suma importância para aferir e construir o conhecimento de Ciências e Química. Mas o meio a ser inserido deve ser preparado para recebimento do mesmo*” (Questionário - 03/11/2016).

Assim como visualizam possibilidades de novas práticas com o aplicativo, também percebem fatores externos que podem influenciar sua utilização e adoção na rede pública. Talvez essa questão justifique a divergência de opinião ao avaliarem o último item: disponibilidade de recurso e condições do ambiente escolar para propiciar experiências de ensino envolvendo aplicativos. A avaliação “ruim”, neste item pode ser compreendida pela descrição dos docentes:

D3- “[...] *Porque nada funciona aqui, pensaria em ruim de regular a ruim*” (Questionário - 03/11/2016).

D4- “[...] *O aplicativo é ótimo em um todo, mas infelizmente a escola não oferece, não disponibiliza recursos como (lousa digital, computadores ou dispositivos)*” (Questionário e Observação do pesquisador - 03/11/2016).

A compreensão de avaliações tão divergentes só é possível quando se faz uma análise de outros elementos que constituem o contexto no qual os educadores estão inseridos. Embora todos lecionem em escolas públicas, o contexto dos docentes (D3 e D4), é completamente diferente da realidade vivenciada pelos docentes (D1 e D2) no que diz respeito à presença de recursos tecnológicos e condições favoráveis a sua utilização.

Nesse cenário avaliativo, ao triangular as fontes, percebeu-se que outra questão não investigada pelo questionário surgiu em meio aos dados de diferentes fontes (Audiovisual e Entrevista). Tal questão está ligada à possibilidade do QuiLegAl ser um recurso para a formação continuada do professor no ensino de Ciências. Tais aspectos não foram explorados pelo questionário avaliativo, pois não se visualizou essa possibilidade, todavia reconhece-se sua importância tendo em vista as argumentações expostas pelos docentes:

D4- “[...] *também pode auxiliar na formação continuada dos professores, foi o que aconteceu comigo, tem essa possibilidade, muitas dificuldades que eu tinha fiquei sabendo agora*” [Refere-se à construção e representação das substâncias] (Entrevista - 08/11/2016).

D3- “[...] *pode auxiliar, pode servir de estímulo para o aprendizado do professor*” (Entrevista - 08/11/2016).

Os diferentes argumentos parecem demonstrar que o aplicativo avaliado não irá auxiliar apenas os estudantes, mas, sobretudo o professor como uma possibilidade de formação continuada, onde ele irá revisar conceitos e aplicá-los, o que pode trazer resultados positivos para o processo de ensino de Ciências.

Por fim, cabe aqui apontar as adequações implementadas no QuiLegAl após a avaliação dos docentes, considerando as três dimensões investigadas. No que diz respeito à dimensão técnica, foram realizados os ajustes solicitados quanto ao item harmonia entre cores e fontes, em especial da Tabela Periódica, a qual foi substituída por outra imagem com maior nitidez e qualidade. Outra questão atendida refere-se à interferência da trilha sonora nas explicações audiovisuais, tal situação foi solucionada ao cessar a trilha sonora no instante em que se inicia a explicação audiovisual. Quanto à dimensão didático-pedagógica, as limitações apontadas quanto às opções de digitação que não funcionaram durante a avaliação foram corrigidas e verificadas, bem como alguns ajustes no que se refere aos efeitos sonoros e ao “Guia do Professor”. Neste último, foram implementadas as contribuições apontadas pelos docentes como: características do aplicativo, possibilidades de utilização, conteúdos, série, contexto e ideias de aplicação sugeridas pelos professores.

Com relação ao aspecto atendimento às necessidades especiais, as adequações sugeridas pelos docentes, embora relevantes, não foram implementadas por dois motivos, primeiro porque realizá-las demandaria uma revisão completa do aplicativo, o que levaria um tempo que não se dispõe. O segundo se deve ao fato de que, atender esse grupo específico, não foi uma das demandas previstas pelos docentes, nem mesmo uma prioridade da equipe de construção do aplicativo, nesse primeiro momento, mas que pode ser retomada em trabalhos futuros.

Na dimensão química, ambos os aspectos foram avaliados positivamente, com exceção dos aspectos externos, o que não compete adequações no aplicativo, mas sugerem algumas condições básicas para sua utilização no ambiente escolar, considerando as especificidades de cada estabelecimento de ensino.

Diante da apresentação e discussão dos dados aqui produzidos buscou-se aprofundar o nível de entendimento ultrapassando os sentidos manifestos do material conforme proposto por (MINAYO, 2014). A organização e síntese dos dados em unidades menores, manipuláveis tende a facilitar a análise e interpretação considerando o referencial teórico que fundamenta a presente pesquisa (BOGDAN; BIKLEN, 1994).

Desse modo, as temáticas a serem apresentadas combinam diferentes fontes de dados, mas agrupam semelhanças e certos padrões que permitem aferir os objetivos propostos. Tendo em vista que os limites apontados pelos docentes, em sua maioria, associam-se à dimensão técnica, as temáticas aqui descritas destacam as possibilidades, as quais podem trazer novos elementos que ampliam a compreensão sobre a questão investigada.

### 3.4.1.2 QuiLegAl como fornecedor<sup>16</sup> de resultados e reorganizador do pensamento

O conjunto de dados produzidos trazem diversos elementos relacionados às dimensões: técnica, didático-pedagógica e química que se intercomunicam. Quando reunidos e interpretados mostram o que até então era desconhecido. Compreender o que de fato os dados podem mostrar exige um esforço de análise e interpretação minucioso e detalhista.

Com esse olhar, inicia-se expondo algumas características do aplicativo que parece ter atraído a atenção dos docentes, o que pode sugerir algumas possibilidades para o ensino, entre elas se destacam, em meio aos dados, os aspectos visuais relacionados às animações e simulações como aponta os excertos:

D1- “[...] *O que eu não tinha visto antes é a animação das moléculas, quando você instiga o aluno a pensar, por que errei?*” (Entrevista - 07/11/2016).

Aqui o docente apresenta uma reflexão a respeito da situação em que vivenciou ao expor aquilo que lhe foi significativo, que lhe chamou a atenção, assim como visualiza possibilidades da animação atrair e levar o estudante a pensar diferente, rever suas estratégias, tomar decisões e repensar o que o levou ao erro, conforme sugere a fala do docente D4:

D4- “[...] *se tiver errado vou fazer de novo, gostei disso aqui [Refere-se à construção da molécula no QuiLegAl 02] quero saber por que errei?*” (Audiovisual - 03/11/2016).

A incerteza apresentada no início da fala revela a importância do *feedback*, pois ao que tudo indica é a partir dele que desencadeará outras ações do sujeito, inclusive a retomada da atividade, a construção de outras estratégias que levem à solução, ou seja, mobilizar outros saberes necessários, reorganizar o pensamento e estratégias de modo a atingir um objetivo. O mesmo ocorre em outras telas, onde as animações são exploradas enquanto parte integrante de uma atividade, o que pode auxiliar a tomada de decisão e levar à aplicação e/ou entendimento de um conceito. Tais questões, ao que parece, apontam na direção dos estudos de Heidrich (2009) e Tarouco (2014) ao sinalizarem que as animações de fato podem contribuir para compreensão de um determinado conteúdo, é o que sugere o docente:

D4- “[...] *As simulações podem ajudar, então aqui [Refere-se à animação da água] ele está vendo, é isso que muda*” (Questionário - 03/11/2016).

O excerto traz à tona a visualização como um aspecto importante explorado pelo

---

<sup>16</sup> O presente termo faz referência a uma das características do aplicativo, visto sua capacidade de oferecer *feedbacks*, retorno ao usuário quanto aos dados inseridos. Essa troca entre usuários e o aplicativo pode levar o estudante a mobilizar conceitos, conhecimentos prévios e a reorganização de estratégias que lhes permitam chegar à solução de uma atividade e/ou construção proposta.

aplicativo, o que se aproxima das ideias defendidas por Fernandes (2005) a respeito da importância das animações como elemento capaz de atrair a atenção dos estudantes. Os argumentos apresentados, de fato, parecem convergir para o que aponta Braga (2014) ao se referir às animações interativas como uma possibilidade didática útil capaz de ajudar os estudantes na compreensão de temas que exigem conhecimento de um mundo subatômico, o qual não se pode ver, mas que de fato as teorias explicam, Assim:

D2- “[...] *Ver a molécula que aparece no aplicativo, isso é interessante, talvez ficasse mais fácil para ele [estudante] entender*” (Audiovisual - 03/11/2016).

D1- “[...] *tem estudante que é mais visual, interpreta melhor e assim vai fazendo*” (Entrevista - 07/11/2016).

As falas sugerem que a utilização de diferentes animações, imagens e vídeos que compõem o aplicativo podem tornar o conteúdo mais palpável ao estudante, na medida em que explora esses aspectos subatômicos (imperceptíveis a olho nu) envolvendo-os em atividades que necessitam da mobilização de saberes, o faça pensar para chegar a uma solução e/ou construção. Heidrich (2009) traz contribuições para o entendimento da questão visual ao apontar que as imagens podem suprir “[...] as lacunas que a imaginação muitas vezes não consegue preencher ao descrever fenômenos reais, porém invisíveis para os olhos, e de difícil compreensão por parte dos estudantes” (HEIDRICH, 2009, p.33).

Tornar possível a percepção visual de modelos que expliquem um fenômeno é uma alternativa que pode levar a uma melhor compreensão dos estudantes, desde que entendidas as limitações de sua aplicação (BRASILEIRO; SILVA, 2015). Ainda sobre as questões visuais, as opiniões dos docentes parecem caminhar na mesma direção ao apontarem que:

D3- “[...] *Isso é benéfico, muito bom [Refere-se às atividades da animação de reação do etanol], o aluno vai ter que pensar e aplicar o conceito para depois resolver*” (Audiovisual- 03/11/2016).

D4- “[...] *you vê a simulação e escreve embaixo, então é benéfico para o ensino, favorece, chama a atenção*” (Entrevista - 08/11/2016).

Ao que parece, as diferentes atividades e recursos visuais que compõem o aplicativo se destacam em meio às percepções dos docentes como uma alternativa capaz de auxiliar os estudantes na construção e reconstrução de saberes científicos de forma interativa, o que os tornam participantes ativos no processo de ensino (KENSKI, 2012). Como se evidencia, a associação entre elementos visuais (simulações) e o *feedback*, opções de interação integradas levam o estudante a mobilizar e aplicar conhecimentos. Essa capacidade dos recursos visuais sintetizarem em trechos curtos conceitos, ideias e conhecimentos são apontadas por GIORDAN (2015) e pode ser observada no trecho a seguir:

D1- “[...] *A questão do conceito, explicação como acontece* [Refere-se à tela que traz as animações das ligações químicas] *e a questão do que doa e do que recebe, podem entender melhor*” (Entrevista - 07/11/2016).

Os dados quando interpretados à luz do referencial teórico da pesquisa parecem ganhar significado, pois permitem visualizar questões até então pouco exploradas. O docente deixou transparecer em sua avaliação que os recursos audiovisuais empregados ao explorar as ligações químicas, como por exemplo, som, imagens, animações aliadas ao texto com possibilidade de interação visual e tátil (no caso de *tablets* ou *smartphones*) podem ampliar a compreensão do estudante nesse processo de construção do conhecimento. Ao que parece essa é uma das possibilidades que o aplicativo traz, a possibilidade de construir, representar aquilo que geralmente não vemos, talvez essa seja uma das potencialidades do aplicativo, auxiliar o processo de ensino e aprendizagem de Ciências.

O que parece fazer sentido, na avaliação do docente ao apontar uma visão geral sobre o aplicativo:

D2- “[...] *O aplicativo é de grande valia para o ensino e aprendizagem do estudante*” (Questionário - 03/11/2016).

Aqui tem-se a percepção geral do docente após avaliar diferentes dimensões do aplicativo, ao que parece ele chega a uma conclusão ao afirmar que de fato o aplicativo poderá contribuir para o ensino. Quanto à aprendizagem sua afirmação encontra sentido quando se observa a experiência vivenciada pelo docente que em diversos momentos da interação se mostrou surpreso, usa expressões “que legal”, “olha isso eu não sabia”, o que nos fornece indícios de que ele tenha construído novos saberes sobre os temas, assim como colocar-se no lugar do estudante e fazer sua leitura sobre possíveis possibilidades de uso do aplicativo avaliado.

Um outro docente ao fazer sua leitura geral sobre o aplicativo destaca:

D3- “[...] *É de suma importância para aferir e construir o conhecimento de Ciências e Química*” [Refere-se ao construtor de moléculas] (Questionário - 03/11/2016).

O presente trecho sintetiza duas características importantes que destacam o QuiLegAl na avaliação do docente. A primeira se deve ao fato do aplicativo permitir que o estudante possa verificar se as respostas que forneceu às questões propostas são válidas, esse *feedback*, ou seja, retorno do *software* pode levar à reorganização do pensamento e à mudança de estratégias para se chegar a um entendimento sobre o tema. A segunda relaciona-se ao fato do aplicativo possibilitar a representação de estruturas moleculares de forma interativa e dinâmica com maior autonomia ao estudante e ao professor, este último pode utilizar o

QuiLegAl para preparar suas aulas e levar seus estudantes a explorem novos conteúdos, que vão além daqueles inicialmente explorados pelo aplicativo, porém são comuns ao ensino de Ciências e Química.

Giordan e Gois (2005) foram os pioneiros a propor e desenvolver recursos digitais voltados à representação de estruturas moleculares e apontavam indícios de que essa aproximação, manuseio e representação pudesse ampliar o conhecimento dos estudantes a respeito de conceitos básicos que envolvem o ensino de Ciências e Química. O mesmo entendimento é evidenciado pelos estudos de Nichele (2015) ao descrever que os aplicativos podem proporcionar “reelaborações conceituais e possibilidades didáticas que podem ser atendidas como uma inovação no contexto das práticas pedagógicas” (NICHELE, 2015, p. 203). Essas discussões apresentadas pela autora ganham sentido quando analisamos o diálogo dos docentes ao construírem uma das estruturas propostas pelo aplicativo:

D3- *“Cloreto de tionila ( $SOCl_2$ )”.*

D4- *“Eu não lembro como fica essa molécula aqui, não estou conseguindo?”.*

D3- *“quem é que expande octeto, é o oxigênio?”.*

D4- *“se não for ele vai ser o enxofre (S)”.*

D3- *“com uma dupla no oxigênio (O)”* [verificaram e erraram]

D4- *“é o enxofre, vamos voltar aqui para a simples, o enxofre no centro”.*

D3- *Quem expande é o enxofre!* [verificaram e acertaram] (Audiovisual - 03/11/2016).

O diálogo apresenta indícios que revela a construção de novos conhecimentos a partir da interação entre docente-docente-aplicativo em uma atividade desafiadora que levou os docentes a pensar. Essa troca parece sinalizar a reelaboração de estratégias, conceitos que levaram a uma solução até então desconhecida, o que pode criar novas possibilidades didáticas para o ensino de ligações químicas.

Portanto, as percepções aqui apontadas e discutidas à luz da literatura mencionada anteriormente, parecem indicar o forte apelo visual e interativo do QuiLegAl como aspectos importantes para o ensino de Ciências, em especial quando se explora temas que abordam aspectos atômicos/moleculares, imperceptíveis ao olho humano em situações reais. Ao que parece, os indícios e argumentos até então discutidos apontam que uma das potencialidades do QuiLegAl, enquanto recurso, estaria relacionada à capacidade de integrar e explorar diferentes recursos (texto, imagens, animações, sons, *feedback*) por meio de atividades interativas e dinâmicas que exigem do estudante um esforço teórico, conceitual que vai além do senso comum, simples escolha ou repetição. Sobretudo traz incertezas, desafios que podem mobilizar a construção e reconstrução de novos saberes necessários à compreensão de

conteúdos voltados às Ciências no Ensino Fundamental.

### 3.4.1.3 QuiLegAI como motivador da aprendizagem e saberes químicos

Compreender como os diferentes aspectos presentes no aplicativo se inter-relacionam e integram-se em torno de um propósito comum é sem dúvida desafiador. É como montar as peças de uma quebra-cabeça, é utilizar fragmentos, entender o contexto, encontrar pontos em comum que levem à compreensão do que de fato está nas entrelinhas dos dados, nas avaliações e o que elas têm a revelar.

Desse modo, apresentam-se aqui alguns pontos descritos pelos docentes que nos fornecem alguns indícios sobre alguns elementos que compõem o aplicativo e que podem contribuir no sentido de despertar o interesse dos estudantes, bem como motivá-los durante o processo de construção do conhecimento. Ao que tudo indica os efeitos sonoros também exercem influência nesse processo, conforme destacado pelos docentes:

D4- “[...] *A música chama a atenção, desperta o inconsciente do estudante*” (Entrevista - 08/11/2016).

D3- “[...] *eles se interessam por esse tipo de coisa e já é uma coisa que vai chamar a atenção deles*” (Audiovisual - 08/11/2016).

A expressão “chamar a atenção” ganha sentido quando se consideram as interpretações propostas pelo estudo de Rosas e Behar (2010, p.2) ao apontarem que a música, “além de motivar, é um elemento importante na aprendizagem, pois facilita a mesma. A música leva à socialização e desperta sentimentos e emoções, altera estados de ânimo e favorece o desenvolvimento da criatividade”. De fato os docentes parecem reconhecer esse papel da música, enquanto elemento importante de um recurso, ainda foram além ao reconhecerem que a nova geração, os nativos digitais, descrito por Prensky (2001) admitem outras formas de estudar e aprender:

D1- “[...] *eu não consigo ouvir música e estudar, mas o jovem de hoje consegue*” (Audiovisual - 03/11/2016).

Tal aspecto levantado pelo docente vai ao encontro do que propõe Leite (2015), ao apontar que os jovens desse século estão acostumados a interagir com diversas mídias digitais ao mesmo tempo, bem como aprender com elas. Ainda sobre os aspectos sonoros avaliados, outro docente descreve a presença de outro aspecto na avaliação do aplicativo, o aspecto lúdico, como sugere o excerto a seguir:

D2- “[...] *a música entraria como lúdico*” (Questionário - 03/11/2016).



De fato esse aspecto lúdico atribuído à música parece não estar sozinho, visto que outros dados levam a um entendimento similar sobre a questão.

D1- “[...] *ficou bem equilibrada essa questão do aparelho lúdico quanto ao som, quanto ao texto, imagens, acho que isso é importante* (Entrevista - 07/11/2016).

D3- “[...] *o lúdico acaba chamando a atenção, quando é uma coisa voltada para jogos, os estudantes tem mais vontade de participar*” (Entrevista - 08/11/2016).

Os aspectos lúdicos descritos pelos docentes se associam às características geralmente encontradas em brincadeiras e jogos, como: desafios, *feedback*, participação ativa, pontuação, sons de acerto, erro, músicas de fundo e um toque de diversão comum à realidade da maioria dos jovens. Características essas apontadas por Balasubramanian e Wilson (2006), Savi e Ulbricht (2008) como elementos constituintes dos jogos digitais que despertam a motivação.

A esse respeito outros apontamentos reforçam a presença dessas características enquanto elemento de motivação para o processo de ensino.

D4- “[...] *ele mostra a pontuação, você acertou tantas, é um estímulo mesmo*” (Entrevista - 08/11/2016).

D3- “[...] *se tiver com a tabela joga beleza*” [Refere-se à atividade de escolha das substâncias iônicas e covalentes] (Audiovisual - 03/11/2016).

D2- “[...] *no dia a dia eles utilizam muito os jogos, se levar por esse lado ele dá a ideia de que é um jogo. Mas é um jogo de estudo, então a idade dele é excelente, mas é isso que acontece vão lembrar do jogo*” (Entrevista - 07/11/2016).

Embora os docentes apontem uma série de argumentos que nos possibilitam identificar características importantes do aplicativo, também é possível compreender como que tais características (pontuação, desafios, *feedback*) presentes nos jogos digitais e no aplicativo podem favorecer ou mesmo trazer novas possibilidades para o ensino. Cabe destacar que o QuiLegAI utiliza essas características dos jogos digitais como forma de atrair a atenção dos estudantes, mas vai além ao integrar outros elementos pedagógicos (conteúdo e objetivos de ensino) enquanto pano de fundo das atividades e desafios propostos. Essas questões, ao que parece, são observadas pelo docente ao avaliar o aplicativo.

D4- “[...] *tem o conteúdo, eles não percebem, mas você está conseguindo alcançar seu objetivo, é o ensino, ele está fazendo. Coisa diferente, nova, é mais divertida*” (Entrevista - 08/11/2016).

Como se pode observar há um direcionamento do olhar docente para questões que vão além das características que lembram os jogos. Seu foco de análise parece concentrar-se no que de fato está por traz da atividade “divertida”, os objetivos de ensino implícitos em meio às atividades do aplicativo, o que aproxima das discussões propostas por Soares (2015) ao se referir aos cuidados necessários para o desenvolvimento de atividades lúdicas no ensino. Esse

entendimento discutido parece ser o mesmo apresentado por outro sujeito da pesquisa:

D3- “[...] *Essa parte [Refere-se à tela de escolha das substâncias] em forma de jogo, mas o que está lá atrás não é um jogo em si, mas o conteúdo é o objetivo deles aprenderem*” (Entrevista - 08/11/2016).

Tais percepções apontadas pelos docente relacionam-se ao que propõe os estudos de Messender Neto (2016), ao referir-se sobre a utilização de jogos no ensino de química, alerta que o foco principal a ser alcançado é o desenvolvimento da aprendizagem do estudante e não o jogo em si. Assim, o docente precisa ter claro que no decorrer do processo a atenção do estudante deve migrar do objeto (aplicativo) para o conteúdo que ele explora, uma vez que o recurso não é o foco principal da atividade, pois passa a ter o papel de auxiliar no processo de ensino (MESSENDER NETO, 2016).

Outros elementos que podem contribuir para despertar o interesse dos estudantes são apresentados nas avaliações dos docentes:

D4- “[...] *é algo novo, vai despertar o interesse, a curiosidade, vai fugir do tradicional*” (Entrevista - 08/11/2016).

D2- “[...] *o recurso visual ajuda bastante, as mídias em si chama a atenção*” (Entrevista - 03/11/2016).

D3- “[...] *Construir no aplicativo é mais interativo, com tudo colorido chama mais à atenção*” (Audiovisual - 03/11/2016).

Como se pode observar, um conjunto de aspectos parece convergir para um mesmo ponto, todos levam a “chamar a atenção”, que no entendimento dos docentes é aquilo que leva o estudante a participar, interessar-se e motivar-se pela atividade proposta. No último excerto apresentado não há apenas a descrição de um aspecto, mas, sobretudo pode-se extrair com base na análise que o professor reconhece a postura ativa do estudante como um indicativo que pode influenciar o seu interesse pelo aplicativo em um primeiro momento. Ao passo que os demais docentes também concordam que essa interatividade, controle do usuário sobre as atividades de fato trazem novas possibilidades para o ensino.

D1- “[...] *tem a questão interativa, de o estudante estar fazendo, ele estar resolvendo*” (Entrevista - 07/11/2016).

D2- “[...] *A possibilidade do estudante resolver ali no aplicativo*” (Audiovisual-03/11/2016).

D3- “[...] *ele vai estar interagindo diretamente com o aplicativo, com o conteúdo, mas é no aplicativo*” (Entrevista - 08/11/2016).

A primeira fala apresenta indícios de que essa possibilidade do estudante participar ativamente na representação de diferentes moléculas, testar e resolver os desafios propostos

pode, na visão dos docentes, atrair a atenção dos estudantes.

Do mesmo modo as falas posteriores fornecem alguns indicativos de que a utilização do recurso digital do tipo aplicativo altera o modo como os estudantes estão acostumados a resolver as atividades voltadas aos temas e conteúdos de Ciências, alteram-se, portanto, as formas de interação e os recursos. É como se trocasse o lápis, papel e borracha pelo toque interativo e rápido na construção de estruturas moleculares em um ambiente colorido, dinâmico e desafiador.

Os diferentes aspectos até então discutidos, ligados a essa temática parecem fornecer indícios que caracterizam o QuiLegAl como um recurso capaz de despertar a atenção e o interesse dos estudantes, bem como explorar questões lúdicas e pedagógicas com equilíbrio, ao explorar diferentes atividades.

Tais aspectos pode vir a auxiliar o processo de ensino e contribuir para a compreensão dos temas propostos pelo aplicativo. Assim, cabe salientar que o despertar do interesse não se deve limitar ao aplicativo, mas migrar para o conteúdo que ele explora (MESSENDER NETO, 2016). Logo, a proposição da presente temática parece ser coerente com as reflexões, argumentos, análise e interpretação dos dados apresentados pelos docentes, tendo em vista, os objetivos do estudo e o referencial teórico proposto.

#### **4.4.4 QuiLegAl como parceiro na formação continuada dos professores**

O processo de avaliação construído levou em consideração a participação ativa dos envolvidos, desta forma os sujeitos desta pesquisa tiveram a possibilidade de interagir diretamente com o QuiLegAl e conhecer suas diversas funcionalidades. Ao realizar o duplo papel de avaliador e estudante, os docentes também expuseram suas percepções e possíveis fragilidades formativas, assim como revelaram possibilidades de construção do conhecimento.

Tal aspecto é evidenciado ao utilizarem o construtor de moléculas, espaço esse que permite ao usuário construir as mais diversas representações, aplicar conceitos e reorganizar as estratégias a partir dos desafios propostos. Desse modo, é possível perceber a interação aplicativo-docente-docente e os resultados trazem novos elementos para o processo de construção colaborativo, bem como o passo a passo da construção vivenciada pelos docentes.

O diálogo apresentado entre os docentes (D1 e D2) extraído da fonte de dados Audiovisual ilustra o processo de construção de saberes químicos mediado por tecnologias digitais. Esse processo de construção apresenta indícios que nos permitem compreender

algumas percepções a respeito do aplicativo avaliado, assim como os caminhos que percorrem ao representar a molécula de  $C_2H_2$ (etino) proposta pelo construtor QuiLegAl 02.

D1- “*Vamos achar os elementos e colocar a ligação, agora é simples*”. [Eles estão se referindo à molécula do etino a ser representada, como mostra a Figura 23] (Audiovisual - 03/11/2016).

Figura 23. Representando a molécula de etino



Fonte: elaborado pelo autor

Ao analisar os dados audiovisuais, observa-se que os docentes escolheram corretamente os elementos químicos, bem como a quantidade correta conforme indica a fórmula molecular descrita anteriormente. Todavia, um dos docentes sinaliza que apresenta dificuldades em relação a esse conteúdo, como sugere o trecho abaixo:

D2- “*não sei isso não sabia, tenho que estudar...*”

D1- “*Tô tentando apagar aqui, onde apaga?*” **pesquisador** [Olha o tutorial].

D2- “*ai é simples, aqui é dupla aqui?*” [Refere-se à ligação entre C-H e C=C]

D1- “*Já não lembro. O carbono está na catorze?*” (Audiovisual - 03/11/2016).

As indagações dos docentes sugerem que ambos de fato não lembravam, ou mesmo tinham o domínio necessário sobre o conteúdo de ligações químicas. O que não é uma surpresa, visto que tal tema foi apontado pelos docentes no questionário diagnóstico como um dos conteúdos de difícil abordagem do ponto de vista do ensino. Retomando a análise do diálogo, é possível verificar nos dados audiovisuais que após acessar a Tabela Periódica do aplicativo, o docente observa que o elemento carbono (C) está na família/coluna 14, logo tem 4 elétrons na camada de valência. Assim, ao que parece, eles percebem que está faltando algo, em seguida chegam a uma conclusão sobre a construção proposta pelo aplicativo.

D2- “*Ah, tá faltando quatro ligações então para ele se estabilizar*”

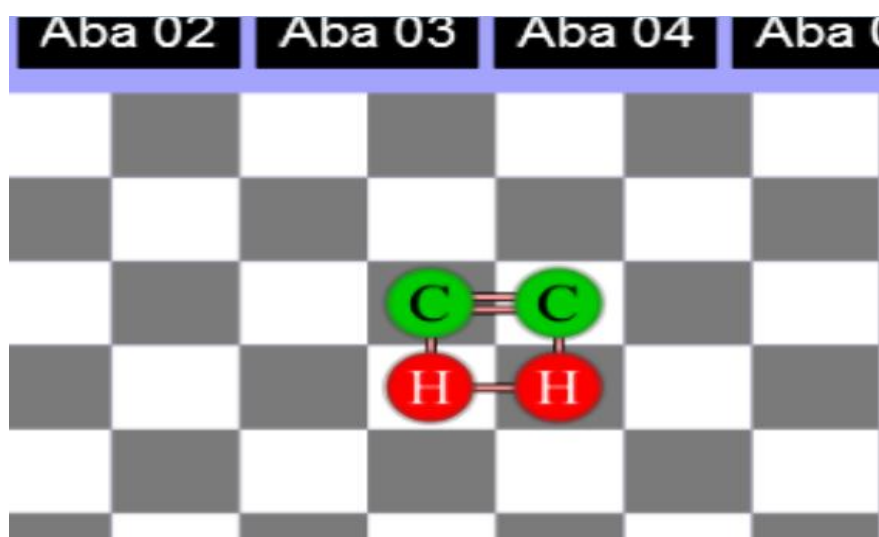
D1- “Então está faltando ligação no carbono” (Audiovisual - 03/11/2016).

Ao que tudo indica reconhecem através da visualização que estão faltando ligações no átomo de carbono, conforme mostra a representação da molécula, no centro da Figura 23.

D2- “Então o carbono é dupla e o hidrogênio(H) é simples” [Refere-se ao tipo de ligação entre os átomos] “não lembrava das camadas, agora lembrei”(Audiovisual-03/11/2016).

Nesse momento, a dupla parece chegar a um consenso de que o carbono deveria ter dupla ligação e o hidrogênio, apenas uma ligação simples, assim estabelecem as ligações e representam a molécula solicitada, como mostra a Figura 24.

Fig. 24. Screencast: primeira representação



Fonte: elaborado pelo autor

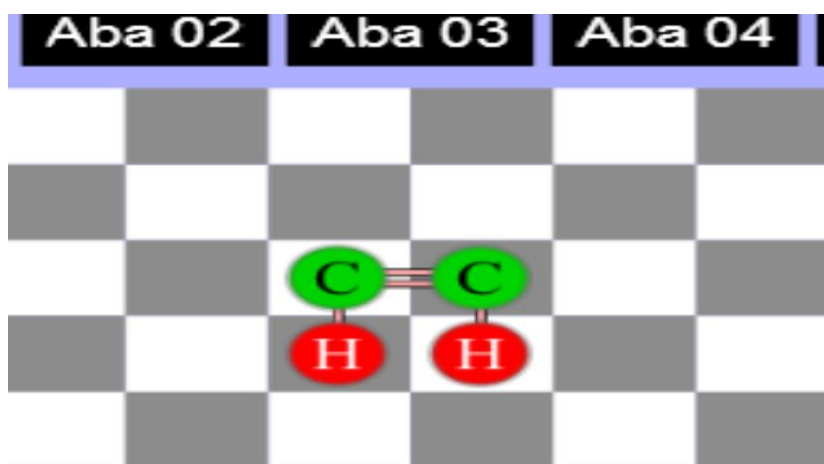
Após realizarem a construção no aplicativo verificaram se a representação construída (Fig. 24) estava correta clicando no botão “verificar” e o aplicativo informou que as ligações estavam incorretas. Até então a dupla não tinha observado o erro, a partir do *feedback* do QuiLegAI é gerado um novo questionamento que por sua vez levou à reorganização das estratégias e à mobilização de outros saberes, tendo em vista um olhar mais atento como mostra o diálogo.

D1- “Foi nada, 1, 2, 3, 4 o hidrogênio é duas?”

D2- “O hidrogênio é uma, então tira essa aqui” [Refere-se à ligação entre os dois átomos de hidrogênio, como mostra a Figura 24].

D1- “Só se o hidrogênio e carbono for dupla, é duas. Agora sim!” (Audiovisual).

O diálogo sugere certa incerteza e dificuldade dos docentes em aplicar a teoria do octeto ao representar a molécula de etino, confundem-se ao dizer que o hidrogênio e oxigênio deveriam fazer dupla ligação, como ilustra a representação da Figura 25.

Figura 25. *Screencast*: segunda representação

Fonte: elaborado pelo autor

Ao verificar novamente a representação, o aplicativo informa que a representação está incorreta. Observa-se que ambos estavam certos quanto à retirada da ligação que estava entre os dois átomos de hidrogênio. No entanto, quando acessam a dica e voltam para a molécula representada, logo percebem que o carbono precisa de quatro ligações para se estabilizar, como identifica o diálogo abaixo.

D1- “olha a dica, o carbono é quatro”

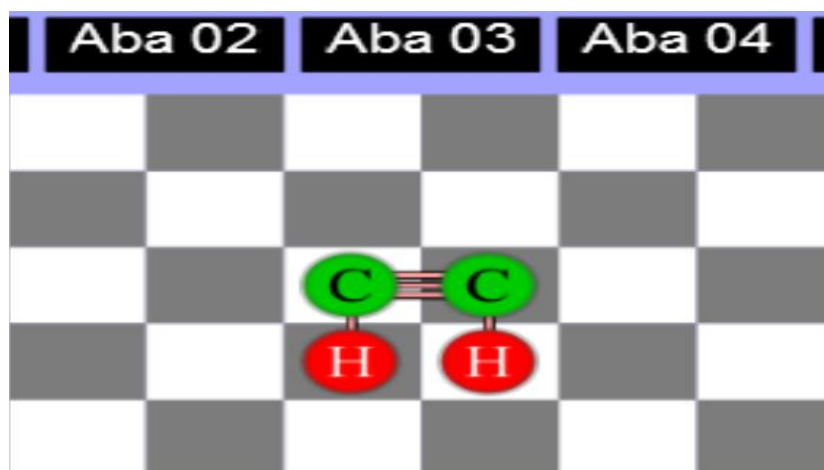
D2- “mas o hidrogênio só é uma e agora?”

D1- “Então tem que ser tripla aqui, entre os dois carbonos”

D2- “Isso mesmo para estabilizar” (Audiovisual - 03/11/2016).

Por fim, chegam a um entendimento após aplicarem os conceitos químicos necessários envolvidos na representação da substância a ser construída, ou seja, a molécula de etino. Em seguida a dupla verificou se a construção estava correta, o App por sua vez indicou que os docentes acertaram a representação, conforme mostra a Fig.26.

Figura 26. Representação final da molécula do etino



Fonte: elaborado pelo autor

Essa atividade interativa de construção durou por volta de 5 minutos e revelou um intenso movimento de reorganização de saberes e conceitos envolvidos na construção da molécula, que culminou na representação da molécula do gás etino ( $C_2H_2$ ). Tal compreensão é possível quando se relacionam tais questões com o que expõe Nichele (2015) ao apontar que os aplicativos voltados à Química podem promover a compreensão de aspectos macroscópicos, simbólicos, submicroscópicos e levar à reelaborações conceituais sobre os mais diversos temas. Souto e Borba (2016) ao se referir a essa relação com as tecnologias digitais argumentam no sentido de que o pensamento humano se reorganiza (ou se transforma) com base nas repostas que recebe de uma dada tecnologia ou mídia e vice-versa, o que pode contribuir para o desenvolvimento de novas aprendizagens.

Ao final dessa atividade, o diálogo de ambos os docentes trazem indicativos de possíveis contribuições do aplicativo para a formação do próprio docente, ao destacar que:

D1- *“Nós vamos aprender mais com isso aqui [Refere-se ao aplicativo], do que os estudantes mesmos”*.

D2- *“É verdade”* (Audiovisual - 03/11/2016).

Os docentes parecem concordar que o aplicativo trouxe contribuições que permitiram ampliar a compreensão sobre o tema, ao mesmo tempo sugerem possibilidades do aplicativo auxiliar ambos os envolvidos no processo de ensino como ressaltam os docentes:

D3- *“[...] vai servir para os dois, tanto para o professor quanto para o estudante”* (Entrevista - 08/11/2016).

D4- *“[...] O aplicativo vai auxiliar não só o aluno, mas também o professor, é importante porque é um conteúdo complexo, eu acho complexo, não é fácil é bem difícil”* (Entrevista -08/11/2016).

Tais apontamentos parecem direcionar a atenção tanto para a questão de ensino, quanto para a aprendizagem dos envolvidos, visto que ambos podem interagir entre si e com o aplicativo, o que pode levar à exploração e construção de novas aprendizagens sobre o tema.

Por outro lado, as percepções apresentadas até então trazem à tona algumas reflexões do docente ao revelar uma possível fragilidade na formação, tendo em vista as dificuldades apresentadas. Isso vai ao encontro das discussões propostas por Milaré e Alves Filho (2010) com relação à problemática que envolve o ensino de Ciências no Ensino Fundamental, bem como a complexidade que é a abordagem de temas que envolvem a compreensão de aspectos atômicos/moleculares presentes na química (GIORDAN, 2008).

Tais dificuldades de abordagem do conteúdo haviam sido apontadas no questionário diagnóstico, os professores confirmam que de fato existem limitações quanto à abordagem e o

ensino de certos conteúdos, entre eles as ligações químicas (Gráfico 2). Tal aspecto é retomado na avaliação apresentada pelos docentes:

D2- “[...] *O que está sendo minha dificuldade é o conceito mesmo*” (Entrevista - 07/11/2016).

D1- “[...] *Coloquei aqui dificuldade de apropriação do próprio professor, que é uma dificuldade que terá que levar muito em conta, até porque a maioria dos professores é desse jeito*” (Audiovisual - 03/11/2016).

D3- “[...] *A dificuldade não vai ser o software, essa daqui a dificuldade maior vai ser a apropriação do próprio professor, tá sendo a minha*” (Audiovisual - 03/11/2016).

As percepções apresentadas pelos docentes parecem evidenciar a importância da formação continuada, ao que parece não se trata apenas de um domínio da tecnologia em si conforme discute Leite (2015), mas do próprio conteúdo, da formação básica, é nesse sentido que a formação continuada pode trazer contribuições para esses docentes e o aplicativo pode vir a ser um auxílio nesse processo, visto que ele também parece ter atraído a atenção dos docentes.

D3- “*Quando você liberar isso aqui [aplicativo] vou ficar olhando isso aqui passo a passo*” (Entrevista - 08/11/2016).

O interesse docente em conhecer mais sobre o tema e o aplicativo vai ao encontro do que defende Demo (2011), o professor enquanto “eterno aprendiz”, capaz de buscar uma atualização permanente que vá além dos saberes necessários à disciplina que leciona. Uma vez que ele precisa apropriar-se dessa tecnologia enquanto instrumento capaz de facilitar, mediar sua prática docente buscando criar novos espaços de aprendizagem, tanto dentro quanto fora da sala de aula (MACIEL; BACKES, 2013). Ao refletir sobre essa possibilidade de ir além do espaço de sala de aula o diálogo entre os docentes, ao que parece, traz novos elementos

D3- “[...] *com ele a gente pode manusear também em casa, não só deixar para o estudante, você vai fazendo e vai aprendendo, vai desenvolvendo*” (Entrevista - 08/11/2016).

D4- “[...] *Eu digo até mais para os professores, porque o professor vai utilizá-lo mais de uma vez e o aluno vai utilizar também*” (Entrevista - 08/11/2016).

Destaca-se na avaliação dos docentes que o aplicativo QuiLegAI pode ser utilizado em outros ambientes (casa, trabalho, no ônibus, bem como em outros espaços de entretenimento), o que amplia as possibilidades de construção do conhecimento para além do muro das escolas, como uma opção a mais para docentes e alunos aprenderem em diversos contextos e espaços. Tal questão é apontada por Valentim (2009), Nichele e Schlemmer (2014) ao discutirem as possibilidades trazidas pelas tecnologias digitais móveis sem fio (*smartphones, tablets, notebooks*), assim como reconhecem que tais tecnologias



digitais ampliaram as possibilidades de acesso a conteúdos educacionais de diferentes áreas.

O que vai ao encontro do que o docente expõe:

D1- “[...] *Então se ele tem o aplicativo no celular dele, ele vai tentar fazer em casa, a compreensão dele vai expandir, ele vai aprender mais*” (Entrevista - 07/11/2016).

D2- “[...] *poderiam trabalhar em casa, explorar em casa, bacana, se familiarizar com o aplicativo e as dúvidas em sala, se tiver que tirar em sala por exemplo*” (Entrevista - 07/11/2016).

As falas indicam que outras aplicações e alternativas podem surgir e ampliar as possibilidades de acesso e aprendizagem dos estudantes, bem como percebe-se que o docente D2 além de visualizar as potencialidades das tecnologias digitais também sugere uma forma de utilização do aplicativo em situação de ensino. O que revela seu interesse em trabalhar com o aplicativo e, por conseguinte, a proposição de novas estratégias de ensino para explorar os conteúdos de ligações químicas, equações e suas representações.

Nesse processo de construção do conhecimento, na própria formação continuada a autonomia também é apontada como um fator importante, como descreve o docente:

D1- “[...] *a autonomia é importante, pois o professor pode criar o que ele quer e não o que está pré-definido para ele realizar, mas mesmo assim as atividades pré-definidas estão de acordo*” (Entrevista - 07/11/2016).

A avaliação apresentada sugere que o aplicativo apresenta a vantagem de proporcionar espaços de construção livre, onde o professor pode planejar o que quer explorar. Dessa maneira, no Construtor Livre o docente pode elaborar a atividade que desejar e assim explorar outros temas como: hidrocarbonetos, cadeias carbônicas, funções orgânicas, ligações, assim como utilizá-lo para abordar conteúdos diversos da Química Orgânica, Química Geral, ensino de Ciências (Ensino Fundamental) e até mesmo no ensino superior. A liberdade de construção proporcionada pelo aplicativo também parece ser uma forma de motivar o docente a conhecer mais sobre o tema

D3- “[...] *Tá vendo aqui [Refere-se à tela do Construtor Livre] ele não oferece feedback... eu tenho que ter o conhecimento prévio, isso é bom porque vai exigir uma maior qualificação para eu dar aula*” (Audiovisual - 03/11/2016).

Ao que parece, o aplicativo ao proporcionar tal autonomia de construção também exige do professor maior domínio do conteúdo, ou seja, qualificação. O docente argumenta que as situações propostas pelo aplicativo podem provocar o docente a buscar mais, pesquisar, o que vai ao encontro do que propõe Demo (2011), o professor enquanto pesquisador, um eterno aprendiz, que procura reconhecer suas fragilidades e buscar soluções para os problemas da realidade vivenciados no exercício da docência.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As reflexões aqui expostas apoiam-se na análise de um conjunto de dados produzidos a partir das opiniões, observações, diálogos e avaliações apresentadas pelos sujeitos dessa pesquisa. O entendimento construído ao longo desse estudo é resultado de um intenso trabalho de análise que buscou trazer contribuições e apontar caminhos no que diz respeito à compreensão apresentada pelos docentes ao avaliarem o QuiLegAl, bem como à resolução da problemática desse estudo.

Assim, cabe aqui dar ênfase aos diferentes aspectos observados, discutidos e avaliados que ajudaram a responder as perguntas de pesquisa: *a utilização do App QuiLegAl pode contribuir com a abordagem e/ou ensino de conteúdos problemáticos apontados pelos docentes no ensino de Ciências? O aplicativo QuiLegAl pode despertar o interesse dos estudantes no que diz respeito aos conteúdos apontados como problemáticos no ensino de Ciências Naturais explorados no 9º Ano do Ensino Fundamental?*

Os diferentes aspectos analisados levaram em consideração a problemática apresentada e revelaram a importância atribuída à integração de aspectos pedagógicos e motivacionais na composição do aplicativo, como forma de despertar o interesse e a curiosidade dos estudantes, sem perder o foco no ensino de Ciências. A integração de diferentes recursos: visuais, textuais, sonoros e interativos explorados pelo aplicativo foram apontados pelos docentes como significativos e potencialmente viáveis para o ensino considerando as especificidades dos conteúdos apresentados.

Os argumentos e reflexões apresentados pelos docentes também apontam no sentido de que os diferentes recursos visuais (vídeos, imagens e animações) que integram o aplicativo são aspectos importantes, pois podem ampliar a compreensão de aspectos microscópicos envolvidos no estudo de ligações químicas. Outras percepções apresentadas ainda destacam o entendimento de que a presença de elementos lúdicos (sons, desafios, *feedback*, pontuação, dicas e atividades interativas) entre outros aspectos (que lembram os jogos e estimulam a descoberta) presentes no QuiLegAl pode favorecer a motivação, estimular a participação e o envolvimento dos estudantes na atividade e pelo próprio conteúdo de ligações, equações químicas e suas representações.

Ainda, sobre os diferentes aspectos analisados, se observa que a compreensão construída pelos docentes ao longo do processo avaliativo vai além das dimensões inicialmente investigadas pelo questionário avaliativo. Essas potencialidades descritas pelos docentes relacionam-se à capacidade de representação de estruturas moleculares de forma

interativa e dinâmica, o que amplia as possibilidades de construção e aplicação de conhecimentos relacionados aos conteúdos propostos. A análise dos dados ainda oferece indicativos de que o QuiLegAl pode vir a contribuir com o ensino de conteúdos problemáticos apontados pelos docentes no ensino de Ciências, ou seja, conteúdos que envolvem as ligações químicas, equações e suas representações.

A possibilidade de o QuiLegAl contribuir para a construção de novos conhecimentos que atendam tanto aos estudantes quanto aos professores também é uma vertente que surge entre os dados analisados e apresenta-se como uma das potencialidades apresentadas pelo QuiLegAl. Esse entendimento foi apresentado pelos docentes ao longo do processo avaliativo, o que sugere a possibilidade do App auxiliar formação continuada do docente, no que tange aos conteúdos explorados. Por fim, compreende-se que os diferentes aspectos até então apresentados trazem argumentos que ajudam a responder aos problemas dessa pesquisa.

Por outro lado, também é pertinente compreendermos as potencialidades e limitações do QuiLegAl evidenciadas por esse estudo, tendo em vista os objetivos apresentados no início dessa dissertação. O entendimento construído com relação às dimensões técnica, didático-pedagógicas e químicas apresentadas pelo questionário avaliativo sugerem que aplicativo atende a maioria dos aspectos técnicos analisados. A compreensão do grupo de docentes aponta que as potencialidades relacionadas à dimensão técnica associam-se a possibilidade do App não depender necessariamente de internet e apresentar compatibilidade com diferentes sistemas operacionais (multiplataforma) para os diversos dispositivos (*tablets* educacionais, computadores, *notebooks*, *smartphones*). Tais aspectos constituem-se como um item técnico importante e necessário ao se desenvolver recursos digitais voltados à área educacional, considerando as fragilidades da escola brasileira, onde o acesso aos recursos tecnológicos e à internet ainda é escasso.

Quanto à dimensão didático-pedagógica a interpretação e a análise dos dados sugerem que os diferentes aspectos foram avaliados positivamente, com destaque para os aspectos motivacionais e interativos associados a essa dimensão. O entendimento construído revela que os recursos visuais (imagens, vídeos e animações), sonoros (toque musical, pontuação), textuais (explicações, atividades, conceitos) e interativos (*feedback* e desafios) atribuem ao aplicativo um aspecto lúdico, divertido que pode estimular a participação e o interesse dos estudantes para a aprendizagem dos conteúdos explorados pelo App. A articulação desses diferentes recursos anteriormente citados, aliado a objetivos pedagógicos podem trazer novas possibilidades para o ensino de Ciências, na medida em que essa associação permite explorar elementos conceituais, simbólicos e representacionais importantes para a compreensão da

natureza microscópica da matéria. O que sugere a viabilidade didático-pedagógica do QuiLegAl considerando o conjunto de aspectos avaliados.

Com relação à dimensão química do questionário avaliativo os docentes argumentam que a utilização dos diferentes recursos visuais apresentados pelo QuiLegAl podem apoiar a abordagem dos conteúdos apresentados aos estudantes ainda no Ensino Fundamental. Tais aspectos evidenciam o importante papel atribuído à visualização, enquanto possibilidade para o ensino de Ciências. Aliada a esse aspecto estão as possibilidades de representação criadas pelo aplicativo a partir do Construtor de moléculas QuiLegAl e do Construtor Livre, apontadas pelos docentes como importantes aliadas ao processo de ensino, visto a possibilidade de auxiliar ambos os envolvidos. O espaço de representação criado pelo Construtor Livre oferece maior autonomia aos usuários, para o docente configura-se como um espaço de criatividade onde o mesmo pode planejar o conteúdo e as estratégias que deseja aplicar considerando os recursos tecnológicos que tem a sua disposição.

Por outro lado, as limitações associadas ao QuiLegAl evidenciadas por essa pesquisa referem-se ao atendimento de alguns aspectos relacionado à dimensão técnica, entre eles a acessibilidade, ou seja, atendimento às especificidades dos estudantes com necessidades especiais (estudantes visuais e deficientes visuais), tamanho de fontes e imagens também foram indicadas na avaliação docente como aspectos a serem melhorados. Aspectos esses corrigidos para a versão final do QuiLegAl.

Outras limitações enfatizadas pelas avaliações não dizem respeito ao aplicativo em si, mas ao contexto em que ele pode ser utilizado. A esse respeito os docentes ressaltam a necessidade de ampliar os recursos tecnológicos (retroprojetores, computadores, *tablets*, lousa digital) no ambiente escolar e o domínio da tecnologia por parte do professor. Assim, como revelam a necessidade de uma formação continuada que atenda às demandas formativas dos docentes, quanto ao uso pedagógico das tecnologias digitais, como uma das fragilidades ou desafios que podem dificultar a utilização desse tipo de recurso em situação de ensino.

Não há um único responsável, mas um conjunto de fatores que não tem sido considerado na produção de recursos digitais voltados à área educacional, entre eles pode-se citar a falta de avaliação docente e objetivos pedagógicos envolvidos na construção de aplicativos para a área educacional, o que impacta diretamente na qualidade do recurso. Em muitos casos, não têm sido consideradas as especificidades do conteúdo e área a ser explorada, em outros prioriza-se a prática de atividades repetitivas que exigem pouca reflexão dos estudantes quanto à tomada de decisão, mobilização de saberes e desenvolvimento de habilidades que ultrapassem a simples percepção do mundo concreto.

É importante destacar que a produção de um aplicativo, por maior que seja sua qualidade, ele por si só pode não assegurar resultados positivos no processo de ensino e aprendizagem dos estudantes. Parte-se do pressuposto de que neste processo de construção de conhecimentos o professor tem papel fundamental, visto que ele tem o duplo papel de mediar essa construção e propor situações de ensino capazes de utilizar as tecnologias digitais como mediadoras no processo de construção do conhecimento científico, em especial, conteúdos voltados ao ensino de Ciências Naturais.

Por fim, esquecem que um dos principais responsáveis pelo sucesso do recurso desenvolvido são os usuários, e ouvi-los é fundamental, tanto na etapa de construção quanto de aprimoramento do recurso, ainda mais quando se discute educação, ensino e as especificidades que envolvem cada área. De fato, compreende-se que a experiência vivenciada pelos sujeitos desta pesquisa permitiu a construção de novos conhecimentos sobre o aplicativo e revelou o QuiLegAI como um recurso viável, tanto do ponto de vista técnico quanto didático-pedagógico, ou seja, atende as necessidades evidenciadas pelos docentes desta pesquisa e as características da área de ensino que se propõe.

Assim, pressupõe-se que não basta substituir uma tecnologia por outra, sem que ocorram mudanças na própria prática pedagógica, é preciso romper com o ciclo de transmissão, onde o quadro, giz e a exposição oral ainda são os únicos recursos utilizados. O trabalho com tecnologias digitais exige a ruptura com concepções de ensino em que o professor ainda é tido como o detentor de saberes e o estudante, o que nada sabe. É preciso repensar tais concepções e construir novas abordagens de ensino, muito mais colaborativas do que excludentes, que levam em consideração os diferentes saberes envolvidos, bem como a utilização de diferentes estratégias e recursos que possam levar à construção de novos conhecimentos em diferentes lugares, espaços e tempos.

Considerar tais questões pode ser o passo inicial antes de sugerir novos recursos, sejam eles digitais ou não, como forma de contribuir para com o docente no processo de ensino. Do mesmo modo, considera-se relevante o apontamento de alguns percalços e momentos de incertezas vivenciados nessa pesquisa como, por exemplo: domínio dos *softwares* a serem utilizados, implementação de algumas funções de navegação e interação (necessárias ao funcionamento do aplicativo), a inserção de dados do usuário, implementação do teclado para dispositivos móveis, desenvolvimento do subscrito (caso específico, pois é uma característica de representação do conhecimento químico) e a implementação de alternativas para a representação da ligação iônica. Visto que o aplicativo não é capaz de

representar a ligação iônica utilizando setas se comparado à construção realizada com lápis e papel.

Somam-se a essas questões a conversão do recurso para formatos que atendessem a diferentes plataformas de publicação (lojas virtuais de aplicativos), o desafio de trabalhar em equipe e as limitações de tempo e recursos financeiros. Visto que esta pesquisa não dispõe de qualquer financiamento por agência de fomento, os membros da equipe adotaram a ideia como uma possibilidade de construir novos conhecimentos, aprender e compartilhar saberes de forma interdisciplinar.

Com o desenvolvimento dessa pesquisa construiu-se o desejo de realizar trabalhos futuros, como a avaliação da usabilidade do QuiLegAl em situação de ensino, envolvendo estudantes e professores da escola pública, com o propósito de conhecer a percepção dos usuários e os resultados de sua utilização no ensino de Ciências. Ainda, soma-se a necessidade de aprimoramento do processo de desenvolvimento e a possibilidade de oferecer cursos de formação continuada voltados aos professores da rede estadual, quanto à utilização pedagógica desse tipo de tecnologia digital. Por fim, deseja-se o desenvolvimento de novos aplicativos, ou mesmo novas versões do QuiLegAl, com a possibilidade de publicações sobre o processo de desenvolvimento de aplicativos para a área educacional, em especial para o ensino das Ciências Naturais (Física, Química e Biologia). O questionário avaliativo proposto nessa pesquisa ainda se revela como um instrumento em potencial, que pode ser aprimorado (quanto ao ajuste dos itens propostos a cada dimensão) e aplicado a outros contextos e estudos da área.

A proposição do QuiLegAl, enquanto uma opção para o ensino de Ciências apoia-se nos diferentes argumentos apresentados. Tendo em vista que o aplicativo será disponibilizado para a comunidade acadêmica e escolar por meio da página do PPGECEM<sup>17</sup>, bem como CDs com o App às escolas e sujeitos participantes da pesquisa. Isso possibilitará a outros docentes a utilização do App construído em situações de ensino, podendo ainda, aprimorá-lo e/ou adequá-lo à realidade em que atuam. Espera-se que as contribuições aqui expostas possam ampliar as possibilidades de abordagem e ensino dos conteúdos explorados pelo App. Pois, acreditamos que ensinar Ciências e/ou Química também deve ser um processo divertido e prazeroso, sem perder o foco nos reais objetivos de aprendizagem que se desejam alcançar ao desenvolver atividades de ensino com tecnologias digitais.

---

<sup>17</sup> Será disponibilizado em <http://portal.unemat.br>

É pertinente considerar a realidade tecnológica vivenciada por milhões de jovens e as possibilidades que as tecnologias digitais, assim como outros recursos podem trazer para o processo de ensino. Esse, certamente é um dos desafios propostos aos educadores desse século XXI e demais envolvidos na área educacional. Portanto, não se esgotam aqui as discussões sobre os aspectos que envolvem a utilização do QuiLegal e os demais recursos digitais existentes no processo de ensino e aprendizagem de Ciências Naturais, mas, sobretudo trazem novas reflexões para a área educacional.

## 6. REFERÊNCIAS

ALVEZ-MAZZOTTI, A. J. **O Método nas Ciências Naturais e Sociais**: pesquisa quantitativa e qualitativa. São Paulo: Pioneira, 1998.164p.

ANDRADE NETO, A. S.; RAUPP, D. T.; MOREIRA, M. A. A evolução histórica da linguagem representacional química: uma interpretação baseada na teoria dos campos conceituais. In: ENPEC - ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISADORES EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7. 2009. Florianópolis, **Anais...** Florianópolis, 2009.

ARROIO, A. Context based learning: a role for cinema in Science education. **Science Education International**, v.21, n.3, p. 131-143, 2010.

BALASUBRAMANIAN, N.; WILSON, B. G. Games and Simulations. In: **Society for information technology and teacher education International conference**, 2006. Proceedings. v.1. 2006. Disponível em<:  
<http://site.aace.org/pubs/foresite/GamesAndSimulations1.pdf>>. Acesso em: 23 jan. 2016.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação Qualitativa em Educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Porto, Portugal: Porto Editora, 1994. 333p.

BORBA, M.C; SCUCUGLIA, R.R.S.; GADANIDIS, G. **Fases das tecnologias digitais em Educação Matemática**: sala de aula e internet em movimento. 1ª ed. Belo Horizonte: autêntica, 2014, 154p.

BRAGA, D. B. Práticas letradas digitais: considerações sobre possibilidades de ensino e de reflexão social crítica In: RODRIGUES JÚNIOR, Adail Sebastião et al. **Internet & Ensino**: novos gêneros, outros desafios. Rio de Janeiro: Singular, 2009.

BRAGA, J. C.(Org.). **Objetos de Aprendizagem**: Introdução e fundamentos. Santo André: Editora da UFABC, v.1, 2014.

BRANDÃO, C. R.; STRECK, D. R. (Org.). **Pesquisa participante**: o saber da partilha. 2ª. Ed. Aparecida-SP: Ideias & Letras, 2006.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**: educação básica. Brasília: Ministério da Educação/MEC, 2016. 652p.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Ciências Naturais / Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1998. 138 p.

BRASILEIRO, L. B.; SILVA, G. R. Interatividade na ponta do mouse: simulações e laboratórios virtuais. In: MATEUS, A. L. (Org.). **Ensino de química mediado pelas TIC's**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2015. p.41-66.

CALIL, P. **O professor-pesquisador no ensino de ciências**. Curitiba: editora intersaberes, 2013. 191p.



CAMPOS, G.H.B.; MARTINS, I.; NUNES, B.P. **Instrumento para Avaliação da Qualidade de Objetos de Aprendizagem**. CCEAD, PUC- Rio de Janeiro. 2008. Disponível em: <<http://web.ccead.puc-rio.br/condigital/portal/InstrAvaliacao.pdf>> Acesso 13 jan. 2017.

CAPE TOWN OPEN EDUCATION DECLARATION. **Declaração da Cidade do Cabo para educação aberta: abrindo a promessa de recursos educativos abertos**. 2007. Disponível em: <<http://www.capetowndeclaration.org/translations/portuguese-translation>>. 28 fevereiro 2017.

CARVALHO, A. M.P.; VANUCCHI, A. I.; GONÇALVES; M. E. R.; BARROS, M.A.; REY, R.C. **Ciências no ensino fundamental: o conhecimento físico**. São Paulo: Scipione, 2010.

CARVALHO, M.F.N; PERREIRA, V.C.; FERREIRA, S.P.A. A (des)motivação da aprendizagem de alunos de escola pública do ensino fundamental I: Quais os fatores envolvidos? Universidade Federal do Pernambuco, UFPB, 2007. Disponível em <[https://www.ufpe.br/ce/images/Graduacao\\_pedagogia/pdf/2007.2/a%20desmotivao%20da%20aprendizagem%20de%20alunos%20de%20escola.pdf](https://www.ufpe.br/ce/images/Graduacao_pedagogia/pdf/2007.2/a%20desmotivao%20da%20aprendizagem%20de%20alunos%20de%20escola.pdf)> Acesso em maio 2016.

COSTA, V. M. Recursos Educacionais Abertos Objetos. In: TAROUCO, et al.(Orgs). **Objetos de aprendizagem: teoria e prática**. Porto Alegre: Evangraf, 2014.

CORRÊA, A. L. **O ensino de ciências e as tecnologias digitais: competências para a mediação pedagógica**. 05/02/2015. 192f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência)- Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru, 2015.

CUNHA, M.B. Jogos no ensino de Química: considerações teóricas sobre sua utilização em sala de aula. **Química Nova na Escola**, v.34, n.2, 2012.

GARCIA-RUIZ, G.M.A., VELAZQUEZ, L.L., SANDOVAL, G.Z. Estudio de usabilidad de visualización molecular em um teléfono inteligente. **Química Nova**, 35(3), 648-653, 2012.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **O ensino de ciências no Brasil**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1998. 186p.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M.M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2009. 328p.

DEMO, P. **Formação permanente e tecnologias educacionais**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2011.162p.

DIAS, C. L.; KEMCZINSKI, S. V.; FERLIN, J.HOUNSELL, M. S. Padrões abertos: aplicabilidade em Objetos de Aprendizagem(OAs). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO (SBIE), n.20, 2009, Florianópolis. **Anais**. Florianópolis, 2009.

DUARTE, A. S. **Metáforas criativas: processo de aprendizagem de ciências e escrita da língua portuguesa como segunda língua pelo estudante visual (surdo)**. 2016. 203f. Tese (Doutorado em Educação)- Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Educação, Cuiabá-MT, 2016.

DUTRA, R. L. S.; TAROUCO, L. M. R. Recursos Educacionais Abertos (Open Educational Resources). **RENOTE- Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 5, n. 1, p.1-11, 2007.

EICHLER, M. L.; DEL PINO, J. C. Computadores em educação química: estrutura atômica e tabela periódica. **Química Nova**, v.23(6), p.835-840, 2000.

FAERMAM, L. A. A pesquisa participante: suas contribuições no âmbito das ciências sociais. **Revista Ciências Humanas**, v.7, n.1, 2014.

FERNANDES, J. C. C. **Informática na Educação: Construção e Análise de uma Hipermídia como Recurso Didático em CD-ROM**. 2005. 134f. Dissertação (Mestrado em Educação Agrícola)-Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Agronomia, Seropédica, 2005.

FERREIRA, C.R. **O uso de visualizações no ensino de Química e de Física: a formação pedagógica dos professores**, 2013. 733f. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo, Instituto de Educação, São Paulo, 2013.

FILATRO, A. **Design instrucional na prática**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2008. 175p.

FLÔRES, M. L.P; AGUIAR, E.V.B. Objetos de aprendizagem: conceitos básicos. In: TAROUCO, et. al.(Orgs). **Objetos de aprendizagem: teoria e prática**. Porto Alegre: Evangraf, 2014.

FLÔRES, M.L.P.; TAROUCO, L. M.R. Diferentes tipos de objetos para dar suporte a aprendizagem. **Novas Tecnologias na Educação**, v.6, n.1, p.1-10, 2008.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários a prática educativa**. 23 ed. São Paulo: Paz e Terra, 1997.

GALAFASSI, F. P.; GLUZ, J. C.; GALAFASSI, C.. Análise Crítica das Pesquisas Recentes sobre as Tecnologias de Objetos de Aprendizagem e Ambientes Virtuais de Aprendizagem. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v.21, n.3, p.100, 2014.

GAMBOA, S. S. **Pesquisa em Educação: métodos e epistemologias**. Chapecó: Argos, 2007.

GARCEZ, E. S.C. **O Lúdico em Ensino de Química: um estudo estado da arte**. Goiânia, UFG, 2014. 142 p. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Pró-Reitora de Pós-Graduação, Universidade Federal de Goiás, Goiás, 2014.

GIBIN, G. B.; FERREIRA, L.H. Avaliação dos estudantes sobre uso de imagens como recurso auxiliar no ensino de conceitos químicos. **Química Nova na Escola**, v.35, n.1 p.19-26, 2013.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GIORDAN, M. Análise e reflexões sobre os artigos de educação em química e multimídia publicados entre 2005 e 2014. **Química Nova**, n.02, dez, 2015.

GIORDAN, M. **Computadores e linguagens nas aulas de ciências**. Ijuí: Unijuí, 2008.

GIORDAN, M; GÓIS, J. Telemática educacional e ensino de química: considerações sobre um construtor de objetos moleculares. **Linhas críticas**. v.11, n.21, jul, p.285-301, 2005.

GOLDENBERG, M. **A arte de pesquisar**: como fazer pesquisa qualitativa em ciências sociais. 10 ed. São Paulo: Editora Record, 2012.

HEIDRICH, D. N. **Construção e avaliação de hipermídia educacional sobre tópicos de carboidratos**. 11/12/2009. 269f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica)- Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Biológicas, Florianópolis, 2009.

HOBAN, G. **Facilitating learner-generated animations with slowmation**. Handbook of research on learning design and learning objects: Issues, applications, and technologies, p.313-330, 2009.

IEEE. Learning Technology Standards Committee (LTSC). **Draft Standard for Learning Object Metadata IEEE 1484.12.1-2002**. Disponível em:< <http://Itsc.iee.org/>>. Acesso em 15 dez. 2015.

JACON, L. S. C. **Dispositivos Móveis no Ensino de Química**: o professor Formador, o profissional de informática e os diálogos possíveis. 05/12/2014. 174f. Tese (Doutorado em Ciências e Matemática)- Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, 2014.

JACON, L.S.C.; MELLO, I.C.; OLIVEIRA, A.C.G. Aprendizagem com Mobilidade no ensino de conhecimentos químicos: Reflexões de uma pesquisa realizada com professores em formação inicial. **Revista EDaPECI**, v.14, n.1, p.235-48, 2014.

KENSKI, V. M. **Educação e tecnologias**: o novo ritmo da informação. 8.ed. Campinas - SP: Papirus, 2012. 172p.

KENSKI, V. M. **Tecnologias e ensino presencial e a distância**. 2. ed. Campinas: Papirus, 2004. (Série Prática Pedagógica).

KISHIMOTO, T. M. **O jogo, brinquedo, brincadeira e a educação**. São Paulo, Cortez,1999.

LAPERRIÈRE, A. A teorização enraizada (grounded theory): procedimento analítico e comparação com outras abordagens similares. In: Poupart J, Deslauriers JP, Groulx LH, Laperrière A, Mayer R, Pires AP. **A pesquisa qualitativa**: enfoques epistemológicos e metodológicos. Petrópolis: Vozes; 2008.

LEITE, B. S. **Tecnologias no ensino de Química**: Teoria e prática na formação docente. 1ªed. Curitiba: Appris, 2015.

LEITE, B.S. **O uso das tecnologias no ensino de ciências**: a web 2.0 como ferramenta de aprendizagem. 2011. 152f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências), Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2011.

LÉVY, P. **A inteligência coletiva**: por uma antropologia do ciberespaço. 2ª ed. São Paulo: Loyola, 1999.

LEWIS, M. S.; ZHAO, J.; MONTCLARE, J. K. Development and Implementation of High School Chemistry Modules Using Touch-Screen Technologies. **Journal of Chemical Education**, n. 89, p. 1012-1018, 2012.

LIMA, M. E. C.; SILVA, N. S. **A Química no Ensino Fundamental**: uma proposta em ação. In: ZANON, Lenir B.; MALDANER, Otavio A. (Org.). Fundamentos e Propostas de Química para a Educação Básica no Brasil. Ijuí: UNIJUÍ, 2007. p. 89-106.

LOTTERMANN, L. C.; ZANON, B. L. A Inserção da Química no Ensino de Ciências Naturais: um olhar sobre Livros Didáticos no Ensino Fundamental. In: **Encontro Nacional de Ensino de Química**, XVI, Salvador, 2012. Disponível em <<http://www.portalseer.ufba.br/index.php/anaiseneq2012/article/viewFile/7357/5139>> Acesso em nov. 2016.

MACHADO, A. S.. Uso de Softwares Educacionais, Objetos de Aprendizagem e Simulações no Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, v.38, n.2, p.104-111, maio. 2016.

MACIEL, C.; BACKES, E.M. Objetos de aprendizagem, objetos educacionais, repositórios e critérios para a sua avaliação. In: MACIEL, C. (Org.). **Educação à distância**: ambientes virtuais de aprendizagem. Cuiabá-MT: EdUFMT, 2013. p.159-196

MALDANER, O. A.; ZANON, L. B.; AUTH, M. A. **Pesquisa sobre educação em Ciências e formação de professores**. In: SANTOS, F. M. T. dos; GRECA, I. M. (Org.). A pesquisa em ensino de Ciências no Brasil e suas metodologias. Ijuí: Ed. Unijuí, 2006.

MATTAR, J. **Games em educação**: como os nativos digitais aprendem. São Paulo: Pearson, 2010.

MAXIMO, A. C. **A pesquisa participante como prática educativa**. 1ª ed. Brasília: Liber livro, 2006.

MESSENDER NETO, H. S. N. **O lúdico no Ensino de Química na perspectiva Histórico Cultural**: além do espetáculo, além da aparência. Curitiba: Editora Prismas, 2016. 234p.

MILARÉ, T., e ALVES FILHO, J. A Química disciplinar em Ciências do 9º Ano. **Química Nova na Escola**, n. 1, p. 43 – 52, 2010.

MINAYO, M. C.S. **O desafio do conhecimento**: pesquisa qualitativa em saúde. 14 ed. São Paulo: Hucitec, 2014.

MORALES, E. M.; GARCÍA P. F. J.; BARRÓN, R. A. Definición pedagógica del nivel de granularidad de Objetos de Aprendizaje. En A. López, F. García, A. Seoane, E. Morales (Eds.) I CONGRESO INTERNACIONAL DE TECNOLOGÍA, FORMACIÓN Y COMUNICACIÓN. **Actas**, Salamanca, España, 2007.

MORATORI, P. B. Por que utilizar jogos educativos no processo de ensino aprendizagem? Rio de Janeiro: UFRJ, 2003. Disponível em: <<http://www.scribd.com/doc/6770926/Por-Que-Utilizar-Jogos-Educativos-No-Processo-de-Ensino-Aprendizagem>. > Acesso em: 28 out. 2016.

MORESI, E. (Org.). **Metodologia de Pesquisa**. Brasília: UCB (Universidade Católica de Brasília), 2003. 128p.

NICHELE, A. G. **Tecnologias móveis e sem fio nos processos de ensino e aprendizagem em Química**: uma experiência no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul. 2015. 258p. Tese (Doutorado em Educação)- Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Instituto de Educação, São Leopoldo, 2015.

NICHELE, A.G.; SCHLEMMER, E. Aplicativos para o ensino e aprendizagem de Química. **RENOTE. Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 12, p. 1-9, 2014.

OLIVEIRA, F. C.; LOMEU, G.C; MILANI JÚNIOR, J.; FERREIRA JÚNIOR, J. M. Softwares aplicativos para Dispositivos Móveis: Novas possibilidades para o ensino de Matemática. **Anais SEMIEDU(Seminário de Educação)**, Cuiabá, UFMT, 2016.

OLIVEIRA, F. C.; SOUTO, D.L.P.; CARVALHO, J. W. P. Percepções e apontamentos de um grupo de discentes ao explorarem a hipermídia Equimídi@. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**. No prole

OLIVEIRA, F.C.; SOUTO, D.L.P.; CARVALHO, J.W.P. Seleção e análise de aplicativos com potencial para o ensino de química orgânica. **Revista Tecnologias na Educação**, v.17, p.1-12, 2016.

OTSUKA, J. L.; BEDER, D. M.; MONTANARO, P. R.; ROCCA, I. Z.; GHELARDI, A. Desenvolvimento de jogos educacionais abertos. In: Workshop Recursos Educacionais Abertos 2012, Rio de Janeiro. **Anais dos Workshops do CBIE 2012**, 2012.

PAULETTI, F. **O ensino de química e a escola pública**: a isomeria geométrica mediada pelo uso de programas computacionais. 2013. 173p. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade de Caxias do Sul (UCS), Caxias do Sul, 2013.

PAULETTI, F.; ROSA, M.P. A.; CATELLI, F. A importância da utilização de estratégias de ensino envolvendo os três níveis de representação da Química. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologias**, v.7, n. 3, 2014.

POLIDORO, L. F.; STIGAR, R. A transposição didática: a passagem do saber científico para o saber escolar. **Revista CiberTeologia**, Ano VI, nº 27, 2006.

POZO, J.I.; CRESPO, M.A. **A aprendizagem e o ensino de Ciências**. 5ª. edição. Porto Alegre: ArtMed Editora, 2009. 286 p.

PRENSKY, M. . Digital natives, digital immigrants. **On the Horizon**, 9(5), 1-6, 2001.

PRESSMAN, R. S. **Engenharia de Software**. 5ª ed. Rio de Janeiro: McGraw-Hill, 2002.

RAUPP, D.; SERRANO, A.; MARTINS, T. L.C.; SOUZA, B. C. Uso de um software de construção de modelos moleculares no ensino de isomeria geométrica: um estudo de caso baseado na teoria de mediação cognitiva. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Espanha, v. 9, n. 1, p. 18-34, 2010.

RAUPP, D.; SERRANO, A.; MOREIRA, M. A. Desenvolvendo habilidades visuoespaciais: uso de software de construção de modelos moleculares no ensino de Isomeria Geométrica em química. **Experiências em Estudo de Ciências**, v.4 (1), p.65-78, 2009.

RIBEIRO, A.E.; VILLELA, A.M.N.; SOBRINHO, J. C.; SILVA, R.B. (Orgs). **Linguagem, tecnologia e educação**. São Paulo: Peirópolis, 2010.

RIBEIRO, P.M.S. Aplicativo para ensino de estatística: uma avaliação no seu uso. **Revista Tecnologias na Educação**, Ano 7, n.13, 2015.

ROGADO, J. A Grandeza Quantidade de Matéria e sua Unidade, o Mol: algumas considerações sobre dificuldades de ensino e aprendizagem. **Ciência & Educação**, v. 10, n. 1, p. 63–73, 2004.

ROSA, M.P.A. EICHLER, M.L.CATELLI, F. Quem me salva de ti? Representações docentes sobre a tecnologia digital. **Revista Ensaio**. Belo Horizonte, v.17, n.1, Jan, p.84-104, 2015.

ROSSI, M. H. W. **Imagens que falam: leitura da arte na escola**. Porto Alegre: Editora Mediação, 2009.

ROSSINI, C.; GONZALEZ, C. REA: o debate em política pública e as oportunidades para o mercado. In: SANTANA, Bianca; ROSSINI, Carolina; PRETTO, Nelson de Lucca. (Orgs.). **Recursos Educacionais Abertos: práticas colaborativas e políticas Públicas**. Salvador: Edufba; São Paulo: Casa da Cultura Digital, 2012.

SACCOL, A.; SCHLEMMER, E.; BARBOSA, J. **M-learning e u-learning: Novas perspectivas das aprendizagens móvel e ubíqua**. 1. Ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011. 192p.

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, P. B. **Metodologia de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2013.

SANTOS, P. C. **A utilização de recursos audiovisuais no ensino de ciências: tendências entre 1997 e 2007**. 2010. 162f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade de São Paulo (USP), Faculdade de Educação, São Paulo, 2010.

SANTOS, S. M. P. e CRUZ, D. R. M. **O lúdico na formação do educador**. 5ª ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2002.

SARTORI, G. **Homo videns: la sociedade teledirigida**. Taurus: Madrid, 1998.

SAVI, R.; ULBRICHT, V. R. Jogos Digitais Educacionais: Benefícios e Desafios. **RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 6, p. 1-10, 2008.

SÉRIO NETO, F. M.; GARCIA, M. L. S.. Recursos educacionais abertos para ead. In: Congresso Brasileiro de Ensino Superior a Distância, 2013, Belém/PA. **Anais...** Belém/PA: UNIREDE, 2013. Disponível em: <<http://www.aedi.ufpa.br/esud/trabalhos/poster/AT3/114319.pdf>>. Acesso em: 22 jan. 2017.

SCUCUGLIA, R. A **Investigação do Teorema Fundamental do Cálculo com Calculadoras Gráficas**. 20/02/2006. 158p. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática)- Universidade Estadual Paulista, Instituto de Ciências Exatas, Rio Claro, 2006.

SILVA, A. C.. **Softwares educativos**: critérios de avaliação a partir dos discursos da interface, da esfera comunicativa e do objeto de ensino. 1. ed. Recife: Editora Universitária, 2012. v.1. 332p.

SILVA, P.F ; SILVA, T.P. ; SILVA, G. N. . Study Lab: Construção e Avaliação de um aplicativo para auxiliar o Ensino de Química por professores da Educação Básica. **Revista Tecnologias na Educação**, v. 13, p. 1-12, 2015.

SILVER, H. F.; STRONG, R. W.; PERINI, M. J. **So Each May Learn**: Integratin Learning Styles Multiple Intelligences. Association for Supervision and Curriculum Development - ASCD, 1703 North Beauregard Street, Alexandria, VA 22311-1714, 2000.

SINGH. H. **Introduction to Learning Objects**. 2001. Disponível em [www.elearningforum.com/july2001/singh.ppt](http://www.elearningforum.com/july2001/singh.ppt). > Acesso em: 25 dez. 2015.

SOARES, M.H.F. B. **Jogos e Atividades Lúdicas para o Ensino de Química**. Goiânia: Kelps Editora, 2013.

SONEGO, A. H. S.; BEHAR, P. A. M-Learning: Reflexões e Perspectivas com o uso de aplicativos educacionais. In: **XX Congresso Internacional de Informática Educativa (TISE)**, 2015, Santiago. Nuevas Ideas en Informática Educativa TISE 2015. Santiago, 2015.v.11. p.521-526.

SOUZA, M. P.; MERÇON, F.; SANTOS, N.; RAPELLO, C. N.; AYRES, A. C. S. Titulando 2004: Um software para o ensino de Química. **Química Nova na Escola**, n. 22, p. 35-37, nov. 2005.

SOUTO, D.L.P.; BORBA, M. C. Aprendizagem de professores com a produção de vídeos para aulas de matemática. **Educação Matemática em Revista**.v.21, p.54-63, 2016.

STEFFE, L.; THOMPSON, P.W. Teaching experiment methodology: Underlying principles and essential elements. **Research design in mathematics and science education**, Hillsdale, NJ, 2000.

TAROUCO, L. M. R.; FABRE M. J. M.; TAMUSIUNAS, F. R. Reusabilidade de objetos educacionais. **RENOTE – Revista Novas Tecnologias para a Educação**. Porto Alegre: (CINTED- UFRGS), v. 1. n° 1, 2003.

TAROUCO, L. M. R.; SANTOS, P. M.; ÁVILA, B.; GRANDO, A.; ABREU, C. S. Multimídia Interativa: Princípios e Ferramentas. **Renote - Revista Novas Tecnologias em Educação**, v. 7, n. 1, p. 1-9, 2009.

VALENTIM, H. **Para uma Compreensão do Mobile Learning**: Reflexão sobre a utilidade das tecnologias móveis na aprendizagem informal e para a construção de ambientes pessoais de aprendizagem. 2009. Dissertação (Mestrado em Gestão de Sistemas de e-Learning) - Universidade Nova de Lisboa, Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, Lisboa, 2009. Disponível em: [http://www.hugovalentim.com/sites/default/.../Hugo\\_Valentim\\_M-Learning.pdf](http://www.hugovalentim.com/sites/default/.../Hugo_Valentim_M-Learning.pdf). Acesso em: 17 de janeiro de 2016.

UNESCO. **Commonwealth of Learning**. Taking OER beyond the OER Community. 2012. Disponível <<http://oerwiki.iiep-unesco.org/index>.

php?title=UNESCO\_OER\_Toolkit/Background\_to\_Open\_Educational\_Resources>. Acesso em: 20 abril, 2016.

WILEY D.. **The instructional use of learning objects**: on-line version. In: ORRILL, C. H. Learning objects to support inquiry-based on-line learning, 2000. Disponível em <<http://reusability.org/read/chapters/orrill.doc>.> Acesso em 28 ago. 2016.

WILEY, D. Impediments to Learning Object Reuse and Openness as a Potential Solution. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, Volume 17, Número 3, 2009.



**ANEXOS**

## **APÊNDICES**

**Apêndice A** – Questionário diagnóstico

**Apêndice B** – Questionário Avaliativo

**Apêndice C** – Parecer comitê de ética

**Apêndice D** – Protótipos: início da construção do QuiLegAI

**Apêndice A**  
**Questionário Diagnóstico**

Obs: Nas questões 1, 2, 3, 4 e 6 podem ser assinaladas mais de uma opção.

**1. Entre os conteúdos listados abaixo, quais os estudantes apresentam maior dificuldade de compreensão e aprendizagem?**

- Modelos atômicos  
 Equações químicas e suas representações  
 Ligações químicas e suas representações  
 Reações químicas, classificação e balanceamento de equações  
 Funções químicas  
 Tabela Periódica  
 Outros. Quais?.....

**2. Ao abordar diferentes tópicos de Química no nono ano, quais conteúdos você considera mais complexos/difíceis no que diz respeito ao ensino?**

- Reações químicas, classificação e balanceamento de equações  
 Funções químicas  
 Tabela Periódica  
 Modelos atômicos  
 Equações químicas e suas representações  
 Ligações químicas e suas representações  
 Outros. Quais?.....

**3. O que está “faltando” na escola ou na prática pedagógica que pode facilitar a abordagem e a compreensão dos estudantes, tendo em vista os conteúdos que você indicou nas questões 1 e 2?**

- recursos didáticos-pedagógicos                       recursos tecnológicos  
 metodologias de ensino                                       falta de interesse e motivação do aluno  
 outros. Quais?.....

**4. Qual é sua sob opinião em relação a aplicação de um recurso educacional digital em suas aulas?**

- Acho interessante e gostaria de aplicar     Acho interessante, mas não aplicaria  
 Não tenho opinião formada                       outros. Quais?

**5. Você conhece ou faz uso de algum recurso digitais ao abordar os conteúdos que você apontou nas questões 1 e 2?**

- sim                       não                      \* se sim Quais? .....

**6. Ao elaborar um recurso didático digital capaz de auxiliar o ensino dos conteúdos apontados, qual seria a abordagem e/ou características que esse recurso deveria apresentar?**

- A introdução do conteúdo: história, aplicações, exemplos e curiosidades.  
 Abordagem do conteúdo por meio de diferentes representações: audiovisual, atividades interativas, simulações, exercícios, conceitos, etc.  
 Abordagem do conteúdo na forma de revisão: conceitos, simulações, imagens, vídeos, exemplos e exercícios interativos.  
 Outros. Quais?.....

**Apêndice B**  
**Questionário Avaliativo**  
 Aplicativo: *QuiLegAI*

O presente questionário avaliativo está dividido em três dimensões: TÉCNICA, DIDÁTICO-PEDAGÓGICA e QUÍMICA, cada uma delas é composta por diferentes aspectos que devem ser avaliados a partir dos conceitos:

<b>Ótimo:</b> indica que o aspecto avaliado foi totalmente atendido.
<b>Bom:</b> indica que o aspecto avaliado foi atendido, mas com pequenas ressalvas.
<b>Regular:</b> indica que o aspecto avaliado foi atendido parcialmente (50%) em algumas situações.
<b>Ruim:</b> indica que o aspecto avaliado não foi atendido na maioria das vezes, é um aspecto a ser revisto.
<b>Péssimo:</b> Indica que o aspecto avaliado não foi atendido ou identificado, o que indica a necessidade de mudança quanto ao aspecto investigado.

QUADRO AVALIATIVO

<b>Assinale apenas um dos conceitos para cada item investigado</b>					
<b>DIMENSÃO TÉCNICA</b>	Conceitos				
	Ótimo	Bom	Regular	Ruim	Péssimo
<b>Na sua avaliação qual conceito atribui a cada item dos aspectos listados abaixo:</b>					
<b>Aspectos gerais</b>					
Quanto às indicações sobre: conteúdo, nível de ensino e o público indicado.*					
Quanto às orientações sobre sua utilização do ponto de vista técnico e educacional.***					
Compatibilidade com sistemas operacionais de dispositivos móveis e computadores.**					
Como você avalia o aplicativo que não depende de internet para funcionar.					
Como você avalia a possibilidade de exibição do aplicativo (App) a partir da web.					
<b>Navegabilidade</b>					
Como avalia a autonomia de acesso ao conteúdo e utilização do App.					
Como você avalia as possibilidades do estudante interromper, retomar e reiniciar uma atividade a qualquer momento durante a exploração do App.***					
<b>Interface</b>					
Como você avalia a organização dos temas, na forma de MENU					

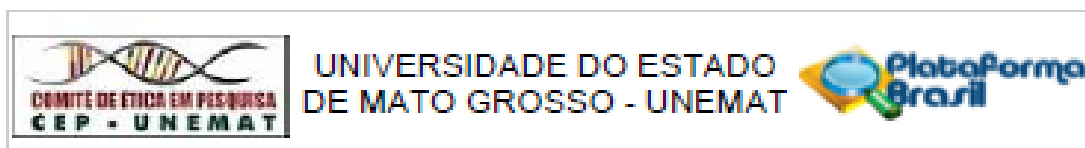
proposto pelo aplicativo?					
Quanto à utilização de imagens, animações e/ou simulações, as mesmas são pertinentes ao conteúdo abordados.***					
Como você avalia a harmonia entre as cores, fontes, texto, animações, sons e outros recursos utilizados no App.*					
Como avalia a distribuição de hipertextos e sua utilização no contexto de ensino explorado pelo App.**					
<b>DIMENSÃO DIDÁTICO – PEDAGÓGICA</b>					
<b>Na sua avaliação qual conceito atribui a cada item dos aspectos listados abaixo:</b>	<b>Ótimo</b>	<b>Bom</b>	<b>Regular</b>	<b>Ruim</b>	<b>Péssimo</b>
<b>Interatividade e <i>feedback</i></b>					
Como você avalia à possibilidade criada pelo aplicativo que permite ao usuário/estudante inserir dados e obter retorno.***					
Como você avalia a presença de atividades avaliativas interativas envolvendo a resolução de situações-problema propostas pelo App.					
Como você avalia as possibilidades oferecidas pelo App quanto ao desenvolvimento de atividades interativas em grupo ou individualmente.***					
Como você avalia a existência e utilização de ferramentas de interação como: botões, ícones, opções de digitação e construção de moléculas presentes no App.					
Qual é sua avaliação a respeito do nível de interação (participação do estudante) exigido pelo aplicativo.*					
Como você avalia a emissão de <i>feedback</i> durante a realização das atividades propostas pelo App.***					
<b>Recursos motivacionais</b>					
Como você avalia a presença de recursos motivacionais utilizados no App como forma de despertar a atenção do estudante.					
Como você avalia os recursos de som e efeitos sonoros explorados durante as atividades propostas pelo App.*					
Como você avalia o registro temporário das respostas do estudante ao desenvolver algumas atividades do App.					
Como você avalia a harmonia entre os elementos lúdicos e pedagógicos envolvidos na composição do App.**					
Como você avalia os mecanismos que permitem evitar ou reduzir os erros, ou seja, como avalia as dicas oferecidas pelo App na gestão de erros.*					
<b>Fundamentos e conteúdos pedagógicos</b>					
Qual é a sua avaliação sobre o Guia de apoio ao professor					

(Tutorial).***					
Qual é a sua avaliação quanto à presença de objetivos pedagógicos.					
Como avalia a contextualização do conteúdo.*					
Como avalia o grau de complexidade exigido na abordagem dos conteúdos.**					
Como avalia a possibilidade de uma abordagem interdisciplinar com a utilização do App.*					
<b>Atendimento as necessidades especiais</b>					
Quanto à presença de elementos que possibilitam o acesso e exploração do conteúdo por parte dos alunos visuais (deficientes auditivos).***					
<b>DIMENSÃO QUÍMICA</b>					
<b>Na sua avaliação qual conceito atribui a cada item dos aspectos listados abaixo:</b>	<b>Ótimo</b>	<b>Bom</b>	<b>Regular</b>	<b>Ruim</b>	<b>Péssimo</b>
<b>Representações e linguagem</b>					
Como você avalia a abordagem de Ciências/Química (linguagem, aspectos simbólicos e representacionais) presente no aplicativo.					
Como você avalia a possibilidade do aplicativo favorecer a construção e aplicação de conceitos básicos de Ciências e/ou Química.					
Como você avalia a presença de elementos interativos e lúdicos na abordagem de conteúdos explorados.					
Como você avalia a capacidade do aplicativo auxiliar o estudante na representação de estruturas moleculares diversas.					
Como você avalia os aspectos conceituais contidos no aplicativo.					
<b>Aspectos visuais</b>					
Como avalia a utilização de imagens, animações e simulações no ensino de Ciências e/ou Química utilizada no App.*					
Como avalia a integração de textos, imagens, animações e atividades interativas para o ensino dos conteúdos abordados.					
<b>Autonomia e aplicações</b>					
Como avalia a possibilidade de uso do Construtor Livre presente no aplicativo no ensino de Ciências e/ou Química.					
Como avalia a possibilidade de utilização desse aplicativo no ensino de Ciências e/ou Química.					
<b>Aspectos externos</b>					
Como avalia o aplicativo quanto às possibilidades de utilização fora do ambiente escolar (recurso complementar).					
Qual é sua avaliação quanto à disponibilidade de recursos e condições da escola no que diz respeito às possibilidades de utilizar esse App em					

situação de ensino.					
<b>Utilize este espaço para registrar suas críticas / sugestões</b>					

Fonte: Elaborado com base em critérios descritos pelos estudos de Campos; Martins e Nunes (2008)\*, Silva (2012)\*\* e Ribeiro (2015)\*\*\*.

**Apêndice C**  
**Parecer comitê de ética**



**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**

**DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** UM OBJETO DE APRENDIZAGEM DIGITAL COMO PROPOSTA AO ENSINO DE QUÍMICA NO ENSINO FUNDAMENTAL: O PONTO DE VISTA DOS PROFESSORES

**Pesquisador:** Fabio Calres de Oliveira

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 54947516.4.0000.5166

**Instituição Proponente:** Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 1.693.817

**Apresentação do Projeto:**

O presente projeto tem o propósito de construir um Objeto Educacional Digital(OAD) do tipo hipermidia, voltado ao ensino e aprendizagem, tendo como referência as pesquisas da literatura na área e as demandas da realidade escolar. Assim nos propomos a levantar os conteúdos tidos como problemáticos no processo de ensino e aprendizagem de Ciências, a partir de um questionário diagnóstico, levando em consideração a demanda de professores que atuam no Ensino Fundamental, em especial no nono ano de cinco municípios da rede estadual. A seleção dos conteúdos é importante, pois eles serão abordados no OAD. O passo seguinte consiste em investigar as potencialidades e limitações desse recurso a partir do olhar dos professores que atuam no ambiente escolar, mas especificamente no nono ano de Ciências Naturais.

**Objetivo da Pesquisa:**

**Objetivo Primário:**

Identificar as potencialidades e contribuições de um Objeto de Aprendizagem Digital a ser desenvolvido a partir de hipermidias, voltado ao ensino e aprendizagem de Química abordados no nono ano do Ensino Fundamental.

**Objetivo Secundário:**

Elaborar um OAD a partir da linguagem de programação Java script como uma alternativa ao

Endereço: Av. Tancredo Neves, 1005

Bairro: Cavalhada II

CEP: 78.200-000

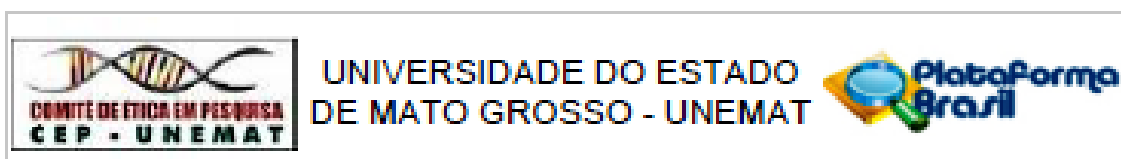
UF: MT

Município: CACERES

Telefone: (65)3221-0067

E-mail: cep@unemat.br





Continuação do Parecer: 1.690.617

ensino de ligações, equações e reações químicas em Ciências Naturais.

Identificar as potencialidades e contribuições para o ensino de Ciências/Química o OAD produzido a partir da visão dos professores.

Investigar a aplicabilidade e limitações do OAD como uma alternativa pedagógica ao processo de ensino e aprendizagem.

#### **Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

##### **Riscos:**

Considerando os preceitos da resolução 466/2012 quanto à presença de riscos destacamos a seguir possíveis riscos reais e/ou em potencial:

-Exposição e identificação pessoal de ideias e opiniões sobre o uso de tecnologias digitais em questionários e entrevistas perante o grupo social;

-Desconforto causado por algumas questões que investiguem suas concepções no que diz respeito ao uso de tecnologias digitais;

-Nervosismo/ansiedade em participar da pesquisa ao avaliar um Objeto de Aprendizagem Digital desenvolvido por um dos pesquisadores o qual terá contato.

Considerando os possíveis riscos citados buscaremos tomar medidas para que os mesmos sejam extintos ou minimizados visando preservar a integridade do participante. Dentre as medidas a serem adotadas destacam-se: O anonimato do participante, que não terá seu nome divulgado, nem a escola que atua, o relato de suas descrições e opiniões serão transcritas e mantidas sob a responsabilidade do pesquisador.

##### **Quanto às questões**

relacionadas aos questionários e entrevistas as mesmas devem respeitar o direito do participante respondê-las ou não, de acordo com o tempo que necessitar, sem qualquer constrangimento. As questões devem ser claras, objetivas e priorizar pontos voltados a prática pedagógica sem qualquer identificação ou juízo de valor que identifique o sujeito.

No que diz respeito à participação e avaliação do Objeto de Aprendizagem buscaremos deixar o professor(a) à vontade em um ambiente calmo, livre para avaliar e opinar segundo suas concepções e convicções a respeito do recurso construído, ressaltando-se nesse momento que sua participação visa aprimorar o recurso, corrigir suas falhas para uma possível utilização no espaço educacional. Ainda se resguarda ao participante a livre escolha

de a qualquer momento deixar de participar da pesquisa.

##### **Benefícios:**

Considerando os riscos expostos em potencial ou real descritos anteriormente ressaltamos que os benefícios são superiores aos eventuais riscos, visto que o olhar crítico do docente pode contribuir

Endereço: Av. Tancredo Neves, 1095

Bairro: Cavalhada II

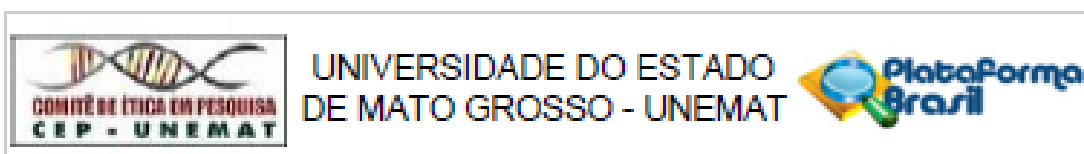
CEP: 78.200-000

UF: MT

Município: CACERES

Telefone: (65)3221-0067

E-mail: cep@unemat.br



Continuação do Parecer: 1.653.817

para o aprimoramento e construção de Objetos de Aprendizagem Digitais(OAD) úteis ao processo de ensino de Química e a educação pública em geral. Logo a construção e avaliação do OAD do tipo aplicativo (software) busca atender a demanda de professores, que atuam no ensino de Ciências de diferentes municípios do Estado, no que diz respeito à abordagem de tópicos de Química, muitas vezes descritos como de difícil abordagem tanto em questões de ensino quanto de aprendizagem por parte dos alunos. Assim os apontamentos e opiniões expostos pelos docentes podem proporcionar a construção de políticas públicas que atendam a demanda escolar e as especificidades de cada área de ensino.

Entre outras contribuições evidenciam-se: O desenvolvimento de um produto educacional brasileiro voltado à educação básica, gratuidade do recurso, disponibilidade para escolas públicas, desenvolvimento tecnológico da instituição participante (UNEMAT), além de promover o desenvolvimento de novas práticas pedagógicas mediadas por tecnologias digitais na educação pública de Mato Grosso.

#### **Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

A pesquisa apresenta:

- Respeito aos participantes da pesquisa em sua dignidade e autonomia, reconhecendo sua vulnerabilidade, assegurando sua vontade de contribuir e permanecer, ou não, na pesquisa, por intermédio de manifestação expressa, livre e esclarecida;
- Ponderação entre riscos e benefícios, tanto conhecidos como potenciais, individuais ou coletivos, comprometendo-se com o máximo de benefícios e o mínimo de danos e riscos;
- Garantia de que danos previsíveis serão evitados; e
- Relevância social da pesquisa, o que garante a igual consideração dos interesses envolvidos, não perdendo o sentido de sua destinação sócio-humanitária.

#### **Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Todos os termos foram apresentados de acordo com as exigências da resolução 466/2012 e a Norma Operacional 001/2013 do CNS-Conselho Nacional de Saúde.

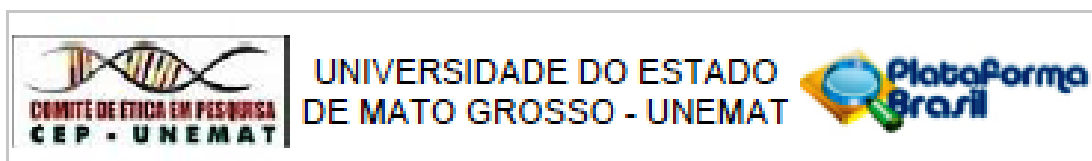
#### **Recomendações:**

Atenção ao cronograma.

#### **Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

O Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade do Estado de Mato Grosso CEP/UNEMAT após

Endereço: Av. Tancredo Neves, 1095  
 Bairro: Cavalhada II CEP: 78.200-000  
 UF: MT Município: CACERES  
 Telefone: (65)3221-0067 E-mail: cep@unemat.br



Continuação do Parecer: 1.080.017

análise do protocolo em comento, de acordo com a resolução 466/2012 e a Norma Operacional 001/2013 do CNS, é de parecer que não há restrição ética para o desenvolvimento da pesquisa.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BASICAS_DO_PROJETO_683734.pdf	19/05/2016 19:36:09		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_Termo_de_Consentimento_e_Livre_Esclarecido.pdf	19/05/2016 19:35:19	Fabio Calres de Oliveira	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_rosto.PDF	22/03/2016 15:20:33	Fabio Calres de Oliveira	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_MESTRADO.docx	22/03/2016 10:50:13	Fabio Calres de Oliveira	Aceito
Outros	Oficio.PDF	21/03/2016 23:42:40	Fabio Calres de Oliveira	Aceito
Outros	declaracao_de_responsabilidade_da_equipe.PDF	21/03/2016 23:41:52	Fabio Calres de Oliveira	Aceito
Outros	declaracao_coleta_de_dados.PDF	21/03/2016 23:29:03	Fabio Calres de Oliveira	Aceito
Outros	termo_de_compromisso_das_Instituicoes.PDF	21/03/2016 23:24:27	Fabio Calres de Oliveira	Aceito
Declaração de Pesquisadores	declaracao_de_responsabilidade_do_pesquisador_fabio.PDF	21/03/2016 23:16:51	Fabio Calres de Oliveira	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

CACERES, 24 de Agosto de 2016

Assinado por:  
**Luclana Melhorança Moreira**  
 (Coordenador)

Endereço: Av. Tancredo Neves, 1095

Bairro: Cavalhada II

CEP: 78.200-000

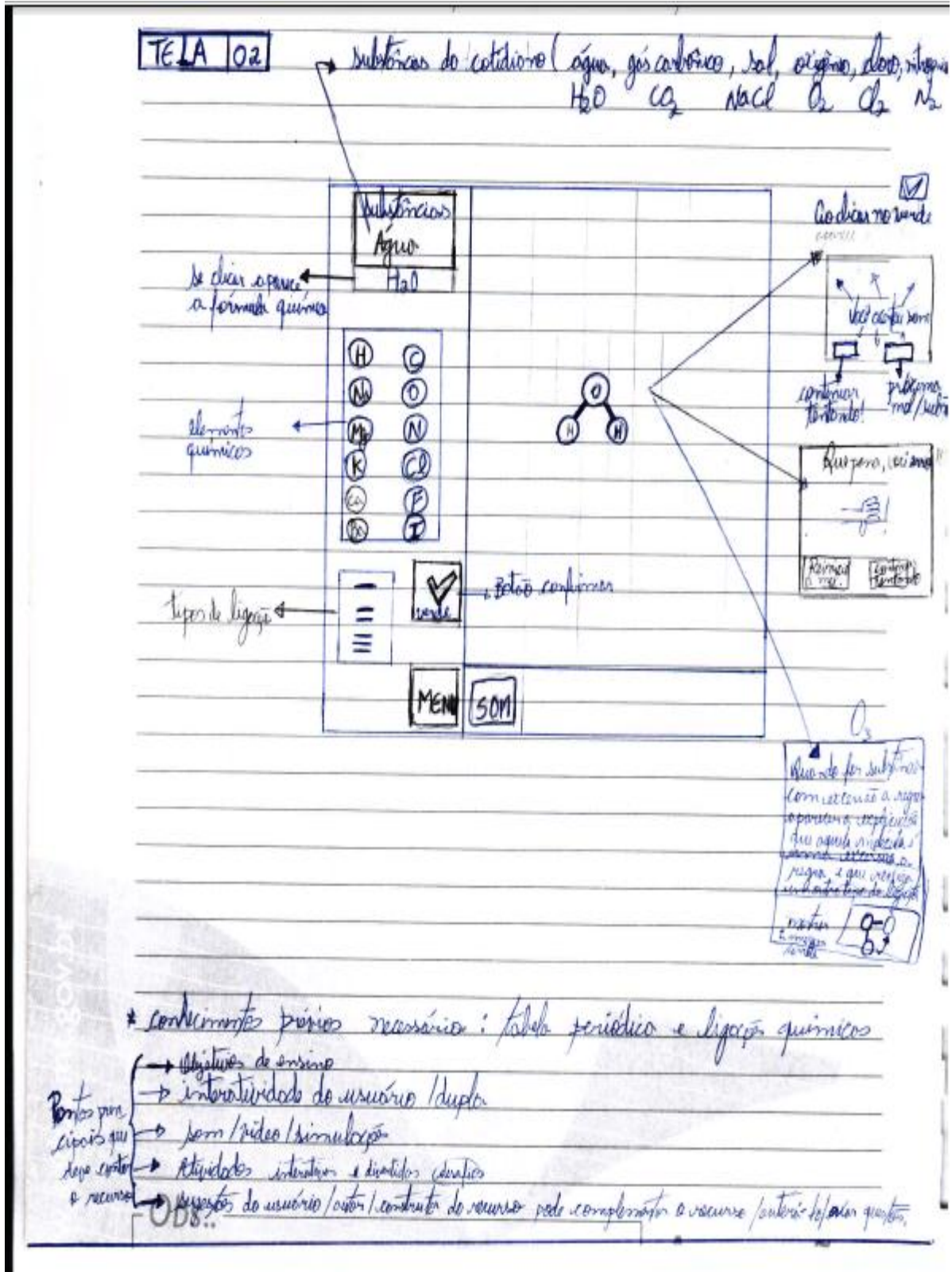
UF: MT Município: CACERES

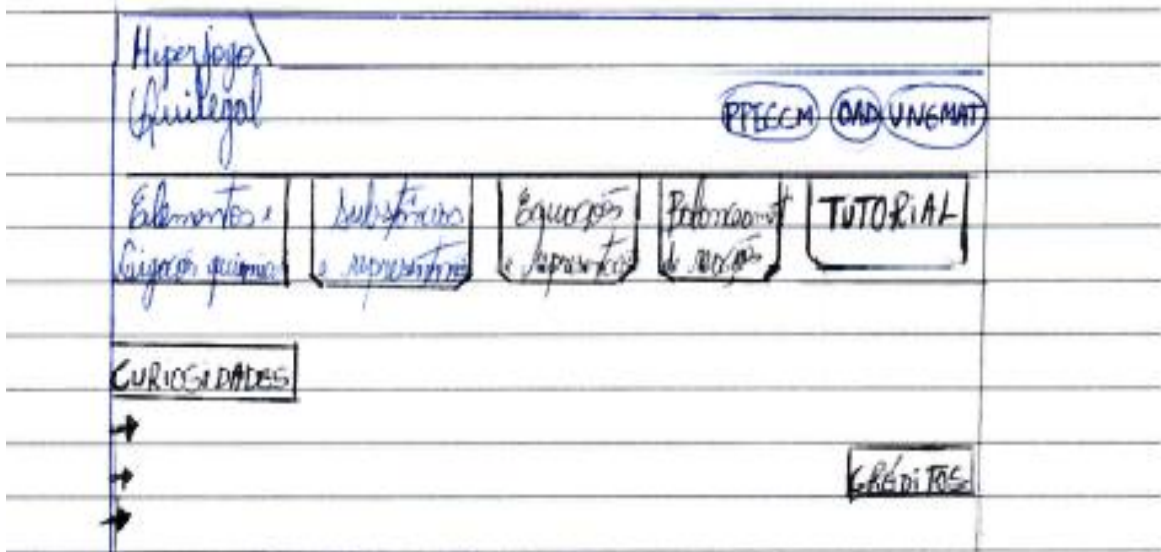
Telefone: (65)3221-0067

E-mail: cep@unemat.br

Apêndice D

Protótipos do QuilegAI





Questionamento:

1) Porque os átomos formam ligações? Ou seja de ligam?

2) Como se formam as ligações químicas?

→ Mesmo ligadas há repulsão e atração entre os elétrons e os núcleos.

→ Para poder se estabilizar: sem ganho de elétrons, e por compartilhamento de elétrons.



associação de conteúdos representados por imagens represent / símbolo

