



**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 EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA – PPGECM**



EMERSON DE OLIVEIRA FIGUEIREDO

**AVALIAÇÃO DO APLICATIVO QuiLegal POR ESTUDANTES DO
ENSINO SUPERIOR**

**Barra do Bugres - MT
2021**

EMERSON DE OLIVEIRA FIGUEIREDO

AVALIAÇÃO DO APLICATIVO QuiLegAI POR ESTUDANTES DO ENSINO SUPERIOR

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, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientador: Prof. Dr. José Wilson Pires Carvalho

**Barra do Bugres - MT
2021**

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

Figueiredo, Emerson de Oliveira

Avaliação do Aplicativo QuiLegAI por estudantes do ensino superior/ Emerson de Oliveira Figueiredo. – Barra do Bugres: [s.n], 2018. 57fl.

Orientador: Prof. Dr. José Wilson Pires Carvalho

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, 2019.

1.Ciências. 2.Aprendizagem. 3. Recursos de tecnologia digital. Aplicativos.

CDU –

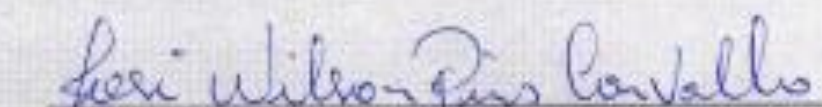
EMERSON DE OLIVEIRA FIGUEIREDO

**AVALIAÇÃO DO APLICATIVO QuiLegAI POR ESTUDANTES DO
ENSINO SUPERIOR.**

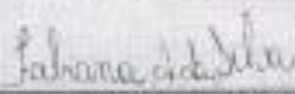
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ensino de Ciências e Matemática – PPGECM - da Universidade do Estado de Mato Grosso “CARLOS ALBERTO REYES MALDONADO”, Câmpus Univ. Dep. Est. “Renê Barbours” – Barra dô Bugres - MT, como requisito obrigatório para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Aprovado em: 18 de maio de 2021.


BANCA EXAMINADORA



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



Prof. Dr. Fabiana Aparecida da Silva (UNEMAT)
Examinadora Interna



Prof. Dr. Elaine Chaveiro Soares (UFMT)
Examinadora Externa

Ao meu grande Deus que é Deus!

O Deus que era e há de vir éaquele que venceu. Sim eu creio em ti, tu és o Deus de Milagres!

AGRADECIMENTOS

Difícil, muito difícil agradecer, visto que atualmente sou grato até ao solo que sustentou a passagem do ônibus que me fez passar muitas raivas, mas no fim fez com que eu chegasse até aqui. Mas vamos começar...

Agradeço ao meu bom Deus, onipotente, onipresente, onisciente e que criou todas as coisas! E por ti senhor que estou aqui, por seu olhar, consegui romper barreiras e desfrutar desta vitória. O meu eterno agradecimento a ti senhor e a minha mãezinha, Nossa Senhora das Graças que também vem sempre passando a frente e me protegendo. Sou teus!

A minha família que as vezes não demonstro o imenso amor que sinto, mas que grita no meu peito todos os dias em que viver nesta vida terrena e na outra também. Amo muita minha amada mãe Sebastiana Rodrigues de Oliveira Figueiredo que me carregou 9 meses, cuidou com muito carinho e amor, rezou por mim todos os dias e sempre me aguarda ansiosa para chegar em casa e tomar o seu cafezinho. Ao meu Pai Expedito Pereira de Figueiredo, homem batalhador, uma das minhas principais inspirações como Professor, apesar de não demonstrar muito, te amo muito meu pai! As minhas queridas irmãs Eliane, Caroline e Tatiane, cada uma com suas características, batalhadoras, dedicadas, supermães, extremamente altruístas, peço a Deus que continue derramando suas bênçãos sobre vocês e claro aos nossos anjinhos Sarah, Thalita e Kauã, meus sobrinhos abençoados e que me fizeram muito, mas muito mais feliz.

Dedico aos meus grandes estudantes que transformaram o modo de ver a docência e me fizeram apaixonar a cada dia mais pela minha profissão. Que me mostraram como é ser um professor dedicado, que me ensinaram a lutar todos os dias da minha vida por uma educação que transforma, motiva e realiza sonhos.

Gratidão ao meu orientador, que literalmente entende como é ser um verdadeiro professor, paciente, ponderado, organizado e algo que faz com que diga que foi uma das pessoas mais altruístas que já passaram pela minha vida, pois percebi que se preocupa com seus estudantes, que acabam se tornando amigos. Obrigado por além de orientar, me entender. Passei por situações em que quase não via mais alternativas de continuar a escrita, mas você professor, soube me entender e ter muita paciência e palavras sábias. Sua família maravilhosa é reflexo do ser humano que você e a professora Sumária são, aliás, professora Sumária, gratidão por todos os ensinamentos e pela paciência, você é incrível!!!

Eterna gratidão a todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática e a CAPES que são multiplicadores e semeadores de esperança no Ensino, sempre buscando o potencial de seus alunos. Vocês são FANTÁSTICOS! E

principalmente a esta banca que levarei suas correções/contribuições à risca, pois sei que tudo é para minha evolução e para melhorar a beleza de um trabalho que é nosso, pois vocês fizeram parte dele.

Agradeço do fundo do meu coração aos trabalhadores que realizam a limpeza da Universidade para que tenhamos um espaço agradável para construir e compartilhar conhecimentos, aos técnicos administrativos pela atenção prestada e desculpem os estresses! A UNEMAT - Campus Cáceres por permitir minhas trocas de aula para estar cursando as disciplinas do mestrado. A Faculdade do Pantanal pela permissão também de desenvolver minhas atividades do mestrado mesmo estando em sala de aula, além de incentivar meu trabalho com as metodologias ativas.

E por fim agradeço do fundo do meu coração dos participantes da minha pesquisa, estudantes fantásticos, que apresentaram fragilidades, mas não deixaram se abalar e continuaram firmes e participaram ATIVAMENTE na pesquisa que propiciou uma construção e compartilhamento de conhecimentos e formas de observar o mundo muito mais criativo e pensando no bem das futuras gerações.

Do fundo do meu coração, GRATIDÃO aos meus: Familiares, Amigos, Alunos, Colegas! CONTINUEMOS JUNTOS TRANSFORMANDO NOSSA SOCIEDADE PELA EDUCAÇÃO!

RESUMO

No atual contexto educacional as tecnologias digitais têm se mostrado aliadas nos processos de ensino e aprendizagem. Deste modo, o objetivo do presente estudo foi realizar a avaliação do objeto digital de aprendizagem QuiLegAl por estudantes do ensino superior, com foco nos aspectos técnicos e pedagógicos. O aplicativo para o ensino de ciências e química, oriundo de uma pesquisa de mestrado, visa contribuir na exploração e compreensão, especialmente, de conteúdos de ligações químicas, equações químicas e suas representações. A pesquisa de cunho qualitativo, foi realizada tendo como sujeitos estudantes do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT) – Campus Cáceres que realizaram a exploração do QuiLegAl para realizar apontamentos sobre seus aspectos técnicos e pedagógicos. Para a produção dos dados, foram utilizados como instrumentos, questionário e roda de conversa. Os dados foram categorizados e analisados, tendo como referência a análise de conteúdo de Bardin (2011). No processo de análise, foi possível associar as principais unidades de significado semelhantes (termos e palavras-chaves) possibilitando possíveis inferências pautadas na literatura, assim constituindo duas categorias de análise, a saber: 1) O aplicativo QuiLegAl como recurso didático construtor e mobilizador do conhecimento em Química; 2) O aplicativo QuiLegAl como fomentador do uso das tecnologias digitais no ensino de química. Nestas categorias, discute-se observações críticas e relevantes acerca do aplicativo, trazendo reflexões que apontam para o uso das tecnologias digitais no âmbito da aprendizagem química. Também, na busca e fomento de atividades autônomas e reflexivas, bem como interação nas atividades propostas trazendo-o como influenciador de atividades de cooperação e interação com tecnologias digitais no contexto educacional. Observou-se no estudo de avaliação do QuiLegAl, um objeto digital de aprendizagem capaz de mobilizar e motivar na busca e compreensão de conhecimentos químicos nos processos de ensino e aprendizagem, possibilitando em seu contexto de uso, como interatividade e ludicidade no processo de busca do conhecimento, demonstrando características constitutivas como: técnicas, pedagógicas e lúdicas com diferentes recursos textuais e visuais (imagens, vídeos, animações) envolvendo os conteúdos do app, o que pode auxiliar o processo do ensino de Ciências e Química, visto que a utilização destes recursos podem favorecer a participação e o engajamento dos estudantes nas atividades propostas. Observa-se também que algumas alterações que se observaram necessárias para a melhor qualidade do aplicativo foram ajustadas, o que futuramente resultará em um ODA capaz de contribuir no ensino de Ciências e Química em diversas modalidades e níveis de ensino.

Palavras-chave: Objeto digital de aprendizagem. Aplicativos. Ensino de Química. Avaliação.

ABSTRACT

In the context of contemporary teaching and learning it is necessary to insert the student as the protagonist of the educational process and the use of various pedagogical resources and teaching methodologies. In this sense, this research aimed to evaluate the digital learning object QuiLegAl in the perception of higher education students, through an active method. The evaluation of QuiLegAl was carried out with the approach of the contents of chemical links and chemical reactions in the classroom using the inverted classroom methodology. The production of the data was done through questionnaires, conversation wheel and observation. These data were categorized and analyzed by discursive textual analysis. In this process, similar units of meaning were gathered, generating and identifying three categories of analysis, namely: 1) The QuiLegAl application as a didactic resource builder and mobilizer of knowledge in chemistry; 2) The QuiLegAl application as a developer of the use of digital technologies in the teaching of chemistry; 3) The QuiLegAl application as a didactic resource promote teaching and learning through active methods. The categories emerged through the reports obtained in the research, where most students made critical and relevant observations about the application, bringing versions that link the use of digital technologies in the field of chemical learning, in the search and promotion of autonomous and reflective activities, as well as great interaction in the proposed activities bringing it as an influence of cooperative activities. In the study and evaluation of QuiLegAl, a digital learning object mobilizing the instigation of chemical knowledge in the teaching process was observed, and therefore the changes that were observed necessary for the best quality of this object will be carried out, but that in relation to the positive points are minimal, reinforcing the possibility of developing pedagogical and simulation activities with the application in question.

Keywords: Digital learning object. Applications. Active methodologies. Chemistry teaching. Avaliation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Triângulo de compreensão da Química.	Erro! Indicador não definido.
Figura 2 – Telas do OAD QuiLegAl.	28
Figura 3 – Aspecto lúdico representando por um tabuleiro de um jogo de xadrez no QuiLegAl.	29
Figura 4 – Estudantes explorando o aplicativo QuiLegAl.	41
Figura 5 – Atividade Lúdica de Classificação das Substâncias em Simples e Compostas.	49
Figura 6 – Demonstração da Atividade com o Construtor de moléculas.	56
Figura 7 – Telas da atividade envolvendo a reação de formação do gás ozônio (O ₃).	60
Figura 8 – Tela apresentando informações que auxiliam o estudante na resolução de um problema. envolvendo ligação química.	63

LISTA DE GRÁFICOS E QUADROS

Gráfico 1 – Avaliação das atividades interativas do aplicativo QuiLegAl.....	51
Gráfico 2 – Aspectos lúdicos e técnicos avaliados pelos estudantes.....	66
Quadro 1 – Lista de estudos incluídos na revisão da literatura.....	32

LISTA DE FLUXOGRAMAS

Fluxograma 1 – Síntese do levantamento dos estudos científicos utilizados.	32
Fluxograma 2 – Etapas da exploração realizada com os estudantes.....	38
Fluxograma 3 – Sequência de exploração proposta para os estudantes.....	40
Fluxograma 4 – Etapas da análise de dados.....	44
Fluxograma 5 – Organização e categorização dos dados.	46

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AO	Objetos de Aprendizagem
APP	Aplicativo
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
ODA	Objetos Digitais de Aprendizagem
UNEMAT	Universidade do Estado de Mato Grosso
PROINFO	Programa Nacional de Informática na Educação
PPGECM	Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e matemática
PUC-RJ	Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
LTSC	<i>Learning Technology Standards Committee</i>
PHET	<i>Physics Education Technology</i>
MEC	Ministério da Educação
TDIC	Tecnologia Digital da Informação e Comunicação
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1 TECNOLOGIAS DIGITAIS NO ENSINO DE QUÍMICA.....	16
2.2 OBJETOS DIGITAIS DE APRENDIZAGEM NO ENSINO DE CIÊNCIAS E QUÍMICA E A AVALIAÇÃO TÉCNICA E PEDAGÓGICA	22
2.3 UMA BREVE APRESENTAÇÃO DO QuiLegAl	28
2.4 UMA BREVE REVISÃO DE LITERATURA	31
3 METODOLOGIA DA PESQUISA.....	37
3.1 METODOLOGIA DA PESQUISA E INSTRUMENTOS DE PRODUÇÃO DOS DADOS.....	37
3.2 METODOLOGIA DE ENSINO.....	38
3.3 PRODUÇÃO E ANÁLISE DE DADOS.....	42
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
4.1 ANÁLISE DOS RESULTADOS	46
4.1.1 O aplicativo QuiLegAL como recurso didático, construtor e mobilizador de conhecimentos em química	47
4.1.2 o aplicativo QuiLegAL como fomentador do uso das tecnologias digitais no ensino de química	58
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	69
REFERÊNCIAS	71
APÊNDICE	78

1 INTRODUÇÃO

A busca por estratégias didático-pedagógicas que propiciem um ensino e aprendizagem da química ainda trazem desafios em instituições públicas de ensino da educação básica e superior. Desse modo, há uma crescente necessidade de reflexão e formação docente, um maior incentivo à profissão, em uma perspectiva teórico-metodológico em que os professores trabalhem para a formação de cidadãos preparados a participar da criticidade científica.

Com a evolução das tecnologias digitais da informação e comunicação (TDIC) e o crescente alcance da internet, que possibilita uma maior interação entre estudantes, professores e com o conhecimento, trazendo assim uma nova perspectiva para a sala de aula física, nos últimos anos, estas estratégias têm se desenvolvido pela intensificação de inovações tecnológicas (BORBA, 2009).

As tecnologias digitais têm promovido uma revolução em diversas profissões e atividades, e na investigação científica e no ensino não tem sido diferente. Segundo Antônio Júnior e Barros (2005), as TDIC potencializam as ações humanas e criam ambientes propícios à representação do mundo real, auxiliando assim, os processos de ensino e aprendizagem de forma dinâmica e prazerosa.

Nesse contexto tecnológico digital na educação, os objetos digitais de aprendizagem (ODA) têm sido apontados como recursos que podem contribuir nos processos de ensino e aprendizagem. Apresentam características, como: acessíveis pela internet, relativamente fáceis de aprender a usar e instalar em dispositivos móveis, concentram-se em conceitos específicos e, muitos são construídos apoiados em teorias de ensino e aprendizagem para torná-los mais acessíveis à exploração em situações de ensino, investigação, construção de soluções e manipulação de parâmetros (KAY; KNAACK, 2007; OLIVEIRA, MILANI JUNIOR; CARVALHO, 2020; PAIVA *et al.*, 2021).

A interatividade e a utilização de recursos multimídia são características essenciais desta linguagem utilizada nos ODA. A primeira permite ao usuário uma relação de reciprocidade com o conteúdo na interface dos dispositivos eletrônicos e a segunda a utilização de diferentes fontes de informação, de modo interligado. Portanto, o usuário é visto com autonomia, frente às telas e pode interagir com um conteúdo de formas plurais, pois, diferentemente do texto aqui apresentado, no qual o leitor segue a lógica do autor de forma linear, na linguagem desses objetos de aprendizagem há uma relação intrínseca entre os hipertextos e a hipermídia, por meio dos quais o usuário acessa diferentes linguagens, gêneros textuais, fontes e mídias, refletindo e sendo ativo em seu processo de aprendizagem, possibilitando assim maior interatividade

(BRAGA, 2014; SANTOS; TAROUCO, 2007).

Muito embora venha crescendo o número de ODA disponíveis para uso em situação de ensino, ainda são poucos os estudos que abordam a avaliação destes recursos didáticos, realizada por estudantes, principalmente na área de Química. É, portanto, de fundamental necessidade e fomento, processos avaliativos destes recursos por estudantes e docentes, pois nem sempre possuem características adequadas a fins pedagógicos (OLIVEIRA; MILANI JUNIOR; CARVALHO, 2020).

Nesse contexto dos ODA de auxiliar o processo do ensino de Ciências, utilizando diferentes recursos para favorecer a participação e o interesse dos estudantes, foi desenvolvido no ano de 2018 por uma equipe multidisciplinar, no Programa de Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade do Estado de Mato Grosso (PPGECM - UNEMAT), o aplicativo QuiLegAl, com o propósito de auxiliar o ensino e aprendizagem de Ciências naturais, em especial temas voltados à química, como: ligações químicas, equações químicas e suas representações. O aplicativo, produto educacional oriundo da pesquisa de mestrado de Oliveira (2017), passou por um processo de avaliação por professores de ciências da rede pública. Na avaliação dos professores do QuiLegAl foi observado que o referido material apresente potencialidades relacionadas à capacidade de integrar e explorar diferentes recursos de interação, sonoros, textuais e visuais. Verificou-se também que aspectos pedagógicos e motivacionais estão presentes no aplicativo, favorecendo o interesse e a curiosidade dos estudantes em compreender conceitos de ciências.

Por verificar essa possibilidade do QuiLegAl contribuir no ensino de ciências na visão de professores, a presente pesquisa trouxe como perguntas norteadoras: *“Quais são as potencialidades e limitações do aplicativo QuiLegAl no contexto do ensino de química na visão dos estudantes? Quais as características do QuiLegAl no ensino de química podem contribuir para o ensino de conceitos relacionados as ligações químicas e reações químicas de estudantes de nível superior?”*. Nesse contexto, o objetivo do presente estudo foi realizar a avaliação do objeto digital de aprendizagem QuiLegAl por estudantes do ensino superior, com foco nos aspectos técnicos e pedagógicos.

Na abordagem buscou-se proporcionar aos estudantes, atividades mediadas pelo QuiLegAl que permitissem a investigação e discussão dos conteúdos de ligações e reações químicas, propiciando assim uma situação de ensino colaborativo acerca dos conteúdos propostos no aplicativo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesse capítulo apresentamos o referencial teórico que embasa a presente pesquisa, assim como as contribuições da literatura em relação as temáticas envolvendo o ensino de Ciências e Química e aspectos relacionados ao desenvolvimento de recursos digitais.

2.1 TECNOLOGIAS DIGITAIS NO ENSINO DE QUÍMICA

A cada dia as tecnologias digitais vão se tornando rotineiras e intrínsecas no ambiente escolar, sendo necessário que o professor e a escola estejam aptos a utilizá-las de maneira sistematizada. Quando utiliza as tecnologias pela primeira vez, o docente pode ter receio, pois está experimentando novas situações que não está acostumado, diferentes das encontradas no ensino denominado tradicional e de seu cotidiano (CARNEIRO; PASSOS, 2009; MORAN, 2011).

No contexto do ensino com uso das tecnologias, a reflexão sobre o papel na formação de professores de Kenski (2012, p. 84) é de suma importância quando a autora ressalta: “necessitamos realizar reflexões mais aprofundadas sobre novas práticas docentes e identificar as fragilidades técnicas e operacionais de nossos ambientes de trabalho”. Nessa perspectiva, para além das fragilidades técnicas é fundamental que se tenha também uma preocupação quanto as questões formativas e operacionais relacionadas a uma prática docente, a qual se encontra muitas vezes estagnada no tempo e em condições de contexto de trabalho o que, por sua vez, impossibilita e/ou pouco motiva o professor a avançar em sua formação continuada.

Assim, entende-se que a aprendizagem permanente com o uso das TDIC está relacionada a inovação exercício da profissão docente e precisa ser estimulada pois pode multiplicar as possibilidades educativas com o uso das novas tecnologias com base em velhos hábitos não é algo desejável, considerando as exigências trazidas pelas transformações no contexto pedagógico.

Para Brito (2006), existe a necessidade que o professor reflita sobre suas práticas pedagógicas e efetivamente elabore e operacionalize metodologias de ensino com a utilização das tecnologias digitais nos processos de ensino e aprendizagem, buscando integrá-las à ação pedagógica na comunidade intraescolar e extraescolar e explicitá-las claramente nas propostas educativas da escola.

Nesse sentido, os recursos digitais de aprendizagem no contexto educacional podem contribuir no processo de motivação dos estudantes, pela novidade e pelas possibilidades de

pesquisas que oferecem. Promovendo, desse modo, uma melhor compreensão dos assuntos e conceitos, principalmente trabalhados na química, pois são capazes de proporcionar uma dinamização/interação das aulas, favorecendo assim a compreensão de conceitos (SOUZA *et al.*, 2004). Para Koch (2013)

[...] essas ferramentas tecnológicas além de facilitar o acesso aos novos conhecimentos, sevem também de base para novas adaptações aos sistemas variados de transmissão de conhecimento de maneira a melhorar, [...] transformar os fatores complicados em algo mais acessível e sedimentado, transformando a teoria em prática (KOCH, 2013, p. 31).

Reconhecendo esta importante contribuição das tecnologias digitais, faz-se necessário que ela se integre ao contexto das dimensões socioeconômica-tecnológicas, possibilitando ao estudante uma participação efetiva na sua realidade. Koch (2013, p. 32) destaca que as tecnologias digitais são a “[...]base para novas adaptações aos sistemas variados de transmissão de conhecimento de maneira a melhorar, transformar os fatores complicados em algo mais acessível e sedimentado, transformando a teoria em prática[...]”. Portanto, desenvolver nas instituições educacionais um conhecimento construído através do ensino de ciências com as TDIC, pode possibilitar ao estudante compreender a sua realidade e interpretar os fenômenos observados e vivenciados no cotidiano.

Nesse sentido, em território nacional, é necessário configurar uma nova perspectiva referente aos processos de ensino e aprendizagem, que inclua metodologias, em especial, as que utilizam as tecnologias digitais nesse processo, a fim de

[...] propiciar aulas de ciências mais dinâmicas e motivadoras, buscando fugir da monotonia das aulas expositivas tradicionais propiciando interações sociais necessárias à aprendizagem, fazendo do aluno formador de si, descobrindo estratégias compatíveis com suas necessidades, selecionando e separando o que é mais relevante, sendo orientado de forma eficaz pelo educador (PEREIRA, 2014, p. 9).

A química é uma ciência da natureza intimamente relacionada a nossa vida, se tornando imprescindível a aplicação de metodologias que estimulem a compreensão dos seus conceitos, visto que

[...] boa parte de seu conteúdo envolve conceitos abstratos, complexos e conhecimentos que se acumulam, tornando esta ciência difícil de ser aprendida, principalmente em função do grau de maturidade do aluno. Muitos estudantes têm demonstrado desmotivação para esta ciência e geralmente questionam a necessidade de estudar Química. Uma das causas do fracasso do ensino de Química está relacionada à metodologia de trabalho em sala de aula, que é inadequada para que o aluno atinja um desenvolvimento intelectual suficiente para proporcionar a aprendizagem de conteúdo desta disciplina (SOUZA *et al.*, 2004, p. 488).

Corroborando este trecho com a perspectiva de Caniato (1989, p. 488), quando observa que “o ensino de Química assume um nível de dificuldade muitas vezes insuperável para a maioria dos estudantes”, visto que, a abordagem está pautada infelizmente, na memorização de conceitos, no qual os estudantes não são projetados na dinâmica do “aprender a aprender”,

ademais, do prazer pela descoberta, mas sim em decorar o maior número de informações possíveis, apenas decodificando os conteúdos.

O Ministério da Educação (MEC) criou alguns projetos para desenvolver o uso das TDIC nas instituições públicas de ensino como: o Programa Nacional de Informática na Educação (Proinfo) e o programa Mídias na Educação com o objetivo de formar professores capacitados e com isso formar também multiplicadores de informações acerca dos recursos digitais e dos ODA.

O programa Proinfo buscou disponibilizar para as escolas a formação dos professores acerca das novas tecnologias, bem como realizar o processo de implantação do programa nas escolas. Objetivou também desenvolver novas habilidades em todo o âmbito escolar, novas formas de ensinar a leitura e a escrita, desenvolver dinâmicas de trabalho em equipe – tanto dos profissionais da escola, como dos estudantes, disponibilizar acesso às novas tecnologias para estudantes de classes sociais menos favorecidas e que não possuem acesso às ferramentas de informática. Analisando esta perspectiva de nascimento, atualmente percebe-se que faltou foco e dinamismo neste programa pois foram várias escolas no Brasil que receberam computadores, tablets, lousas virtuais, mas as formações de profissionais para com estas novas tecnologias foram escassas, desmotivando a grande maioria dos professores, bem como seus estudantes (ALBA *et al.*, 2006).

Mesmo com a implantação desses programas, ainda há diversos e profundos obstáculos a serem superados quando se discute as TDIC no ensino, alguns como: a necessidade de se estabelecer um diálogo com os professores em relação a suas ideias; angústias e medos o que se tornou um desafio diante do quantitativo de participantes dos programas citados; a falta de estrutura de algumas escolas e a necessidade da expansão da formação de professores que poderiam assim, atingir cada vez mais profissionais (CASTELLS, 2009).

Nos documentos mais atuais da educação, as tecnologias e recursos digitais são abordadas principalmente na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), documento este de caráter normativo e que define as aprendizagens essenciais que todos os estudantes necessitam desenvolver no decorrer da educação básica (ensinos fundamental e médio), assegurando seus direitos de aprendizagem. A BNCC discute em alguns de seus trechos a necessidade de uma alfabetização e letramento digital, garantindo uma inclusão digital dos estudantes e professores, principalmente em instituições públicas. O documento contempla o desenvolvimento de competências e habilidades que despertem o ato crítico e responsável das tecnologias digitais em todas as áreas do conhecimento (BRASIL, 2017).

Porém, diante desse contexto, a BNCC aborda o uso das TDIC desconectada da realidade escolar brasileira, pois o que temos na maior parte das escolas do Brasil é a insuficiência destas em possuir condições de oferecer recursos humanos e tecnológicos para tal ensino. Portanto, um currículo estabelecido não garante a sua efetiva implementação, tornando-se imprescindível a elaboração de outras políticas públicas que possam sanar os problemas atuais e assim melhorar a qualidade da educação no país (COSTA, 2020).

Ademais, é possível observar que a orientação político-pedagógica apresentado na BNCC em relação as TDIC está voltada para conhecimentos operacionais, a qual se trata “de propiciar uma rasa apropriação da tecnologia, o que também favorece a manutenção da sociedade como está” (COSTA, 2020, p.85). Outro fator observado é a gritante falta de formação dos educadores para o uso pedagógico de TDIC. Nessa perspectiva, as TDIC na BNCC são tratadas como a solução para os problemas na educação, porém como observado existem muitos desafios a serem enfrentados para que ocorra uma concreta efetivação da BNCC no Brasil (COSTA, 2020).

Na educação superior ainda há uma necessidade de construir um entendimento maior sobre as possibilidades que as TDIC podem trazer no ensino, na pesquisa e extensão. Kenski (2013), discute a problemática da predominância de práticas tradicionais nas salas de aula do ensino superior, o que dificulta o olhar sobre a cultura digital. A autora ressalta que as TDIC são utilizadas plenamente pelos professores e pesquisadores fora das salas de aula e em suas pesquisas, a grande maioria apenas faz seu uso em aulas, como apenas um suporte ou “algo a mais”, desconsiderando seu aspecto cultural já presente na vida dos estudantes que ali estão.

Acerca dessas discussões é evidente o caráter dinâmico que as TDIC proporcionam nos processos de ensino e aprendizagem. Por meio delas o professor pode usar de novas metodologias e estratégias de ensino e complementar a abordagem tradicional, que nem sempre atende as expectativas na abordagem e compreensão dos conteúdos. Como uma pesquisa realizada com professores de química aponta que diversificar a metodologia bem como os recursos utilizados em sala de aula, pode ser uma forma de aperfeiçoar/reformar o ensino de química, o que contribuiria para o envolvimento dos estudantes com a aula resultando assim numa melhor aprendizagem (QUADROS *et al.*, 2011).

Outro aspecto é continuar levando a informação para o estudante e, dessa forma, enfatizar o tradicional processo instrucionista, quanto para criar condições de construção de conhecimento. Tudo depende do método de ensino que será utilizado e na formação para o uso pedagógico das tecnologias digitais, o que pode requerer também muita disponibilidade em aprender e até mesmo criatividade para inovar, pois é comum que os professores utilizem as

tecnologias na sala de aula simplesmente para automatizar/informatizar algumas tarefas que poderiam fazer e faziam antes, de uma outra maneira, por exemplo, usar o projetor multimídia para exibir filmes, usar o slide para apresentar o conteúdo, usar a internet para fazer pesquisas, entre outras atividades. Dessa forma, os recursos de tecnologias digitais acabam sendo subutilizados, não sendo este o principal propósito de sua inserção no ensino (SANTOS; RADTKE, 2005).

Borba (2000) argumenta que a falta de metodologia para utilizar os recursos tecnológicos é um desafio comum entre os professores que buscavam vencer diversas dificuldades em detrimento das oportunidades que possibilitavam mudanças em suas práticas pedagógicas tradicionais. Mesmo que muitos professores tenham adquirido o computador para uso pessoal em suas casas, sua utilização para fins pedagógicos reduz-se em grande maioria das vezes em redigirem provas e na utilização de algum programa educativo, sendo pouco utilizado no planejamento de aulas para uso com estudante.

Desse modo, são nestas entrelinhas que a TDIC pode propiciar um ambiente simulado no ensino e aprendizagem no campo da química. Os professores podem concentrar a atenção dos estudantes nos objetivos de aprendizado quando os ambientes do mundo real são simplificados, as causalidades de inúmeros eventos são claramente explicadas, e algumas tarefas cognitivas desnecessárias são reduzidas por meio de uma simulação. Isso mostra que os avanços tecnológicos têm trazido cada vez mais tecnologias digitais instrucionais às aulas de Ciências (SMETANA; BELL, 2012).

Estudos têm demonstrado que os usos de softwares educacionais auxiliam os estudantes a desenvolver capacidades de representações tridimensionais das moléculas, por exemplo, provocando evidências favoráveis quanto à exploração de modelos tridimensionais no processo de aprendizagem em Química. A respeito desse assunto, Leite (2015, p. 176), compreende o software educacional como “aquele que pode ser usado para algum objetivo educacional qualquer que seja a natureza ou finalidade para a qual tenha sido criado”.

Existe na rede digital uma gama de softwares pagos e gratuitos disponíveis para se utilizar na educação. Em uma perspectiva no ensino de química, os programas mais comumente procurados são os editores moleculares, uma vez que os professores necessitam elaborar materiais, como avaliações, e precisam desenhar as moléculas para a suas questões. Com estes softwares é possível criar moléculas, obter a nomenclaturas de substâncias, obter visualizações em três dimensões e ver algumas propriedades dentre outros recursos (OLIVEIRA; MILANI JUNIOR; CARVALHO, 2020; OLIVEIRA, SOUTO, CARVALHO, 2016; QUADROS *et al.*, 2011).

Diante desse cenário, é fundamental promover discussões acerca das limitações e potencialidades das tecnologias digitais, para assim, criar mecanismos que torne a construção do conhecimento mais dinâmica, interativa e participativa, tornando estudantes e professores mais envolvidos no processo de construção do saber, de forma cada vez mais colaborativa e proativa (LEITE, 2015).

Entretanto, é imprescindível destacar que, no contexto educacional, a utilização de recursos digitais necessita ser orientada pelo docente, a julgar pelos recentes estudos que apontam “a eficácia de um software educativo depende do papel atribuído a este e da articulação pedagógica atribuída pelo docente” (LEITE, 2015, p. 177). Verifica-se, então, que a escolha precedida de uma avaliação, do software, é uma questão fundamental para que os objetivos do docente, dos estudantes e suas características, tal como ampliar as possibilidades do ensinar e do aprender, explorando a interatividade e a autonomia seja proporcionado ao estudante (EICHLER; DEL PINO, 2000; LEITE, 2015, p. 177). Embora essa não seja a realidade da maioria dos softwares educacionais, é uma questão fundamental, sendo necessário ser considerada.

2.2 OBJETOS DIGITAIS DE APRENDIZAGEM NO ENSINO DE CIÊNCIAS E QUÍMICA E A AVALIAÇÃO TÉCNICA E PEDAGÓGICA

Os objetos de aprendizagem para um meio, seja ele digital *on-line* ou não, são softwares fundamentados por paradigmas da ciência da computação, que podem ser compreendidos como entidades digitais distribuídas pela internet e que estão disponíveis em diversas plataformas para uso em diferentes contextos. Orrill (2002) foi um dos primeiros estudiosos a trazer uma definição para os ODA, descrevendo-os como qualquer recurso digital que possa ser usado para apoiar a aprendizagem.

Posteriormente, algumas outras definições foram sendo discutidas e implementadas nas ciências da computação e na área do ensino e aprendizagem com as TDIC. Segundo Aguiar e Flôres (2014), os ODA's são caracterizados como ferramentas de aprendizagem e instrução que no contexto de ensino, contribuem como conteúdo didático, desde que o docente utilize seus recursos com intencionalidade e selecione aqueles que melhor correspondem aos seus objetivos educacionais dentro de um determinado conteúdo e a uma faixa etária adequada.

No ensino de ciências e química, o ODA pode proporcionar aos estudantes, representações visuais, principalmente no estudo de átomos, moléculas e íons que podem trazer contribuições para compreensão de fenômenos abstratos explorados pela Química. Embora se reconheça as potencialidades de representações visuais no processo de ensino, estas devem ser discutidas e exploradas, visto que diversos fatores podem interferir na forma como os estudantes atribuem significado às imagens ou representações (FERREIRA; ARROIO, 2013; OLIVEIRA; CARVALHO; SOUTO, 2018; OLIVEIRA; CARVALHO; KAPITANGO, 2019; OLIVEIRA; MILANI JUNIOR, CARVALHO, 2020).

No ensino de Química, a adoção de dispositivos móveis, como *tablets* e de aplicativos, pode viabilizar oportunidades não possíveis em salas de aula convencionais e em laboratórios presenciais físicos, incluindo a possibilidade de superação de um dos desafios do ensino da Química, que é proporcionar ao estudante correlacionar um fenômeno em sua dimensão macroscópica com as dimensões submicroscópicas (atômica/molecular) e simbólica (GIORDAN; GÓIS, 2005; OLIVEIRA; MILANI JUNIOR; CARVALHO, 2020).

Em relação ao ponto de vista técnico, desde seu desenvolvimento até sua versão final disponibilizada, pesquisadores têm discutido como classificar, armazenar, recuperar, transmitir e reutilizar um ODA. Além disso, preocupações com padronizações, sugestões de formatação e recomendações a serem observadas no momento de seu desenvolvimento. Trazer para discussões e estudos estas questões podem contribuir para um uso bem-sucedido destes recursos

(BARBOSA; SCORTEGAGNA, 2014; OLIVEIRA; MILANI JUNIOR; CARVALHO, 2020; PAIVA *et al.*, 2021).

Nesse sentido, tem-se discutido a necessidade de um estudo prévio e minucioso para produzir um ODA, *designers*, cores, movimentos e efeitos, um novo tipo de instrução utilizando outras linguagens de computação (ANTÔNIO JUNIOR; BARROS, 2005; PAIVA *et al.*, 2021).

Nesse contexto, os ODA também podem proporcionar a aplicação do lúdico em qualquer uma de suas formas, o que pode estimular o estudante na busca do conhecimento e interação com o conteúdo estudado, no desenvolvimento do raciocínio, na aproximação entre os participantes. Atuando, assim, como instrumento motivador para a aprendizagem, à medida que propõe estimular ao interesse do estudante (ARAÚJO; BARROSO, 2011; CUNHA, 2012; OLIVEIRA; MILANI JUNIOR; CARVALHO, 2020; PAIVA *et al.*, 2021).

Abordando o recurso tecnológico lúdico em um ODA, faz com que se agregue fatores como: diversão, prazer, habilidades e conhecimentos. Considerando-se as possibilidades de utilização que esse recurso oferece, sua implementação na química no meio didático estabelece-se um recurso atrativo, possibilitando uma motivação no aprendizado dos estudantes, ao passo que disponibiliza múltiplas atividades, constituindo-se como um instrumento multifacetado que pode favorecer o aprender e/ou resolver problemas por meio da interação com a tecnologia digital e o usuário (OLIVEIRA; MILANI JUNIOR; CARVALHO, 2020; PAIVA *et al.*, 2021; SOUZA; MOITA; CARVALHO, 2011).

A esse respeito Giordan (2013) argumenta que as dificuldades que os estudantes possuem de estabelecer relações entre os referidos níveis, de forma que o uso de modelos, analogias, simulações e animações computacionais, como o lúdico em situações estruturadas de ensino, revela-se algo produtivo para os estudantes se apropriarem das formas do pensamento químico. Por meio dos ODA, eles podem conduzir os experimentos, representando-os em diferentes níveis de conhecimento e fazendo análises das suas inter-relações.

Nesse contexto, também a respeito de uma abordagem pedagógica e lúdica, Aguiar e Flores (2014, p. 12) afirmam que “para auxiliar os estudantes na compreensão de conceitos mais complexos é conveniente optar por uma animação ou simulação que permita a manipulação de parâmetros e a observação de relações de causa e efeito”.

Há uma constante e concernente preocupação quanto à qualidade dos ODA disponíveis na web, nos ambientes de aprendizagem virtuais e nos repositórios. No entanto, para que os ODA por meio das tecnologias digitais sejam alcançados é necessário que possuam características que possibilitem usar em situação de ensino. No que tange às características, um

ODA pode apresentar duas perspectivas: a pedagógica e a técnica (BRAGA, 2014; GALAFASSI; GLUZ; GALAFASSI, 2014). A dimensão pedagógica diz respeito à concepção de objetos, de modo que possam facilitar a prática pedagógica, e assim auxiliar docentes e estudantes no processo de construção do conhecimento. Em relação à dimensão técnica, associam-se questões tecnológicas à padronização de desenvolvimento, armazenamento, classificação e reutilização dos OA. Diversas funcionalidades são influenciadas a partir da definição desses padrões e/ou tecnologias empregadas na sua elaboração (BRAGA, 2014; GALAFASSI; GLUZ; GALAFASSI, 2014; PAIVA *et al.*, 2021).

Quanto ao processo de avaliação de um ODA por usuários/estudantes, é importante a utilização de metodologia conhecida que considere aspectos técnicos e pedagógicos, tendo em vista que a avaliação por estudantes ou um grupo selecionado de usuários, antes de publicá-los em repositórios, pode contribuir para a aprimoração do objeto (FAGUNDES, 2014; OLIVEIRA, 2017; SILVA; ELLIOT, 1997).

Existe uma grande diversidade de formatos de ODA, necessitando que o professor avalie para que possa identificar os que podem favorecer a aprendizagem. Mayer e Moreno (2002) afirmam que as animações, bem como outros conteúdos multimídia tem o potencial de promover a aprendizagem, porém tudo depende de quando e como é utilizada. Da mesma forma, é preciso analisar a qualidade dos diferentes recursos utilizados. Uma animação, por mais bem elaborada que seja do ponto de vista técnico, pode ter poucos efeitos no que se refere à aprendizagem. Uma bela imagem inserida num texto pode ser meramente ilustrativa, não acrescentando valor algum a ele (BRAGA, 2014).

Braga (2014) e Paiva et al. (2021) argumentam que os ODA por serem digitais podem ser considerados como produtos de software, como é o caso de animações, simuladores e programas educacionais. Com isso a produção de ODA, nessa perspectiva se discute também que um projeto de um ODA precisa ser construído sob a égide de alguma teoria de aprendizagem que possa lhe conferir objetivos pedagógicos, formas de aplicação e avaliação clara. Assim, de modo que seu desenvolvimento deve almejar um equilíbrio técnico e pedagógico, e ainda garantindo sua reutilização. Nesse sentido, pode-se dizer que os objetos digitais de aprendizagem, em relação às suas características, possuem suas construções em dois grandes aspectos: o pedagógico e técnico.

Alinhado aos argumentos de alguns autores, a dimensão pedagógica relaciona-se a um conjunto de elementos que podem ser encontrados nos ODA, os quais tendem a favorecer o trabalho de docentes e estudantes, e assim, auxiliar nos processos de ensino e aprendizagem, contribuindo na construção do conhecimento (DIAS, 2009; GALAFASSI; GLUZ;

GALAFASSI 2014).

Nesse contexto, Galafassi, Gluz e Galafassi (2014) propõem algumas características que dizem respeito ao aspecto pedagógico que um ODA deve apresentar, entre elas, estão:

- i. **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.
- ii. **Autonomia:** indica se os objetos de aprendizagem apoiam a iniciativa e tomada de decisão.
- iii. **Afetividade:** refere-se aos sentimentos e motivações do aluno com sua aprendizagem e durante a interação com o OA.
- iv. **Cooperação:** indica se há suporte para os alunos trocarem opiniões e trabalhar coletivamente sobre o conceito apresentado.
- v. **Cognição:** refere-se às sobrecargas cognitivas alocadas na memória do aluno durante o processo de ensino-aprendizagem (GALAFASSI; GLUZ; GALAFASSI, 2014, p. 43).

Essas características são importantes no processo de avaliação pedagógica, pois Grando, Konrath e Tarouco (2003) argumentam que, ao se projetar um ODA os fatores que devem sempre serem levados em consideração são os aspectos relativos e imbricados a teorias de aprendizagem, como combinar o conhecimento de outras áreas como ergonomia, engenharia de sistemas e ainda conciliar as potencialidades e limitações da tecnologia envolvida.

Seguindo essa linha norteadora de avaliação, é necessário que o ODA consiga ao decorrer de sua exploração, auxiliar o estudante numa navegação em um material elaborado para um dado domínio de conhecimento para se ter um cunho educacional. Portanto, o processo de navegação, por meio dos conteúdos, deve ser pensado para garantir uma mínima atenção dos estudantes para as atividades que ali deverão ser desenvolvidas e exploradas e que com isso não se percam em navegações aleatórias e sem objetivos pela internet. Fagundes (2014) propõe como possível solução, para essa problemática, a utilização de links externos em páginas separadas de onde o conteúdo está sendo apresentado.

Segundo Braga (2014), quanto à dimensão técnica, esta associa-se às questões tecnológicas que nas palavras de Oliveira (2017, p. 35) “relacionadas à padronização de desenvolvimento, armazenamento, classificação e reutilização dos OA”. A esse respeito Braga (2014) ainda destaca as características referentes ao aspecto técnico, que um objeto de aprendizagem (OA) pode apresentar, sendo estes:

- i. **Disponibilidade:** indica se o objeto está disponível para ser utilizado.
- ii. **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.).
- iii. **Confiabilidade:** indica que o OA não possui defeitos técnicos ou problemas no conteúdo pedagógico.
- iv. **Portabilidade:** indica se o OA pode ser transferido (ou instalado) para diferentes ambientes, como, por exemplo, diferentes tipos de AVAs ou sistemas operacionais.

v. Facilidade de instalação: indica se o OA pode ser facilmente instalado caso ele exija esse recurso.

vi. Interoperabilidade: medida de esforço necessário para que os dados dos OAs possam ser integrados a vários sistemas.

vii. Usabilidade: indica a facilidade de utilização dos OAs por alunos e professores.

viii. Manutenibilidade: é a medida de esforço necessária para alterações do OA.

ix. 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.

x. 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.

xi. Durabilidade: indica se o OA se mantém intacto quando o repositório em que ele está armazenado muda ou sofre problemas técnicos.

xii. 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).

Mesmo reconhecendo que todos esses aspectos dificilmente estarão presentes em todos os ODA, eles são imprescindíveis, em razão de ampliarem as possibilidades de diferentes temas e/ou conteúdos serem abordados em sala de aula, tendo em vista que a capacidade de reutilização é um ponto importante, “uma vez que o que distingue os ODA de outras mídias educacionais é justamente o reuso” (BRAGA, 2014, p. 46). Portanto, é possível que essas características contribuam nos processos de construção e avaliação dos ODA nos ambientes de ensino (BRAGA, 2014).

Nesse sentido, existem diversos métodos de avaliação de ODA e adaptações. Segundo Silva e Elliot (1997) a avaliação de um ODA, em um primeiro momento, deve ser realizada por especialistas na área, como professores, os quais avaliarão cuidadosamente a qualidade de conteúdo, aspectos pedagógicos e técnicos. Em um segundo momento, há necessidade de uma avaliação pelos usuários (estudantes), foco da presente pesquisa, que deve ocorrer em uma situação “real” de aprendizagem. Nessa abordagem, o objetivo é observar interações, percepções e receptividade frente ao contato do usuário com o ODA. Esses autores destacam que ambas as abordagens se complementam e enriquecem o processo avaliativo, afirmando que a aplicação de somente uma abordagem, como por exemplo, apenas especialistas, pode não ser suficiente para identificar limites e possibilidades do ODA no contexto de ensino.

Existem alguns outros métodos discutidos na literatura da área como o método de Instrumento para a Avaliação da Qualidade de Objetos de Aprendizagem desenvolvido pela Coordenação Central de Educação a Distância da PUC-RIO (CCEAD/PUC-RIO (2009) /PUC-Rio). Nesse método é avaliado no ODA fatores como ambiente educacional, aspectos motivacionais e respeito às individualidades, clareza dos conteúdos, correção dos conteúdos, adequação do vocabulário de acordo com o público-alvo, conteúdo contextualizado, interação,

produção de analogias quando necessário, entre outros aspectos que analisam a qualidade técnica, pedagógica e funcional (LIMA; ALONSO; MACIEL, 2013).

Para Leite (2015), avaliar ODA na área da química, deve levar em consideração alguns parâmetros fundamentais, para garantir uma boa navegação e com isso uma positiva prática pedagógica, como:

- Definição dos objetivos formativos, da natureza do(s) conceito(s) a ser(em) trabalhado(s) e do perfil do usuário.
- Construção de uma interface apropriada para o tipo de usuário. Uma interface agradável e de fácil utilização possibilitará uma maior interação usuário-multimídia, fundamental no processo de ensino e aprendizagem.
- Realização de testes de usabilidade durante todo o processo de elaboração. Isso garantirá a correção e melhoria das atividades contidas na hipermídia antes que ela seja finalizada (LEITE, 2015, p. 88).

Contanto, mesmo os ODA passando por um processo de avaliação, faz-se necessário refletir, sobre a questão referente ao tipo de aplicativo a ser escolhido pelo professor, pois deverá levar em consideração seus objetivos pedagógicos e o contexto no qual os estudantes se encontram.

2.3 UMA BREVE APRESENTAÇÃO DO QuiLegAI

O QuiLegAI foi construído por Oliveira (2017) em parceria com uma equipe multidisciplinar durante o desenvolvimento da pesquisa de dissertação de mestrado. Este aplicativo multiplataforma possui os seguintes componentes básicos: Interface de Apresentação, Menu Principal dividido em quatro tópicos: Elementos químicos e ligações químicas; Substâncias químicas e suas representações; Equações e reações. Além disso, na figura 2 são apresentadas telas do QuiLegAI, sendo a tela inicial (figura 2A), a tela que contém os tópicos abordados (figura 2B) e uma tela que mostra uma simulação de uma reação que está contida no tópico QuiLegAI 03 (figura 2C).

Figura 1 – Telas do OAD QuiLegAI.



Legenda: (A) Tela inicial, (B) os tópicos abordados e (C) atividade acompanhada por simulação do QuiLegAI

Fonte: Autor, 2021

O QuiLegAI oferece atividades interativas com elementos lúdicos em diversas telas como as mostradas na figura 3, onde pode-se observar o construtor de moléculas com cinco abas disponíveis (figura 3A) que permite a construção de diversas estruturas moleculares, respeitando o tempo de cada participante (OLIVEIRA, 2017). Além disso, as cores e tonalidades apresentadas pelos diferentes elementos químicos e o espaço de construção das moléculas em forma de tabuleiro nas cores preta e branca apresenta a ludicidade em um enfoque de jogo didático que lembra um jogo de xadrez (figura 3A).

Na figura 3B pode ser visualizada uma atividade interativa contextualizada no formato de uma receita de bolo, que aborda o conteúdo de reações químicas de uma forma interativa, contextualizada e com uma linguagem simples. Esta atividade busca trazer a química no contexto do cotidiano de muitos estudantes e os estudantes são convidados a interagir e de forma lúdica mobilizar seus conhecimentos.

Além disso, as demais telas QuiLegAl não mostradas apresentam padrão de organização e uso dos aspectos técnicos, pedagógicos e lúdicos similares, levando em consideração as particularidades dos diferentes assuntos abordados. Possui também um conjunto de telas com uma abordagem diferenciada integrando 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 conteúdos abordados (OLIVEIRA, 2017; OLIVEIRA; MILANI JUNIOR; CARVALHO, 2020).

Figura 2 – Aspecto lúdico representando por um tabuleiro de um jogo de xadrez no QuiLegAl.

The image displays two screenshots of the QuiLegAl application interface.
 Screenshot (A) shows a chessboard with chemical elements placed on it. The elements include He, Ne, Ar, B, Se, Kr, Rb, Sr, Tc, Ba, Xe, Cs, Bi, Pb, N, Cl, Al, H, C, and O. The chessboard is labeled 'Aba 01' through 'Aba 05'. Below the chessboard are buttons for 'Voltar', 'LIMPAR GRADE', 'TUTORIAL', and 'EXPLICAÇÃO'.
 Screenshot (B) shows two panels with questions and input fields. The first panel has a speech bubble asking: '- Numa receita de bolo os elementos farinha, ovos, trigo são chamados?' and a 'Resposta:' field with a cake illustration. The second panel has a speech bubble asking: '- Numa equação química esses elementos são representados antes da flecha e são chamados de?' and a 'Resposta:' field with a cartoon atom illustration. Below these panels are buttons for 'Voltar', 'Próximo', 'VERIFICAR', 'TUTORIAL', and 'EXPLICAÇÃO'.

Legenda: (A) Tabuleiro químico que demonstra as ligações químicas formadas pelos diferentes elementos químicos com a operação do usuário; (B) analogia proposta pelo aplicativo na produção de um bolo com a abordagem do assunto de reações químicas.

Fonte: Autor (2020)

É oportuno informar que foi possível construir um aplicativo que levasse em consideração os aspectos técnicos, pedagógicos e lúdicos, considerados cruciais para que um ODA colabore com o uso de diferentes metodologias e procedimentos técnicos e pedagógicos (OLIVEIRA, 2020; PAIVA *et al.*, 2021).

Tendo em vista que na pesquisa de desenvolvimento do QuiLegAI, Oliveira (2017) considerou a necessidade e a escassez de ODA voltados ao ensino que abordassem uma série de assuntos levantados junto a um grupo de docentes que atuam no ensino de Ciências e Química em escolas públicas do Estado de Mato Grosso. O referido grupo de docentes classificou os assuntos como difíceis, tanto do ponto de vista do ensino, quanto da aprendizagem dos estudantes. Nessa perspectiva, o pesquisador, em parceria com acadêmicos e um professor do Curso de Ciência da Computação, desenvolveu o QuiLegAI como uma opção para o ensino de Ciências Naturais, em especial os conteúdos apontados pelos docentes que foram: ligações químicas, equações químicas e suas representações.

Além disso, Oliveira (2017) realizou estudos de avaliação por um conjunto de professores de ciências, acerca do aplicativo QuiLegAI, seguindo métodos de construção de ODA propostos por Silva e Elliot (1997). Os resultados da pesquisa mostram que o aplicativo apresenta potencialidades relacionadas à capacidade de integrar e explorar diferentes recursos interativos, sonoros, textuais e visuais (imagens, vídeos e animações) envolvendo os conteúdos supracitados, o que pode auxiliar nos processos do ensino e aprendizagem de Ciências e Química. Entretanto, ainda não foram realizados estudos avaliativos do QuiLegAI com estudantes, sendo a continuidade do referido estudo o foco da presente pesquisa.

2.4 UMA BREVE REVISÃO DE LITERATURA

Esta seção tem por objetivo fazer a revisão das pesquisas que tratam sobre a temática do Ensino envolvendo tecnologias digitais e avaliação de objetos digitais de aprendizagem, sendo esta, tanto no ensino de química, quanto também de forma geral ao passo que são tratados outros aspectos sobre eles. Por conseguinte, à medida que vamos discorrendo sobre esses estudos, vamos delimitando a nossa pesquisa.

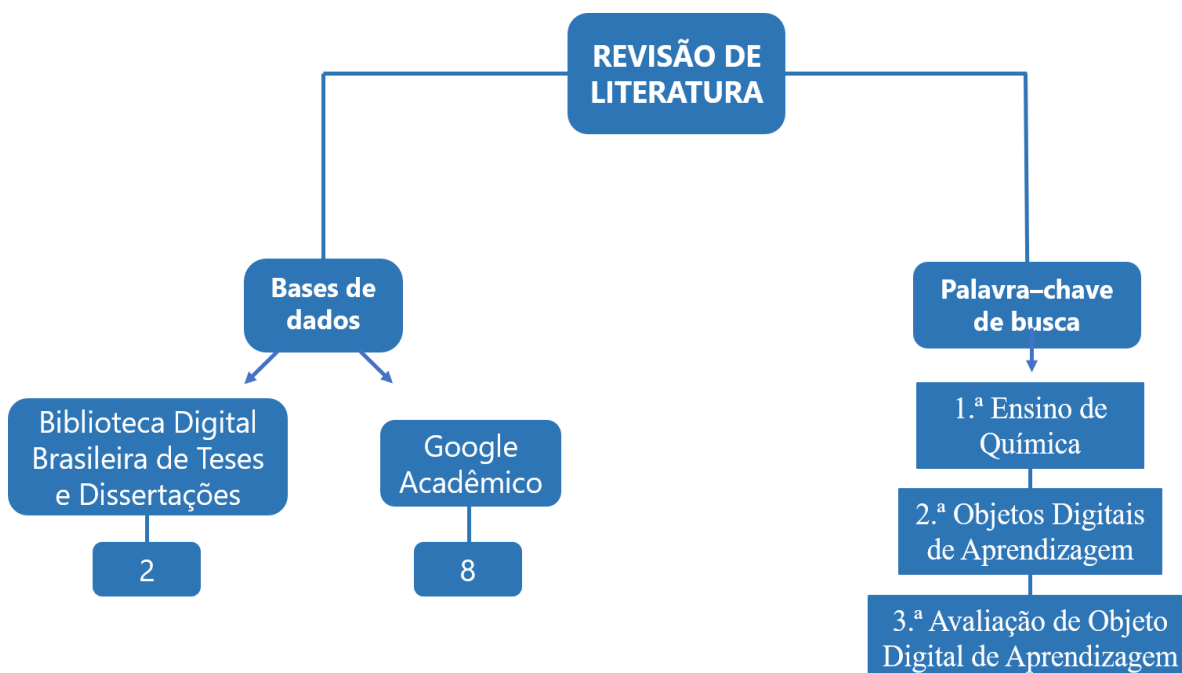
A revisão de literatura visa trazer o perfil das pesquisas nesta área e situar a pesquisa realizada no campo acadêmico, e Motta-Roth (2001, p. 70), destaca que

A revisão de literatura tem papel fundamental no trabalho acadêmico, pois é através dela que você situa seu trabalho dentro da grande área de pesquisa da qual faz parte, contextualizando-o. Situar seu trabalho é muito importante tanto para você quanto para o leitor do seu texto: para quem escreve, porque precisará definir os autores pertinentes para fundamentar seu trabalho, o que demandará uma leitura vasta, constante e repetida; e para quem lê, porque pode identificar a linha teórica em que o trabalho se insere com base nos autores selecionados para a revisão de literatura (MOTTA-ROTH, 2001, p. 70).

Isso traz para a pesquisa que está sendo realizada um apanhado geral sobre os principais trabalhos já realizados, revestidos de importância, por serem capazes de fornecerem dados atuais e relevantes. A soma do material coletado e analisado variará de acordo com a habilidade do investigador, de sua experiência e capacidade em descobrir indícios ou subsídios importantes para o seu trabalho (MARCONI; LAKATOS, 2003).

Partindo desse pressuposto, para os procedimentos da revisão, a busca dos materiais foi realizada nas seguintes plataformas científicas: *Google Acadêmico*, pois conta com um abrangente acervo de publicações científicas e *Base Digital Brasileira de Teses e Dissertações da Capes*, por se tratar de um repositório de pesquisas de programas de pós-graduação (mestrado e doutorado) brasileiros. Quanto ao recorte temporal, as pesquisas consideradas deveriam ter sido publicadas nos últimos 6 anos, no intervalo de 2014 a 2020.

Em relação ao levantamento bibliográfico, foram utilizados os mesmos descritores, como “Ensino de Química”; “Objetos Digital de Aprendizagem”, “Avaliação de Objeto Digital de Aprendizagem”. Empregando o uso de operadores booleanos “AND” e “NOT” com a temática “o ensino superior e avaliação”. Nesse sentido, buscou-se identificar tais descritores nos títulos, nas palavras-chave, nos resumos ou no corpo do texto dos trabalhos. A partir dos critérios de exclusão, os trabalhos desconsiderados foram aqueles que não apresentavam os descritores investigados, bem como os que não abordavam o uso das tecnologias digitais no ensino de química e avaliação de ODA, chegando a um total de 10 trabalhos analisados. O fluxograma 1 apresenta a quantidade a que se chegou.

Fluxograma 1 – Síntese do levantamento dos estudos científicos utilizados

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

As pesquisas apresentadas trabalharam com a temática de Ensino envolvendo tecnologias digitais e avaliação de ODA, e mesmo que não declaram, percebe-se nas leituras realizadas que os autores provocam o sentido de o estudante ser o protagonista e o agente do saber na dinâmica, exploraram e incentivaram o ensino colaborativo bem como a avaliação das tecnologias digitais envolvidas, no caso os ODA. Sendo assim, no quadro 1, apresentam-se os trabalhos que foram selecionados nesta pesquisa e sobre os quais discorre-se em seguida.

Quadro 1 – Lista de estudos incluídos na revisão da literatura.

N.º	Título	Autor	Ano
1	Avaliação de objetos de aprendizagem sobre o sistema digestório com base nos princípios da Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia	Almeida <i>et al.</i>	2014
2	Uso de Softwares Educacionais, Objetos de Aprendizagem e Simulações no Ensino de Química	Machado	2014
3	Casos investigativos de caráter sociocientífico na promoção da aprendizagem colaborativa com suporte computacional no ensino superior de Química	Cabral	2015
4	Integração entre internet e prática docente	Rolando <i>et al.</i>	2015
5	Proposta e Avaliação de uma sequência didática para aulas prático-laboratoriais no ensino superior em química	Theodoro	2016
6	Aplicativo Quilegal: uma opção para o ensino de ciências naturais	Oliveira	2017

7	Objetos de Aprendizagem nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental: limites e possibilidades no letramento de alunos de uma escola particular de Porto Alegre	Lázaro	2017
8	Uso das Tecnologias da Informação na Motivação dos Alunos para as Aulas de Química	Moraes e Webber	2017
9	Desenvolvimento profissional e cooperação internacional para professores de Química: avaliação da intenção de mudança pedagógica após formação continuada no Porto, Portugal	Paiva <i>et al.</i>	2017
10	Estabelecimento de critérios de qualidade para aplicativos educacionais no contexto dos dispositivos móveis (M-Learning)	Andrade, Araújo e Silveira	2017

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Theodoro (2016) realizou uma pesquisa de mestrado abordando a investigação e contribuição de uma sequência didática para aulas prático-laboratoriais na disciplina de química geral no ensino superior. A elaboração da sequência didática contou com métodos, que não são tradicionalmente empregados na disciplina em questão, como a utilização do software de simulação de titulação chamado *CurTiPot*, utilização de escalas visuais de indicadores ácido-base e na sequência buscou desenvolver uma abordagem investigativa com o intuito de desenvolver autonomia no aprendizado dos estudantes. Com essa pesquisa, conclui-se que os estudantes participantes intensificaram significativamente suas discussões acerca das curvas de titulação e equilíbrio químico, visto que estes tinham um raciocínio algorítmico sobre os conteúdos citados. Entende-se nesta pesquisa como o ODA *CurTiPot* mobilizou e provocou a interação nos estudantes, trazendo a relevância do papel do ODA com um potencial no ensino de um assunto considerado por muitos alunos e professores na química, que é a titulação ácido-base. Com isso as avaliações destes foram positivas ao aplicativo utilizado.

Moraes e Webber (2017) realizam um estudo sobre ODA para o ensino de química, no qual buscaram compreender o potencial desses recursos de tecnologia digital, ao que tange, a contribuir na motivação dos alunos e, também nos processos de ensino e aprendizagem. Dessa forma, o resultado evidenciou que grande parte dos estudantes preferem o uso de tecnologias digitais nas aulas.

A pesquisa que avaliou a utilização de um ODA no ensino de matemática por Vasconcelos, Lima e Magalhaes (2016) concluiu que o ODA analisado possuía um conteúdo adequado, sem a presença de erros conceituais e com uma organização lógica. Ademais, mesmo a pesquisa tendo sido realizada com o olhar de professores, os autores ressaltam que para uma avaliação completa seria necessário a opinião dos estudantes, sendo estes os sujeitos diretamente impactados por esse recurso.

Almeida *et al.* (2014) propuseram avaliar objetos digitais de aprendizagem relacionados

à temática "sistema digestório" a partir de princípios da Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia (TCAM). Na análise, selecionaram-se ODA de fácil acesso, livres de custos ao usuário final, apresentados em língua portuguesa e adequados a estudantes do Ensino Médio. Nessa pesquisa, corroborando com Almeida *et al.* (2014), os softwares utilizados no processo pedagógico foram buscados em repositórios na internet, sendo levados para uma avaliação e contribuição para futuros professores que almejam utilizá-los em suas aulas. Os autores constataram que a maioria dos modelos instrucionais não levaram em consideração os princípios dessa teoria na sua construção e produção. Os resultados obtidos nesse estudo indicam que, em relação ao conteúdo "sistema digestório", existe a necessidade de que o planejamento e a construção dos aplicativos sejam orientados por princípios que visem tornar o uso dos recursos multimídia mais eficientes, do ponto de vista cognitivo. Verifica-se que avaliação foi realizada no ensino básico e os ODA apresentaram divergências de objetivos e estratégias de ensino para o conteúdo curricular que era o sistema digestório, levando os pesquisadores a identificarem problemas na teoria de aprendizagem que os aplicativos seguem.

Cabral (2015), avaliou o ensino e a aprendizagem colaborativa por intermédio do modelo de Educação com uso das Tecnologias Digitais no Ensino, tanto para a realização das atividades quanto para o uso de aplicativos que favoreciam discussões e entendimento de processos químicos envolvidos na temática ambiental. A autora buscou apresentar, investigar e discutir a implementação de atividades didáticas baseadas nos princípios teórico-metodológicos aplicados em uma disciplina de comunicação científica oferecida a estudantes de graduação em Química. Os estudantes divididos em grupos e usando um ambiente virtual de aprendizagem tinham que solucionar 4 estudos de caso investigativos relacionados a poluição ambiental. Com os resultados dessa pesquisa demonstrou-se que houve participação ativa na maioria dos envolvidos, mostrando a resolução de problemas e o ambiente virtual de aprendizado como um subsídio na aprendizagem de estudantes no ensino superior.

A pesquisa realizada por Lázaro (2017) objetivou analisar a influência que os ODA têm nos processos que permeiam a leitura de estudantes do ensino fundamental. Diante disso, os resultados demonstraram que devido ao fácil acesso e disponibilidade de informações aos alunos, estes possuem um alto nível de letramento digital. O que, por sua vez, contribuiu para que os estudantes colaborassem com seus professores, sentindo-se envolvidos no processo educacional, pois inclusive sugeriram soluções que facilitassem o uso dos dispositivos. Outro ponto importante se refere aos professores, que dizem entender a necessidade de terem uma formação contínua, buscando a atualização destes no contexto de nativos digitais.

O trabalho de Rolando *et al.* (2015) pautou nas características que permeiam o uso da

internet por professores de Química do Ensino Médio do Estado do Rio de Janeiro. Esse estudo demonstrou que os professores, de modo geral, utilizam a internet no seu ambiente educacional, porém, mais estritamente na busca de informações sobre os conteúdos das disciplinas. Dessa forma, é nítido, segundo os respectivos autores Rolando *et al.* (2015), que ainda existe um distanciamento entre as políticas públicas, que visam o incentivo do uso de recursos didáticos no âmbito da internet, nos ambientes educacionais, haja visto, que falta a efetiva presença desses recursos nas salas de aula. Sendo assim, muitos são os docentes que ainda resistem à ideia de utilizar ferramentas da internet nas escolas, deixando de perceber o potencial desses aparatos no processo de ensino e aprendizagem.

Nesse sentido, outro trabalho que trata do uso de tecnologias digitais no ensino de química foi realizado por Paiva *et al.* (2017), pois esses autores objetivaram avaliar as intenções de professores de química em integrar as mídias digitais às suas aulas, toda essa análise ocorreu em uma perspectiva internacional de formação continuada. Houve sessões formativas com intuito de possibilitar a esses professores uma formação pautada na integração pedagógica entre a mídia digital e o ensino dessa Ciência. Os resultados indicaram uma positiva mudança de comportamento dos professores para com as mídias digitais, passando a adotar estes recursos. Ademais, em relação às intervenções aplicadas, em especial, a formação técnico-pedagógica, os pesquisadores perceberam que as intervenções focadas na formação técnico-pedagógica, foram descritas como adequadas ao desenvolvimento profissional docente. Já em relação ao uso desses recursos no ensino de química, nas escolas, os professores participantes relataram que problemas como a falta de infraestrutura e preparação dos docentes e dos alunos precisam ser superados. As contribuições desse estudo foram imprescindíveis, especialmente acerca da análise do panorama internacional relacionado à formação de professores (PAIVA *et al.*, 2017).

Em uma perspectiva de estudar e investigar as propostas de gamificação nas aulas de química, Leite (2017) relata em uma investigação realizada com setenta e nove estudantes da licenciatura em química de uma universidade federal, utilizando um estudo de caso em quatro etapas. Os resultados obtidos mostraram as percepções dos estudantes para *gamificar* as aulas de química, indicando uma eficaz aprendizagem e corroborando para uma aprendizagem ativa (centrada no estudante). O estudo propiciou também que os estudantes fizessem uma experiência reflexiva os possibilitou identificar possibilidades para suas futuras práticas docentes.

Com proximidade ao problema da presente pesquisa, o trabalho de Oliveira (2017) realizado pelo PPGECEM – UNEMAT contribui no quesito de avaliação de ODA na área de química, mesmo sendo a avaliação realizada por estudantes do Ensino Médio. A autora realizou uma experiência de ensino de química com o uso de objetos digitais de aprendizagem, sendo

eles: Balanceamento de Equações químicas, Reagentes, produtos em excessos e Chemical balance. Os resultados da pesquisa sugerem que os ODA promovem diversas possibilidades e limitações, como: (i) auxiliar e motivar a aprendizagem; (ii) permitir dinamismo, interação e ludicidade nas aulas, feedback e visualização dos conteúdos e; (iii) despertar o interesse dos estudantes. Em relação às limitações encontradas, os estudantes demonstraram que os ODA possuem conteúdos incompletos, poucos elementos de animações e aspectos visuais e não demonstram instruções suficientes para que os estudantes compreendam os resultados de algumas questões.

Na pesquisa de Machado (2014), o intuito foi buscar por meio de uma revisão bibliográfica de artigos editados nas principais revistas ligadas à educação, divulgação e ensino de química por meio de um levantamento de mais de 30 documentos relacionados com o tema. O autor buscou compreender como o emprego desses recursos (softwares) melhoram a aprendizagem química, considerando o emprego do computador como favorecedor de uma aprendizagem significativa dos conteúdos. A pesquisa mostrou inúmeros benefícios dos recursos tecnológicos no ensino de química, principalmente destacou o emprego de jogos educativos químicos como ferramenta de maior potencial didático para a aprendizagem em virtude da recursividade.

No que tange à avaliação de aspectos técnicos dos ODA, uma revisão de literatura realizada por Andrade, Araújo e Silveira (2017) chama a atenção, pois os autores demonstram os principais aspectos de qualidade para compor uma metodologia específica de avaliação da qualidade dos aplicativos educacionais, o que demonstra uma característica importante para esta pesquisa, que também avalia um aplicativo. Na pesquisa citada propõe-se uma categorização dos critérios de qualidade de um aplicativo. Assim, foram pesquisados e identificados na literatura termos como “aplicativos”, “aplicativos educacionais”, “programas educativos”, “apps educativos”, “softwares educativos”.

Por fim, os estudos aqui apresentados trazem à luz o cenário de pesquisas envolvendo os ODA. Nesse contexto, após analisar os diversos aspectos de avaliação presentes na literatura, os autores concluem que se faz necessário ter clareza nos objetivos que se deseja alcançar no âmbito avaliativo, a saber: (i) como explorar um objeto digital de aprendizagem e; (ii) qual o tratamento necessário a ser realizado aos vários conceitos relacionados. Desse modo, os trabalhos analisados possibilitaram compreender ainda mais a relevância do uso de ODA no processo de ensino aprendizagem dos alunos e como este recurso aliado a metodologias mais ativas, favorece o protagonismo dos estudantes e a aprendizagem desses em sala de aula. Contudo, de forma análoga, nosso trabalho também pretende buscar repostas para questões

semelhantes, a fim de contribuir com essa área do conhecimento.

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

Este capítulo tem como finalidade apresentar os procedimentos metodológicos adotados nesta pesquisa, bem como descrever o itinerário percorrido desde o planejamento da pesquisa, até o processo de produção, análise e discussão dos dados.

3.1 METODOLOGIA DA PESQUISA E INSTRUMENTOS DE PRODUÇÃO DOS DADOS

A pesquisa aqui apresentada está alicerçada na abordagem qualitativa sem desprezar possíveis dados quantitativos. Esse tipo de pesquisa possibilita uma melhor compreensão integrada do cenário pesquisado. Assim, o pesquisador foi a campo buscando resgatar e estudar o fenômeno a partir dos indivíduos nele envolvidos, considerando todos os pontos de vista relevantes (GODOY, 1995).

Minayo (2015) argumenta que a pesquisa qualitativa se atenta primordialmente com o grau de realidade que não consegue ser quantificado. Com isso, aborda o universo de aspirações, motivos, significados, atitudes, valores e crenças que apresentam um ambiente mais detalhado das relações, dos fenômenos e dos processos, proporcionando uma expectativa mais profunda ao tema estudado.

O estudo qualitativo para Knechtel (2014, p. 106), visa “interpretar as informações quantitativas por meio de símbolos numéricos e os dados qualitativos mediante a observação, a interação participativa e a interpretação do discurso dos sujeitos (semântica)”. Ainda segundo o autor, a pesquisa qualitativa possui sua essência pautada na descrição do objeto, ao invés de sua quantificação, estando mais preocupada na dimensão da intensidade o que, por sua vez, pode torná-la mais complexa, visto que esse tipo de pesquisa possibilita uma flexibilidade e diversidade referente ao objeto em questão.

A pesquisa realizada foi aprovada pelo comitê de ética em pesquisa da UNEMAT, contando com os termos de Consentimento Livre e Esclarecido devidamente assinados pelos graduandos participantes da pesquisa, sendo realizada na disciplina de Química Aplicada às Ciências Biológicas no curso de Bacharelado e Licenciatura em Ciências Biológicas da referida universidade do Campus de Cáceres.

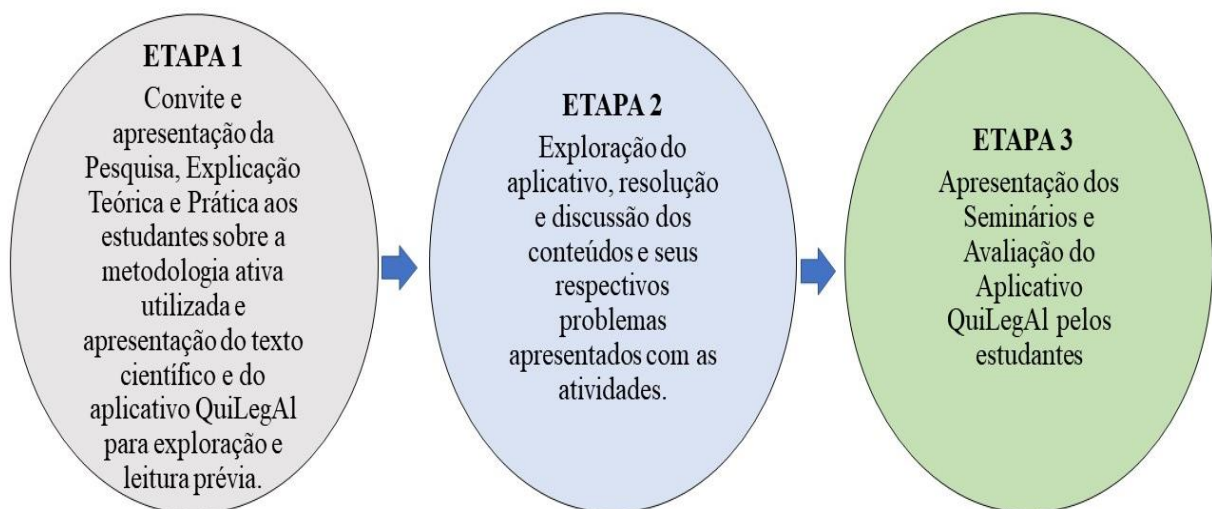
Na realização da pesquisa foi utilizado um questionário avaliativo do QuiLegAl, o qual foi disponibilizado e acessado pelos estudantes participantes da pesquisa via plataforma Google

Classroom. O questionário baseado em Silva e Elliot (1997) e Oliveira (2017) buscou investigar a percepção dos estudantes acerca da dimensão técnica, didático-pedagógica do QuiLegAl. Foram produzidas pelo pesquisador perguntas abertas e fechadas, tendo a participação de 40 estudantes. Neste questionário foram realizadas perguntas que abordaram a avaliação ao aplicativo focando nas características técnicas e pedagógicas. Em que os estudantes avaliaram o aplicativo enquanto sua posição de estudantes. Vale ainda ressaltar que o questionário passou por processo de validação, com quatro estudantes de outra instituição de ensino superior, visando verificar sua clareza, aceitabilidade e entendimento dos participantes.

3.2 METODOLOGIA DE ENSINO

Para permitir um olhar mais dinâmico e demonstrativo das atividades realizadas para a exploração do QuiLegAl, o percurso da metodologia de ensino está resumido no fluxograma 2, que se configura em 3 etapas, cada uma descrita a seguir. Todas as etapas (1 – 3) ocorreram na sala de aula do Departamento de Ciências Biológicas do Campus Cáceres (UNEMAT), os recursos tecnológicos necessários estavam disponíveis como projetor multimídia, Lousa de Vidro e internet. Nesse ambiente, a pesquisa aconteceu a partir de 5 encontros ocorridos durante três semanas, com aproximadamente 4 horas cada, visto que foi realizado no horário de aula da disciplina, totalizando uma carga horária de 20 horas.

Fluxograma 2 – Etapas da exploração realizada com os estudantes.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

O fluxograma 2 mostra as etapas desde a apresentação da pesquisa aos estudantes até a

apresentação dos seminários, que foi realizado posteriormente a exploração do aplicativo. Importante mencionar que a maioria dos estudantes possuía a cópia do texto disponibilizado na plataforma Google Sala de Aula, para realizar leituras e anotações pertinentes.

Na etapa 1, desenvolvida na primeira semana da pesquisa, foi apresentado e utilizado com os estudantes o ODA QuiLegAl pautado em uma perspectiva de ensino utilizando métodos ativos, pautando-se como estratégia de ensino à sala de aula invertida (*Flipped Classroom*). Essa metodologia ativa que para Valente (2014):

é uma modalidade de e-learning na qual o conteúdo e as instruções são estudados on-line antes de o aluno frequentar a sala de aula, que agora passa a ser o local para trabalhar os conteúdos já estudados, realizando atividades práticas como resolução de problemas e projetos, discussão em grupo, laboratórios, etc (VALENTE, 2014, p 85).

De acordo com esse autor, essa é uma metodologia que consiste na inversão das ações que acontecem dentro e fora da sala de aula. Desse modo, são consideradas inúmeras questões, tais como: as discussões, a assimilação e a compreensão dos conteúdos por meio, por exemplo, de atividades práticas, simulações, testes, dentre outros. Situações nas quais o estudante é o protagonista dos objetivos centrais das atividades, tendo o professor a função de mediador do saber. O conhecimento passa a ser acessado e desenvolvido dentro e fora da sala de aula, por meio de materiais que o professor disponibiliza com antecedência, a fim de possibilitar que os alunos tenham acesso, leiam e conheçam os assuntos e conteúdos sugeridos (VALENTE, 2014).

Como destacado, a metodologia da sala de aula invertida iniciou-se com o prévio compartilhamento, com uma semana de antecedência do encontro em sala de aula, o arquivo de instalação do QuiLegAl, bem como as instruções apresentadas pelo pesquisador para a instalação. Forem disponibilizados via Plataforma Google Sala de Aula, (do *Google For Education*), na sala virtual que já estava em uso na disciplina de Química Aplicada às Ciências Biológicas, assim como recomendado a leitura prévia do texto: “Ligações químicas: covalentes e iônicas”, material elaborado pelo professor Nicolas Adrián Rey e disponível no site da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RJ).

Para a escolha do texto científico foram realizadas buscas por artigos científicos que tratassem das ligações químicas numa abordagem teórica permitindo que os estudantes imergissem nas abstrações que estes conceitos oferecem e com isso buscassem despertar o interesse dos estudantes na resolução das atividades apresentadas pelo aplicativo. O critério também utilizado para a escolha foi, em especial, de um material que não fosse muito extenso e que contemplasse características mais teóricas acerca da temática trabalhada.

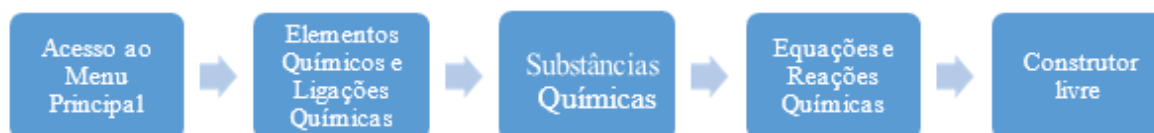
Antes de disponibilizar o material e orientar a leitura, realizou-se uma explanação sobre as metodologias ativas de ensino, demonstrando suas respectivas características, possibilidades,

pontos positivos e de agregação e importância em seus respectivos currículos. O intuito dessa leitura foi suscitar nos estudantes que realizassem um estudo prévio para a discussão das eventuais dúvidas em sala de aula com orientação do professor e utilizando o ODA para rever e discutir conceitos já presenciados no material, possibilitando maior interação com o aplicativo e engajamento com seus grupos de estudo.

Ainda nesta etapa, os estudantes foram divididos pelo docente, em grupos de 5 participantes, levando em consideração para essa divisão um fator básico, de alocar em um mesmo grupo, ao menos 3 integrantes e que pelo menos um integrante possuísse dispositivos móveis para a realização das atividades de exploração do QuiLegAI.

A etapa 2 foi desenvolvida no decorrer de 3 semanas. Na primeira semana os estudantes tiveram acesso ao aplicativo e iniciaram a exploração em sala de aula sob orientação. Para tanto, foi projetado o aplicativo em data show para que a exploração fosse feita em etapas conforme o tutorial do aplicativo indicava. Os estudantes já haviam recebido via pen-drive e na plataforma de ensino o ODA para que previamente já instalassem em seus dispositivos eletrônicos. Cada grupo tinha no mínimo 2 notebooks onde todos participavam da exploração do aplicativo e das respectivas atividades.

Fluxograma 3 – Sequência de exploração proposta para os estudantes.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Esta etapa também contou com um roteiro de perguntas, que se encontravam anexo relacionadas ao tema de ligações químicas, e que o QuiLegAI corroborava com a resolução. Neste momento, a ideia foi organizar a exploração do aplicativo fazendo uma associação de tecnologias: papel e caneta e tecnologias digitais (figura 4).

Figura 3 – Estudantes explorando o aplicativo QuiLegAl.



Fonte: Autor (2021)

Na semana seguinte, continuando com a exploração dos conteúdos no ODA, os estudantes responderam aos problemas relacionados às reações químicas. Foi um momento propício para atrelar o que estavam estudando no aplicativo com a prática profissional, visto que as reações condizem com fenômenos estudados por Biólogos como, por exemplo, a reação da fotossíntese.

Em relação ao conteúdo de Reações Químicas houve uma intensa investigação e utilização de tecnologias, como tratado anteriormente, visto que nesta etapa os estudantes realizaram balanceamento de reações químicas.

Com a conclusão da exploração do ODA durante as quatro aulas, foi solicitado aos estudantes que preparassem um seminário e apresentassem na semana seguinte as principais inferências acerca do conteúdo que haviam estudado (ligações químicas e reações químicas). Para isso, no término da aula foi explanado como seria a dinâmica dos seminários e demonstrado sua importância no ensino superior. Isso foi realizado no processo metodológico tanto para fins da presente pesquisa, mas também como contribuição com a formação dos estudantes.

Para orientá-los em suas apresentações e organizar a estratégia metodológica dos seminários, foi utilizado como base o conceito abordado por Severino (2017), o qual destaca que o real objetivo de um seminário é levar todos os participantes a uma reflexão aprofundada de determinado problema, a partir de textos e em equipe. O autor considera que esta é uma atividade didática específica de cursos universitários, principalmente pelo fato de que é necessário a compreensão da mensagem central da temática e de seu conteúdo. Foi utilizado

essa estratégia para que os alunos realizassem ainda mais a exploração do aplicativo e pudessem aprofundar seus conhecimentos que o aplicativo aborda e que era o proposto naquela etapa da disciplina, buscando possibilitar uma avaliação criteriosa e reflexiva do aplicativo.

A etapa 3 ocorreu na semana seguinte, ao final de todas as discussões, resolução dos problemas propostos pelo aplicativo no que tange ao conteúdo de ligações químicas e reações químicas, os grupos de estudantes se prepararam para seus seminários e houve intensa exploração do aplicativo o que corroborou muito com a proposta de pesquisa, pois quanto mais explorassem-no, maior poderia ser a criticidade no momento da avaliação do ODA. As apresentações ocorreram por ordem de sorteio e todos os grupos se apresentaram nas quatro aulas daquela semana.

3.3 PRODUÇÃO E ANÁLISE DE DADOS

Posterior à realização das atividades de ensino, se iniciou a etapa de produção dos dados. Os estudantes foram convidados a responder um questionário com perguntas abertas e fechadas intitulado Avaliação do Aplicativo QuiLegAI, que foi disponibilizado via plataforma do *Google Classroom*. O questionário foi escolhido como um dos elementos constituintes da produção dos dados por ser compreendido como “um instrumento desenvolvido cientificamente, composto de um conjunto de perguntas ordenadas de acordo com um critério predeterminado, que deve ser respondido sem a presença do entrevistador” (MARCONI; LAKATOS, 2003, p. 100). Desse modo, este instrumento tem como finalidade elucidar “o conhecimento de opiniões, crenças, sentimentos, interesses, expectativas, situações vivenciadas etc” (GIL, 1999, p. 128). Este instrumento visou avaliar o aplicativo focando em suas características técnicas e pedagógicas.

Antes de chegar ao questionário definitivo, este foi testado, seguindo as instruções propostas por Marconi e Lakatos (2003) da fase de pré-teste, com isso foi aplicado para 3 professores de química e 3 estudantes que se disponibilizaram a responder a versão inicial do questionário. Eles foram consultados posteriormente se houve alguma pergunta ou embaraço no momento das respostas. Com isso, houve a possibilidade de realizar algumas alterações para melhoria e uma maior validação deste instrumento.

No questionário avaliativo do aplicativo utilizou-se uma abordagem baseado em pesquisas realizadas por Silva e Elliot (1997), Fagundes (2014) e Oliveira (2017), os quais propõem como foco principal de suas pesquisas a avaliação dos próprios *usuários*, neste caso, os estudantes, sendo de imprescindível importância, ocorrer em uma situação “real” de

aprendizagem, como proposto nesta pesquisa. Nessa abordagem recomenda-se que sejam verificadas interações, percepções e receptividade frente ao contato do usuário com o objeto em avaliação. Esses autores destacam que ambas as abordagens se complementam e podem enriquecer o processo avaliativo.

Em seguida, com intuito de aprofundar no estudo das respostas advindas do questionário, os estudantes foram indagados por meio do segundo instrumento de produção de dados desta pesquisa, a roda de conversa. Visto que é fundamental quando se precisa/deseja mapear práticas, crenças, valores e sistemas classificatórios de universos sociais específicos, delimitados, em que os conflitos e contradições não estejam claramente explicitados, o que era necessário nesta pesquisa. Portanto, roda de conversa é

[...] uma forma de produzir dados em que o pesquisador se insere como sujeito da pesquisa pela participação na conversa e, ao mesmo tempo, produz dados para discussão. É, na verdade, um instrumento que permite a partilha de experiências e o desenvolvimento de reflexões sobre as práticas educativas dos sujeitos, em um processo mediado pela interação com os pares, através de diálogos internos e no silêncio observador e reflexivo (MOURA; LIMA, 2014, p. 99).

Nesse contexto, ainda segundo Moura e Lima (2014), os quais corroboram com Duarte (2004), a roda de conversa é um espaço de formação e de troca de experiências. Para os autores, trata-se de uma estratégia que permite reviver o prazer da troca e que produz importantes dados com conteúdo e significado para a pesquisa na área de ensino.

A roda de conversa possui um caráter científico, pautada em conhecer o objeto de estudo em questão, visto que este tipo de pesquisa “[...] é um meio para explorar e para entender o significado que os indivíduos ou os grupos atribuem a um problema social ou humano” (CRESWELL, 2010, p. 26).

O procedimento da roda de conversa possibilita coletar indícios dos modos como cada um dos sujeitos percebe e significa sua realidade, levantando informações consistentes que permita descrever e compreender quais foram as conclusões destes acerca das atividades realizadas (DUARTE, 2004, p. 215).

Para realização da roda de conversa nesta pesquisa, os estudantes se organizaram em círculo na sala de aula, a pedido do pesquisador, e logo depois com o auxílio de um dispositivo de gravação de áudio, estando este localizado no centro da sala, toda a conversa foi registrada em áudio e posteriormente ouvida e transcrita na íntegra. Nesta fase, participaram 36 alunos, e mais uma vez foi informado que a participação era voluntária. Algumas questões norteadoras de discussões (Apêndice A) foram elaboradas pelo pesquisador a partir das respostas já observadas no questionário, com o objetivo de organizar as discussões.

É importante ressaltar que na pesquisa não é utilizado nomes ou codinomes para

identificar os participantes; utilizou-se, portanto, a letra “E” (Estudante) seguida de um número: E1, E2 etc., essa foi a forma adotada para que fosse preservada a identidade dos estudantes, como descrito no termo de esclarecimento assinado pelos participantes. Em relação às transcrições da roda de conversa, foi realizada de forma estritamente fiel aos discursos dos participantes, exatamente como foram colocadas, mantendo suas particularidades, até mesmo os erros de concordância e vícios de linguagem, nestes casos, com a expressão (*sic*).

Com os dados das perguntas abertas e da roda de conversa, partiu-se para a análise utilizando análise de conteúdo proposta por Bardin (2011). Assim, conforme a autora,

A análise de conteúdo é um conjunto de técnicas de análise das comunicações. Não se trata de um instrumento, mas de um leque de apetrechos; ou com maior rigor, será um único instrumento, mas marcado por uma grande disparidade de formas e adaptável a um campo de aplicação muito vasto: as comunicações. (BARDIN, 2011, p. 37).

Nessa perspectiva, a análise de conteúdo é um método que avalia os dados da comunicação, buscando sistematizar, descrever e compreender em profundidade os conteúdos presentes nos discursos, para assim ultrapassar as incertezas e enriquecer a leitura dos dados coletados (BARDIN, 2011).

Seguindo estas etapas, o fluxograma 4, referente às etapas de análise de dados realizada, apoiou-se na análise de conteúdo de Bardin (2011).

Fluxograma 4 – Etapas da análise de dados.



Fonte: Adaptado de Bardin (2011)

Acima são ilustradas as etapas da análise de conteúdo, realizadas com os grupos de dados analisados de forma separada contemplando as três etapas de análise: pré-análise; exploração do material e tratamento dos resultados e; inferência e interpretação (BARDIN, 2011).

Sendo assim, na primeira etapa (pré-análise), realizou-se a leitura flutuante dos dados, os quais foram obtidos a partir do questionário e da roda de conversa. Essa primeira leitura teve a finalidade de estabelecer um contato inicial com os documentos de coleta de dados e buscar num primeiro momento conhecer o seu conteúdo. O que, por sua vez, foi muito importante, pois para selecionar as partes do texto que indicavam maiores possibilidades de interpretação e análise posterior.

Já na etapa de exploração do material foram definidas as categorias. O que ocorreu a partir da escolha e organização das unidades de registro (sistemas de codificação) e da identificação das unidades de contexto (importantes para compreender as unidades de registro). Todo esse estudo aprofundado permitiu que as categorias se tornassem mais claras e atendessem ao objetivo de estudo. Posteriormente, foi realizada a categorização dos dados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

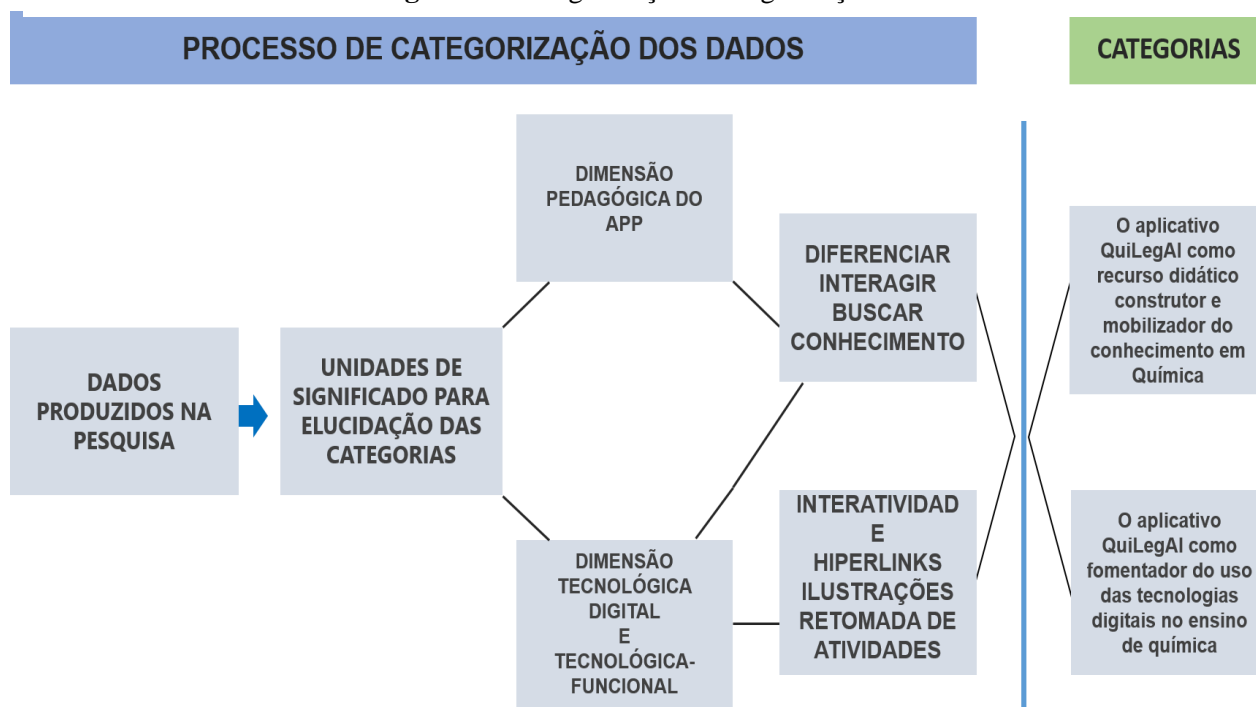
Neste capítulo faz-se a apresentação e discussão dos principais resultados da avaliação do QuiLegAl pelos estudantes participantes da pesquisa, buscando identificar suas potencialidades e conduzi-lo, caso necessite, a possíveis aperfeiçoamentos com o intuito de torná-lo uma alternativa enriquecedora nas estratégias de ensino, propiciando simulações que corroborem com os processos de ensino e aprendizagem de conceitos químicos.

4.1 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Para tanto, foi utilizada a análise de conteúdo de Bardin (2011), por meio da qual identificaram-se palavras e frases que destacavam padrões de comportamento, formas de os sujeitos pensarem e acontecimentos, expressando assim o sentido da análise. Portanto, com base nos dados do questionário aplicado aos estudantes, resumo, e das reflexões e discussões advindas da roda de conversa, houve a articulação de significados semelhantes para a categorização de dados (MORAES, 2003), favorecendo a análise e avaliação do QuiLegAl, sendo este o principal propósito da pesquisa.

No intuito de apresentar o processo de categorização dos dados nesta pesquisa, foi criado o fluxograma 5, representando essa etapa da análise.

Fluxograma 5 – Organização e categorização dos dados.



Fonte: Elaborado pelo autor Autor (2021)

Observa-se, no fluxograma 5, que num primeiro momento foram selecionadas e organizadas as unidades de registro demonstrando duas dimensões do aplicativo, a pedagógica e a tecnológica digital e tecnológica funcional. A partir destas duas dimensões, as palavras-chave que se repetiram com maior frequência dos resultados (perguntas abertas do questionário e roda de conversa), possibilitaram a construção de duas categorias principais de sentido, a saber: “O QuiLegAl como aplicativo didático construtor e mobilizador de conhecimentos em Química” e “O QuiLegAl como aplicativo fomentador do uso das tecnologias digitais no ensino de Química”.

A terceira fase corresponde ao tratamento dos resultados, inferência e interpretação. Nessa etapa são condensadas e destacadas as informações para análise, na qual as categorias supracitadas são detalhadas e analisadas de forma reflexiva e crítica, amparando-se ao referencial teórico conforme a literatura explanada.

4.1.1 O aplicativo QuiLegAL como recurso didático, construtor e mobilizador de conhecimentos em química

De início, cabe ressaltar que durante a pesquisa de avaliação do QuiLegAl o método de ensino “sala de aula invertida” propiciou um ambiente investigador e problematizador do uso do aplicativo, no qual percebeu-se o favorecimento da autonomia dos participantes, que já tinham as tecnologias digitais como parte do cotidiano. Esse ambiente, muito provavelmente, instigou uma melhor exploração e posteriormente uma avaliação do aplicativo, considerando os argumentos de Freire (1996), o qual afirma que é a superação de desafios, a resolução de problemas e a construção do conhecimento novo, a partir de conhecimentos e experiências prévias dos indivíduos que impulsiona a aprendizagem.

Nesse sentido, pode-se observar nos apontamentos dos participantes da pesquisa, ao explorarem o QuiLegAl, uma mobilização, entendida neste contexto como um “movimento” na busca da compreensão de diversos conceitos aplicados às temáticas que estavam sendo trabalhadas. Tais apontamentos dos estudantes, que podem ser observados nos relatos mostrados a seguir, foram expressos durante a avaliação na roda de conversa e no questionário, versando principalmente sobre a interatividade proporcionada pelo QuiLegAl:

E6: “[...] as animações propostas pelo App, juntamente com os textos e desafios do mesmo, percebi que promovem a motivação e interação dos meus colegas de turma quanto a aprender os conteúdos ofertados”. (Roda de Conversa)

E10: “[...] “o dinamismo presente através das animações e exercícios faz com que o aluno busque compreender o que acontece e, conseqüentemente instigar seus colegas de sala, fazendo assim a discussão dos conceitos químicos”. (Roda de Conversa)

E25: *O app tem ótimos mecanismos para chamar a atenção do estudante e fazê-lo se questionar sobre o porquê de funcionar daquela forma na qual lhe foi apresentado, utilizando dos vídeos e jogos nos quais não trazem respostas prontas, servem mais como complemento de algum conhecimento prévio sobre o assunto, com os jogos onde pode ser jogado em dupla ou individualmente os desafia a colocar em prática o que já se sabe.* (Questionário)

Os relatos do E6, E10 e E25 convergem ao considerarem que o QuiLegAl possui mecanismos para chamar a atenção e motivar o estudante durante os processos de ensino e aprendizagem de conceitos químicos. As palavras de E6, ao relatar que *“as animações propostas pelo App, juntamente com os textos e desafios do mesmo, percebi que promovem a motivação e interação dos meus colegas [...]”*, mostram que a combinação de texto, animações e hipertextos podem motivar os estudantes a interagir com o ODA, muito provavelmente, porque o QuiLegAl permite ver, ouvir e resolver a atividade.

As animações e textos contidos no QuiLegAl proporcionaram maior dinamismo nos processos de ensino e aprendizagem de química, pela fomentação de discussões de conceitos químicos, como pode-se observar nas palavras de E10 *“o dinamismo presente através das animações e exercícios faz com que o aluno busque compreender o que acontece e, conseqüentemente instigar seus colegas de sala, fazendo assim a discussão dos conceitos químicos”*. Neste relato, também pode-se perceber que os estudantes, como usuários, têm contato com o conteúdo por meio da interatividade com os hipertextos e animações. E10, percebeu que ao participarem das atividades interativas e optarem por respostas incorretas, demonstrando erros conceituais, alguns alunos passaram à realização de pesquisas, trocas de informações entre si, contribuindo com seus resultados, em novas tentativas de participação nas atividades. Além disso, nos casos de respostas erradas, o aplicativo fornece dicas acerca dos conceitos químicos abordados, proporcionando um maior aproveitamento e o crescente interesse, pois as explicações provocam outros questionamentos, demonstrando o aspecto *“mobilizador”* do aplicativo para a aprendizagem de química.

Os relatos dos estudantes E6, E10 e E25 vão ao encontro dos argumentos de Giordan (2013), ao argumentar que o uso de modelos, analogias, simulações e animações computacionais, em situações estruturadas de ensino, tem se revelado produtivo para os estudantes se apropriarem das formas do pensamento químico. Além disso, Aguiar e Flores (2014, p. 12) afirmam que para auxiliar os estudantes na compreensão de conceitos mais complexos é conveniente optar por uma animação ou simulação, de modo que os estudantes possam perceber a relação de causas e efeitos nos fenômenos químicos abordados.

Ainda corroborando com o relato do E 25, o *“chamar atenção”* destaca a definição de Antônio Júnior e Barros (2005) para um ODA, principalmente quando o apontam como

construções virtuais programadas que trazem *designers*, cores, imagens, movimentos e efeitos, produzindo um recurso que propicia informações, saberes e que contribuem positivamente, utilizando desta mediação tecnológica digital o processo de ensino e aprendizagem.

Outro aspecto destacado foi o lúdico, contido nas animações e simulações, como mencionado por E25, ao comentar que *“utilizando os vídeos e jogos nos quais não trazem respostas prontas, servem mais como complemento de algum conhecimento prévio sobre o assunto, com os jogos onde pode ser jogado em dupla ou individualmente os desafia a colocar em prática o que já se sabe”*, demonstrando que o aspecto de jogo proporcionado na atividade é um fator importante no ponto de vista do estudante. A fala do E25 refere-se a situações em que o aplicativo se assemelha a um “jogo”, faz referência a atividades como a mostrada na figura 5. Nesta atividade, que pode ser realizada de forma individual ou em dupla, é preciso classificar as substâncias como simples ou compostas. As atividades desta natureza disponíveis no QuiLegAI são acompanhadas por trilha sonora ao fundo e com sinais sonoros que distinguem entre erros e acertos, bem como, o indicativo do número de erros e acertos do(s) participante(s) (figura 5).

Figura 4 – Atividade Lúdica de Classificação das Substâncias em Simples e Compostas.

A) Tela da atividade de classificação de substâncias em simples ou compostas disponibilizada QuiLegAI e B) animação de uma reação química usando modelos de esferas em colisão.

A)

Observe os elementos que compõem as substâncias abaixo e classifique-as clicando sobre elas de acordo com o tipo de substância que representam. A cor do frasco indica o tipo de substância a ser selecionada!

Ag₅₅ Cu₂₀ C₆H₁₂ C₇₆

Jogadas: 0 CaCO₃ Pa₇₅ C₇₀ Jogadas: 0

S₄ O₃ H₂Se C₃H₆O

CH₃COOH FeCO₃ CO

Compostas Erros: 0 Acertos: 0 Erros: 0 Acertos: 0 Simples

Voltar Próximo TUTORIAL EXPLICAÇÃO

B)

Como poderíamos representar a reação ao lado utilizando apenas símbolos?
Dica: as substâncias na química são representadas por símbolos, observe a quantidade de átomos, o símbolo dos elementos que iniciaram a reação e o produto formado. Em seguida preencha os campos abaixo e clique em verificar.

— + — → —

VERIFICAR CONTINUAR

Voltar Próximo TUTORIAL EXPLICAÇÃO

Fonte: Adaptada do ODA QuiLegAl pelo autor.

No contexto mencionado pelo E25, o aspecto lúdico pode ser percebido quando é mencionada a característica de “jogo”, em que o estudante é estimulado a resolver a atividade, apresentada ao mesmo tempo como uma brincadeira e um desafio, o que também pode causar um sentimento de bem-estar ao estudante ao interagir com as atividades oferecidas no QuiLegAl (OLIVEIRA, 2017). Além disso, os relatos de E25 corroboram os argumentos de Messeder Neto (2016), para o qual o envolvimento de aspectos lúdicos em ODA pode despertar aspectos emocionais e sentimentais. Vê-se que os estudantes atrelam o *layout* de um jogo a uma esfera que atrai e motiva a continuidade da exploração do aplicativo e, provavelmente, interfere positivamente na disposição para realizar a atividade de estudo.

Segundo Messeder Neto (2016), ao aplicar atividades lúdicas na sala de aula, os resultados, em geral, são positivos e os estudantes aprendem o conteúdo, além de serem instigados a buscarem outros conceitos que podem contribuir com o conteúdo que está sendo

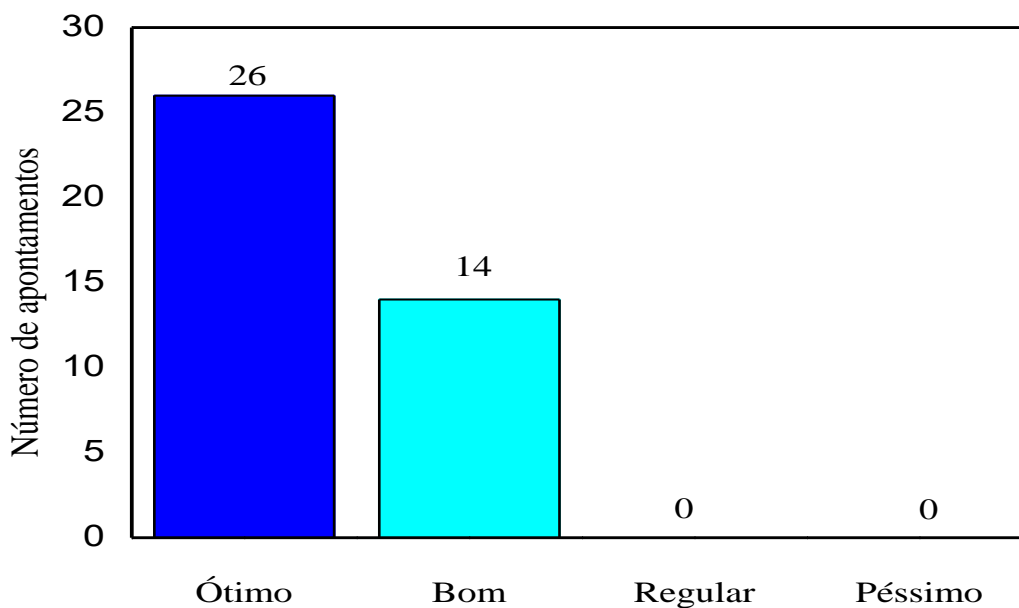
abordado.

Os relatos de E10 mencionam que o QuiLegAl proporciona animações que podem trazer para o ambiente de ensino um “dinamismo”, favorecendo a motivação e discussões entre os estudantes. Nestas discussões, observam-se possíveis evidências de que as representações como modelos, fenômenos e processos químicos, especialmente quando são animadas e dinâmicas, podem promover a habilidade de visualizar e entender características que traziam consigo uma certa abstração. Desta forma, um ODA como o QuiLegAl agrega um grande valor didático e dinâmico na construção de significados. Dessa maneira, pressupõe-se que os estudantes aprendem melhor, de forma descontraída, demonstrando a importância do aspecto lúdico em estimular o estudante na busca do conhecimento e interação com o conteúdo, no desenvolvimento do raciocínio e na aproximação entre os participantes (ARAÚJO; BARROSO, 2011; CUNHA, 2012; OLIVEIRA; MILANI JUNIOR; CARVALHO, 2020).

Nos relatos de E6 e E10 pode ser observado também que o QuiLegAl possibilita a cooperação nos processos de ensino e aprendizagem, como nas palavras de E6, ao relatar *“percebi que promovem a motivação e interação dos meus colegas de turma”* e do E10 *“consequentemente instigar seus colegas de sala, fazendo assim a discussão dos conceitos químicos”*, que se referem às atividades realizadas usando o ODA em que ocorreram a interação e colaboração entre os colegas na compreensão do assunto abordado. Estes relatos caracterizam a cooperação discutida em Galafassi, Gluz e Galafassi (2014, p. 43), que pode ser entendida como o momento que o ODA “provê um suporte para os alunos trocarem opiniões e trabalharem coletivamente sobre o conceito apresentado” o que permite a interação estruturada no que se refere ao assunto estudado.

Os relatos de E6, E10 e E25 corroboram com os resultados da avaliação dos estudantes sobre as características lúdicas e interativas do QuiLegAl, mostrados no gráfico 1.

Gráfico 1 – Avaliação das atividades interativas do aplicativo QuiLegAl.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Os dados que compõem o gráfico acima foram obtidos a partir das respostas à seguinte pergunta fechada do questionário: “Como você avalia a presença de atividades avaliativas interativas envolvendo a resolução de situações-problemas propostas pelo App?”. Todos os participantes consideraram “ótima” ou “boa” a presença das atividades interativas oferecidas pelo QuiLegAl, que consistiam em perguntas sobre o conteúdo explicado em cada um dos quatro tópicos do aplicativo: 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.

Esses resultados indicam uma aceitabilidade da relevância dessa dimensão avaliada pelos estudantes e reforçam o potencial que o aplicativo QuiLegAl tem de mobilizar os processos de ensino e aprendizagem de conceitos químicos. Ao explorarem o ODA os alunos construía hipóteses e diferenciações acerca, por exemplo, dos conceitos das ligações químicas apresentadas, como demonstra a resposta do E7 ao questionário de avaliação do app:

E7: O aplicativo instiga a gente a conhecer mais sobre a química, não só em relação às ligações químicas, mas também aos compostos que existem dentro do nosso organismo. Há muitos compostos que eu não tinha visto ainda e isso agrega muito ao meu curso de biologia e também saber identificar as diferenças nas propriedades deles vai ser fundamental no decorrer do meu curso.

Nesta avaliação, o E7 traz uma colocação em que se auto identifica como um sujeito ativo, estimulado pelo potencial da interatividade do QuiLegAl em proporcionar autonomia e criticidade em relação ao conteúdo disponibilizado. Percebe-se a contextualização do conteúdo em sua vida profissional, suscitando aspectos inerentes à docência, como o incentivo à

participação ativa dos estudantes e aplicação dos conceitos abordados em sala de aula no cotidiano (FREIRE, 1996).

Ainda neste contexto, é importante ressaltar que de acordo com Galafassi, Gluz e Galafassi (2014, p. 43) a interatividade pode ser compreendida como sendo “concretizações mentais, requerendo que o estudante interaja com o conteúdo de alguma forma, podendo ver, ouvir ou resolver algo”. Isso pode ser observado nos depoimentos dos estudantes E6, E10 e E25, ao mencionarem os termos “dinamismo”, “interação entre os colegas” e “ótimos mecanismos para chamar a atenção”, no contexto das atividades realizadas com o QuiLegAl. A opinião destes estudantes enfatiza a avaliação positiva acerca do aplicativo e sua relação com a compreensão dos conhecimentos químicos explorados. Ao serem incentivados a avaliarem como a integração de textos, imagens, animações e simulações, que caracterizam as dicas, informações, atividades interativas, jogo de tabuleiro e feedbacks do aplicativo, contribuem para a compreensão dos conceitos de substâncias, ligações e reações químicas, todos os participantes avaliaram positivamente esta interação.

Ainda sobre a avaliação das atividades interativas, e envolvendo o aspecto lúdico contido no QuiLegAl (Gráfico 1), nota-se que as atividades interativas não foram avaliadas como “Regular” ou “Péssimas”, o que corrobora com os relatos do E6, quando menciona que a interação e motivação promovidas ocorreram em decorrência da utilização de “animações, textos e desafios”. Ademais, aspectos semelhantes são destacados por E10, o qual menciona que os recursos audiovisuais e exercícios propostos pelo QuiLegAl estimularam a interação e discussão de conceitos químicos entre os estudantes.

Ao serem questionados sobre quais os aspectos interativos que propiciaram maior compreensão dos conceitos químicos abordados, nota-se com maior evidência nas respostas dos estudantes o fato de “estar jogando/brincando” e ao mesmo tempo aprendendo conceitos químicos, como no relato do E15:

E 15. *“O app tem uma excelente metodologia e fez com que os alunos se interessassem mais pela matéria, e o fato de ter jogos, facilitou bastante o aprendizado, pois se tornava divertido, parecia que estávamos brincando e aprendendo química ao mesmo tempo, e algumas dificuldades, que tínhamos em algumas questões ou o próprio aplicativo ajudava, ou batíamos tanto a cabeça que quando encontrávamos a resposta era uma grande comemoração”.* (Questionário)

A resposta de E15, além de apontar a aceitabilidade dos aspectos lúdicos do QuiLegAl, ressalta que a dinâmica apresentada pela “aprendizagem” a partir da brincadeira, do jogo, não significa que o ODA tenha um objetivo de propor apenas situações de diversão e entretenimento, mas, que esta abordagem com ludicidade pode favorecer a compreensão de conceitos de Química, despertando o envolvimento dos estudantes. Nesse sentido, as falas de

E25 e de E15 estão em consonância. Quando o primeiro menciona que:

E25. *os jogos onde pode ser jogado em dupla ou individualmente os desafia a colocar em prática o que já se sabe (sic)*” vai ao encontro do que o segundo afirma: *“o fato de ter jogos, facilitou bastante o aprendizado, pois se tornava divertido, parecia que estávamos brincando e aprendendo química ao mesmo tempo.*

Ainda nessa perspectiva, Kenski (2012), argumenta que os estudantes se encontram dispostos a interagir por meio de uma participação ativa e do aprender fazendo, visto que estes estão habituados a uma linguagem midiática, a qual se caracteriza por ser mais visual e interativa, o que por sua vez evidencia a relação intrínseca que existe entre essa geração e os diferentes recursos tecnológicos. No que tange aos aspectos pedagógicos do aplicativo, os quais podem ser compreendidos como parte de sua interatividade, Santos e Tarouco (2007) relatam que um ODA deve permitir o uso de representações verbais e não verbais, que podem ampliar a compreensão dos estudantes, propiciando situações de aprendizagem significativas. A abordagem proposta por Nascimento (2007, p. 137), afirma que os estudantes, em sua maioria, são “usuários de softwares, videogames e outras mídias, e há neles uma alta expectativa sobre qualidade, acesso e interatividade”. Logo, essas perspectivas trazem uma reflexão sobre como os educadores podem adequar os recursos e métodos de ensino às necessidades atuais, visando assim, propiciar ambientes de ensino estimuladores de novas maneiras de pensar e interagir com o conteúdo, sendo o uso de ODA, uma delas.

Muitas vezes, verifica-se no que tange à busca e aplicação dos ODA em contextos de ensino, a consideração de fatores de ordem meramente tecnológica agregados à busca da reusabilidade, em detrimento da observação de fatores pedagógicos. Nesse contexto, quando se pensa em mobilização de conhecimentos químicos, Galafassi, Gluz e Galafassi (2014) enfatizam a importância e necessidade de que um ODA apresente duas perspectivas em seu processo de construção e constituição: a pedagógica e a técnica. Nesse sentido, é importante analisar os comentários trazidos pelos estudantes E19 e E32, a saber:

E19. *O aplicativo nos traz a interação uns com os outros, a fim de se discutir não só sobre os resultados obtidos, como também a construção da resolução.* (Questionário).

E32. *Com utilização do App pude compreender temas e conceitos da área da química, que não conhecia. Neste caso, foi fundamental que esse recurso metodológico, tenha abordado os mesmos, de forma a se aproximar da realidade de nós estudantes, despertando em mim uma curiosidade em investigar esses assuntos por conta própria. Nessa perspectiva, ademais, somada às animações propostas pelo App, juntamente com os textos e desafios dele, percebi a motivação e interação dos meus colegas de turma quanto a aprender os conteúdos ofertados. Proporcionado um ambiente de discussões e aprendizagens.* (Roda de Conversa).

No excerto de E19 o estudante aponta que na resolução das atividades interativas do QuiLegAl há um objetivo pedagógico, que é de propiciar momentos de reflexão, discussão e tentativas para a busca da resposta correta. Assim, percebe-se também uma preocupação com

o processo da construção do conhecimento. As repostas dos sujeitos E19 e E32 mostram também que o QuiLegAl possibilitou uma cooperação entre os estudantes, construindo um ambiente de troca de experiências e saberes. As falas sugerem que as interações estimulam a participação ativa e autônoma dos estudantes em sala de aula.

Na fala do E32, *“foi fundamental que esse recurso metodológico, tenha abordado os mesmos (aqui o aluno refere-se aos conceitos realizados na leitura do texto sobre ligações químicas), de forma a se aproximar da realidade de nós estudantes, despertando em mim uma curiosidade em investigar esses assuntos por conta própria”*. Assim, pode-se observar que em situações de exploração do ODA houve “concretizações mentais, requerendo que o estudante interaja com o conteúdo de alguma forma, podendo ver, ouvir ou resolver algo” que remete à interatividade, “iniciativa e tomada de decisão” que se refere à autonomia e momentos que permitiram “trocarem opiniões e trabalhar coletivamente sobre o conceito apresentado” que corresponde à cooperação que o ODA deve possuir para que tenha uma dimensão pedagógica mais contundente (GALAFASSI; GLUZ; GALAFASSI, 2014, p. 43). Tais momentos foram proporcionados devido ao uso do QuiLegAl, que estimulou os estudantes a buscarem novos conhecimentos, além das informações que estavam presentes no aplicativo, pois durante as atividades de exploração deste havia a constante busca de conceitos, representações e explicações referentes ao conteúdo em sites de pesquisas de textos e vídeos.

O aspecto pedagógico quando presente nos ODA, segundo Nascimento (2007), possibilita o estímulo de diferentes procedimentos cognitivos, como a observação, a comparação, a análise, a elaboração de hipóteses, a memorização ou a checagem de dados. Estes procedimentos cognitivos foram apontados pelos alunos sobre a atividade interativa que possui características de um jogo de tabuleiro (Figura 6). Com o intuito de inserir o estudante em uma esfera confortável e amigável, para motivar ainda mais sua participação nas resoluções das atividades. Nessa tela do aplicativo são apresentados questionamentos que busca conduzir à produção da fórmula molecular, individualmente ou colaborativamente, a partir da identificação dos compostos corretos.

Figura 5 – Demonstração da Atividade com o Construtor de moléculas.



Fonte: Adaptada do ODA QuiLegAI pelo autor

Na figura 6, observa-se, como apontou E19: “*discutir não só sobre os resultados obtidos, como também a construção da resolução*”, que o aplicativo reforça o caminho de discussões, hipóteses, tentativas, erros e acertos que os estudantes necessitam para verificarem e escolherem os elementos químicos que participarão da fórmula molecular e/ou iônica. Além de ser necessária a discussão de conceitos de valência desses elementos para, no caso específico dos compostos moleculares, trazer para o tabuleiro o número de ligações que a molécula realiza e, assim, poderem chegar em um consenso e confirmarem sua resposta. De maneira didática, recebem uma devolutiva sobre a resposta dada e, se esta não foi a alternativa correta, o aplicativo oportuniza a realização da estrutura novamente.

Os relatos de E32 e E19 pressupõem que as atividades com o QuiLegAI são apresentadas aos estudantes de modo a complementar e contextualizar alguns conceitos ou revisar uma teoria já apresentada em sala de aula, principalmente quando mencionam que o conteúdo abordado no ODA é fundamental por “*se aproximar da realidade*” vivida. Esse aspecto de contextualização e aplicação do conhecimento químico no cotidiano do estudante é observado também na figura 6, pois a informação/pista que é dada sobre o composto a ser formado, nesse caso, o Fluoreto de Sódio (NaF), afirma ser esta uma substância utilizada na fabricação de enxaguantes e cremes bucais.

Proporcionar a inserção da química no contexto dos estudantes é fundamental para que a compreensão dos conceitos se torne mais facilitada. Possibilitar uma reflexão acerca da aplicação da química no cotidiano, permite que o ensino deste componente curricular seja

centrado na interface entre a informação científica e o contexto social por meio da abordagem de situações problema reais, mobilizando um conhecimento necessário para entendê-las e procurar solucioná-las.

Outros apontamentos caminham na direção de enfatizar a contribuição do aplicativo na construção de conhecimentos da química, a saber:

E10: “*A química é bem abstrata e complicada e quando começo a ver no aplicativo os elementos, facilita bastante, nas moléculas que ele apresenta faz o aluno pensar em como é feita as estruturas (sic)*” (Questionário).

E23: “*A química por trabalhar com coisas muito pequenas, às vezes fica muito difícil conseguir compreender seus conceitos, e o App é muito bom em relação a isso, pois através das animações e de outros recursos foi possível visualizar coisas microscópicas e entender o conteúdo*” (Roda de Conversa).

Observa-se nas falas dos estudantes uma dificuldade recorrente relatada no ensino e aprendizagem de conceitos químicos, expressada principalmente no relato de E10: *trabalhar com coisas muito pequenas, às vezes fica muito difícil conseguir compreender*, devido a química ser uma ciência que trata de características e informações utilizando-se de modelos abstratos de natureza atômico-molecular e trabalhar com fórmulas e equações.

Nesta perspectiva, a combinação de diferentes recursos, tais como: visuais, sonoros e interativos foi positivamente avaliada. Na fala de E10 fica entendível que esta natureza multimodal permitiu que o estudante pudesse compreender os conceitos de química, que por vezes são dificultados, por trabalharem com um universo não visível, se tornando um desafio para os estudantes conseguirem visualizar estruturas químicas e produzirem sentido. Estas são questões que corroboram com estudos realizados por Abreu *et al.* (2006), Giordan e Góis, 2015, Oliveira, Milani Júnior e Carvalho (2020) e Quadros *et al.* (2011), os quais discorrem sobre os aspectos microscópicos, simbólicos e conceituais da química, que, pelos motivos mencionados anteriormente, podem resultar em impasses nos processos de ensino e aprendizagem, desafiando alunos e educadores a buscarem novas alternativas.

E10 destaca que “*faz o aluno pensar em como é feita as estruturas (sic)*”, referindo-se às simulações apresentadas pelo QuiLegAl, demonstrando que o uso de tais representações possibilita a visualização e composição das estruturas. Esta afirmação mostra que as representações podem estimular o entendimento de conceitos, os quais, dependendo de como são trabalhados, podem tornar-se uma alternativa aliada aos processos de ensino e aprendizagem de Química. Neste sentido, Brasileiro e Silva (2015, p. 41) afirmam que o uso de animações e simulações “*têm demonstrado ser um recurso útil, pois possibilitam a reprodução de fenômenos em escala submicroscópicas, trazendo para o concreto (perceptível à visão humana) situações que demandam um elevado grau de abstração*”.

Os estudantes também apontaram pontos a serem melhorados no QuiLegAl, em consonância com o valor que recursos visuais, sonoros e interativos têm para a aquisição dos conhecimentos de química, como pode ser observado nos excertos mostrados a seguir:

E13: *Na parte em que se trabalha alguns compostos iônicos e moleculares logo no início, a fim de despertar a curiosidade dos alunos, e aproximar a química da nossa realidade, sugiro que junto aos textos sejam acrescentadas ilustrações, vejo que as mesmas, facilitariam a nossa associação dos conceitos com suas utilidades. Digo isso também, pois futuramente pretendo ser professora, e esse App super me interessou.* (Roda de Conversa)

E36: *“Sugiro que seja criado canais narrativos para deficientes visuais, como também, uma janela com intérprete de libras para surdos”* (Questionário).

E13 menciona o potencial que o QuiLegAl possui em atrair a atenção do estudante com atividades interativas (figura 6). No entanto, para ele ainda é necessário *“que junto aos textos sejam acrescentadas ilustrações”* ou seja, na visão dele o aplicativo pode explorar mais os aspectos visuais. Este apontamento mostra que tais aspectos podem ser uma maneira de tornar conceitos teóricos da química mais compreensíveis e palpáveis. Assim, o ODA QuiLegAl, por possuir em seu itinerário de navegação conteúdos que podem ser explorados visualmente, demonstra sua potencialidade nos contextos de ensino, como também sua contribuição na ação docente, o que tende a refletir positivamente na aprendizagem dos estudantes (JOHNSTONE, 2000; POZO; CRESPO, 2009).

No apontamento de E36 pode-se perceber a importância da acessibilidade do aplicativo a estudantes com deficiência. O estudante fala sobre a necessidade de adaptações pedagógicas do aplicativo que deveria ser aprimorada com o fornecimento de informações em formatos alternativos: audiodescrição, recurso utilizado para que as pessoas com deficiência visual possam utilizar o aplicativo, e Libras (Língua Brasileira de Sinais) para proporcionar aos estudantes surdos a usabilidade necessária. Ambas são soluções que visam à inclusão escolar de pessoas com deficiência e têm que ser levadas em consideração.

4.1.2 o aplicativo QuiLegAL como fomentador do uso das tecnologias digitais no ensino de química

Na segunda categoria emergida, busca-se discutir as características fomentadoras do uso das tecnologias digitais no ensino de química, pois por meio da busca em responder ao problema de pesquisa e ao objetivo deste trabalho, foram suscitados por meio da análise dos dados elementos que apontam observações de que o QuiLegAl proporcionou aos estudantes uma motivação e indicação de uso das tecnologias digitais no âmbito do ensino.

Trazer atividades que propiciem um ambiente motivador e mobilizador de conhecimentos para a sala de aula tem sido um desafio para escolas, professores e estudantes;

porém, reconhecer que propostas pedagógicas que estejam aliadas ao uso das tecnologias digitais, demonstram um positivo trajeto para que este desafio possa ser superado (KENSKI, 2012). E com esta perspectiva, a utilização do QuiLegAl nesta pesquisa trouxe situações que o apontam como um possível fomentador das tecnologias digitais no ensino de ciências/química.

O primeiro aspecto observado nos resultados da avaliação do QuiLegAl e de fundamental importância na construção de OAD é a acessibilidade, verificando esta característica na seguinte fala do participante E40:

E40: *“É muito bom o app não precisar de internet pra funcionar”.*
(Roda de Conversa).

Observa-se que o estudante E40 menciona em sua resposta, a independência de internet para ter acesso ao QuiLegAl. Nesse sentido, é imprescindível ressaltar a preocupação dos estudantes refletida nessa questão, a qual pode ser compreendida por uma característica discutida por Braga (2014), no quesito da acessibilidade a recursos tecnológicos digitais, principalmente na realidade de escolas e universidades públicas quanto ao acesso à internet. E como destacado por Oliveira (2017) por meio de seus resultados com a avaliação do QuiLegAl pelos professores, demonstra que é da vivência deles, a dificuldade do acesso à internet o que desmotivam e muitas vezes os impossibilitam de trabalhar com as tecnologias digitais em sala de aula.

Nesse sentido, Oliveira, Souto e Carvalho (2016) sugerem o uso de aplicativos por docentes, sugerindo critérios de avaliação e seleção a respeito da funcionalidade e a dependência de conexão com a internet para funcionar é apontado como um ponto a ser analisado, visto que esta independência de conexão com a internet para funcionar pode contribuir para o uso destes recursos pelos estudantes e professor no contexto de ensino.

Outro ponto que se destaca foi a contribuição do QuiLegAl, na formação docente, evidenciando uma reflexão favorável ao uso em contextos de ensino dos ODA como mostrado na fala dos E13 e E27:

E13: *“futuramente pretendo ser professora, e esse App super me interessou para usar em minhas aulas”* (Roda de Conversa).

E27: *Penso que o app de uma forma simples e bastante esclarecedora faz com que nós alunos tivéssemos um grau de discussão bastante interessante, sempre me preocupei em como iria dar aula, com o app eu já tive várias ideias para colocar em minhas aulas.* (Questionário).

Percebe-se o aspecto motivador e fomentador do QuiLegAl, despertando o interesse nos estudantes em usá-lo futuramente em sua prática docente, pois como verifica-se nos excertos acima, por terem uma melhor compreensão dos conceitos da química usando o QuiLegAl nas atividades de ensino, o ODA provavelmente despertou em alguns deles um olhar pedagógico e

de preocupação em serem professores que levarão atividades didático-pedagógicas envolventes, colaborativas e com apoio das tecnologias digitais.

Isso demonstra a importância de os professores e também a escola estarem preparados para inserir as tecnologias digitais em suas práticas e futuras práticas, valorizando as inovações disponíveis de forma criteriosa. Além disso, as inovações nas práticas de ensino vêm sendo desenvolvidas e aplicadas e uma dessas práticas é a utilização de atividades contidas em ODA que podem ser realizadas em diferentes momentos dos processos de ensino e aprendizagem da química (GIORDAN, 2008; MESSEDER; RÔÇAS, 2009; OLIVEIRA; MILANI JUNIOR; CARVALHO, 2020).

Sobre os aspectos técnicos que podem contribuir no fomento do uso de tecnologias digitais que no QuiLegAI refere-se, principalmente, as funcionalidades que oferece a possibilidade da interrupção, retomada e reinício das atividades do aplicativo, assim como o bom funcionamento, são observadas nos relatos dos estudantes mostrados a seguir.

E16. *Um ponto positivo de poder errar e voltar a fazer de novo.* (Roda de Conversa).

E18. *Realmente o aplicativo faz e ajuda o aluno pensar com os vídeos em como é feita as estruturas e as reações, no momento que monta uma e da errado ele volta o aplicativo juntamente com a tabela periódica até acertar, criando em nós um desejo de continuar até acertar.* (Questionário)

Os relatos acima mostram diferentes observações em relação aos aspectos técnicos, os quais apresentam uma estreita relação com os aspectos lúdicos, discutidos na primeira categoria. No relato de E16 que quando a atividade é respondida de forma incorreta, ele pode “*voltar e fazer de novo*” o que na avaliação dele é “*um ponto positivo*” do QuiLegAI. A modalidade da atividade e a funcionalidade que E16 faz referência pode ser visualizada na figura 7.

Figura 6 – Telas da atividade envolvendo a reação de formação do gás ozônio (O₃).

A) Tela inicial da atividade em que o estudante deve escrever a fórmula dos reagentes e do produto formado, B) um alerta que aparece quando alguma das espécies envolvidas na reação é escrita incorreta, C) a oportunidade de correção e D) quando as espécies da reação são escritas de forma correta.

A)

Agora é sua vez! Reescreva as equações que serão apresentadas digitando a fórmula química correspondente as substâncias envolvidas na reação.

Gás Oxigênio + Gás Oxigênio → Gás Ozônio

+ →

VERIFICAR

← Voltar Próximo →

TUTORIAL EXPLICAÇÃO

B)

Atenção! Verifique se escreveu corretamente os símbolos que formam as substâncias envolvidas, consulte a tabela periódica.

Dica: molécula do reagente:

$O=O$

CONTINUAR ▶

C)

Agora é sua vez! Reescreva as equações que serão apresentadas digitando a fórmula química correspondente as substâncias envolvidas na reação.

Gás Oxigênio + Gás Oxigênio → Gás Ozônio

+ →

VERIFICAR

← Voltar Próximo →

TUTORIAL EXPLICAÇÃO

D)

Muito bem!! Você acertou... Essa é a forma correta de representar uma equação química.

Reação balanceada de formação do Ozônio

$2 \text{ Gás Oxigênio(g)} + 1 \text{ Gás Oxigênio(g)} \rightarrow 2 \text{ Gás Ozônio}$

CONTINUAR ▶

Fonte: Adaptada do ODA QuiLegAI pelo autor.

Na atividade é abordada a reação de formação do gás ozônio (O_3) pela reação química de duas moléculas de oxigênio (O_2) (figura 7A), e caso o estudante forneça a fórmula incorreta de alguma espécie e clique em “verificar” surge para ele uma mensagem alertando do erro e sugerindo consulta a bibliografia que pode ajudar a resolver (figura 7B). Se o estudante clicar em “continuar” ele retorna à página inicial da atividade podendo fazer a correção (figura 7C) e se a correção realizada estiver correta ao clicar em “verificar” surge uma mensagem parabenizando-o pelo acerto (figura 7D).

A figura 7 apresenta aspectos técnicos fundamentais de ODA propostos por Fagundes (2014) como a granularidade, pois o autor cita que um ODA deve possuir a capacidade de ser “quebrado” em recursos hipermídia menores, no caso do QuiLegAI temos a quebra em subtemas: *Elementos químicos e ligações químicas*; *Substâncias químicas e suas representações*; *Equações e Reações Químicas* e *Construtor Livre*. Cada um desses tópicos

pode ser quebrado em objetos de aprendizagem com granularidades menores, pois é possível em cada um deles a discussão de conceitos individuais utilizando-se de vídeos, animações e simulações que representam as menores partes do material como um todo.

Dentro da granularidade, o feedback ao usuário é constante no QuiLegAl demonstrando possibilidade do estudante “fazer inúmeras tentativas para construir hipóteses ou estratégias sobre determinado assunto, podendo obter feedback do computador que o auxilia na correção dessas estratégias, tendo o professor como mediador dos conhecimentos embutidos no ODA” (AGUIAR; FLORES, 2014, p. 15).

Nesse sentido, o *feedback* permite que o estudante ajuste alguns parâmetros e observe o efeito da ação praticada sendo abordado com algumas dicas, lembretes e algumas informações conceituais sobre o assunto abordados nas atividades, como demonstrado na figura.

Ao decorrer dos tópicos do QuiLegAl, perguntas e desafios são propostos fazendo com que o estudante interaja com o software e com o contexto de ensino no qual está inserido. Observa-se na fala de E1 e E19,

E1: “*Eu achei o aplicativo bem dinâmico, principalmente nos vídeos que explicam como ocorrem as ligações químicas*” (Roda de Conversa).

E19: “*O aplicativo nos traz a interação uns com os outros, a fim de se discutir não só sobre os resultados obtidos, como também a construção da resolução, principalmente quando naquela parte que ele ajuda a gente a montar a equação que forma a água mostrando o vídeo*”. (Roda de Conversa)

Na fala dos estudantes E1 e E19 o fato de o aplicativo possuir vídeos e animações possibilita um ambiente dinâmico, e que motiva o estudante a tentar resolver os exercícios propostos. Como aponta E19, na ajuda para resolver a equação química de formação da molécula de água fornecendo dicas para sua resolução, tanto no formato de texto (Figura 8A), quanto no modo de explicação em videoaula (Figura 8B) permitindo assim a mobilização de conhecimentos prévios e a construção de novos conhecimentos (OLIVEIRA, 2017; OLIVEIRA; MILANI JUNIOR; CARVALHO, 2020).

Figura 7 – Tela apresentando informações que auxiliam o estudante na resolução de um problema.

envolvendo ligação química.

- A) Questão problema com uma dica que objetiva instigar os estudantes realizarem a relação do modelo de esfera das moléculas e cheguem as suas respectivas fórmulas moleculares simples e compostas e B) Vídeo com áudio realizando uma breve explicação da reação química na formação de moléculas de água.

Fonte: Adaptada do ODA QuiLegAl pelo autor.

O E1 menciona que o aplicativo é “dinâmico” ao utilizar recursos de vídeos para explicar as ligações químicas, e aponta que os conceitos químicos abordados pelo aplicativo foram acompanhados de várias formas de ilustrações, como o vídeo. Percebe-se que a utilização de recursos audiovisuais integrados aos conceitos químicos abordados atraiu a atenção dos estudantes, os quais deram ênfase aos vídeos utilizados, indicando que tal recurso aliado os conceitos estudados podem ter estimulado à compreensão do conteúdo.

Os apontamentos e atividades demonstrados na figura 8 apresentam o aspecto da interatividade apresentada pelo aplicativo, pois como discute Brito (2006) possibilita a ação do aluno e o estabelecimento de uma relação de reciprocidade. Ou seja, quanto mais o ODA permite que o aluno se aproprie de informações, reflita sendo ativo em seu processo de aprendizagem, mais interativo ele é. Características como esta permitem desafiar o discente a aplicar seus conhecimentos, reorganizar sua forma de pensar e tomar decisões que não foram observadas (OLIVEIRA; CARVALHO; SOUTO, 2018).

O aspecto da interatividade é reforçado na avaliação de E11, a seguir:

E11: *O App aborda os conteúdos de química de forma simplista, o que nos oferece um melhor entendimento e aproveitamento dos mesmos. Dessa forma, o aplicativo se encontra apto para ser utilizado nas instituições de ensino, reduzindo a mesmice da sala de aula e proporciona ainda interações entre alunos e professor. (Questionário).*

A expressão “*reduzindo a mesmice da sala de aula e proporciona ainda interações entre alunos e professor*”, possivelmente aponta que E11 percebeu que com a exploração do aplicativo uma maior discussão entre seus colegas de grupo, e com isso reflete neste processo uma ação inovadora no ensino de química propiciado pelas tecnologias digitais. Esse recorte da fala, também aponta a presença persistente de práticas tradicionais, repetitivas que merecem serem revistas e quando possível acompanhadas por recursos alternativos como os ODA.

Trazendo perspectivas de Moran (2011), onde argumenta que as tecnologias digitais estão provocando mudanças em todas as dimensões das nossas vidas e que é quase inevitável, utilizar-se dos recursos de multimídias em nosso dia a dia, isto só vem a provar a capacidade positiva de interação que advém dessas tecnologias. Devido ao potencial de interatividade intrínseco nos recursos tecnológicos de multimídia, pode-se vislumbrar possibilidades e aplicações nas mais diversas áreas. O que se destaca é que características como animações, imagens, gifs, vídeos explicativos do QuiLegAI, fomentaram nos estudantes a curiosidade e o empenho na busca de resoluções e fez com que contribuíssem uns aos outros na construção de conhecimentos de ligações químicas e reações químicas, apontando o aplicativo como um possível fomentador das tecnologias digitais; não somente na disciplina de química, mas também das outras ciências da natureza.

Em relação à interatividade de um ODA relacionada ao processo pedagógico, Braga (2014) discute que o aplicativo por si, pode trazer uma certa interação com o estudante, mas o docente que faz a escolha deste aplicativo deve possuir uma concepção epistemológica de suscitar e possibilitar o aprendizado do aluno por meio de situações problemas, de forma a trazer o conhecimento que já possui. Por isso, faz-se necessário trabalhos como este de avaliação de ODA, pois traz reflexões para que docentes avaliem e escolham ODA que promovam a reflexão dos estudantes, por meio de desafios e problemas a resolver, dependendo é claro do objetivo de aprendizagem buscado (BRAGA, 2014).

Com o uso das tecnologias digitais, as animações, simulações e vídeos explicativos, contribuem positivamente na forma como os conteúdos são trabalhados no QuiLegAI, alguns excertos dos estudantes evidenciam isso:

E4: “*Os conteúdos na química é tudo pequeno já no aplicativo possui várias formas de ilustração como o do vídeo*” (Roda de Conversa).

No relato referido, o estudante aponta a dificuldade que é recorrente no ensino da química, que é de trazer em uma perspectiva mais concreta, conceitos abstratos. E com isso, observa-se a interrelação entre as duas categorias desta pesquisa, pois o aplicativo demonstrou

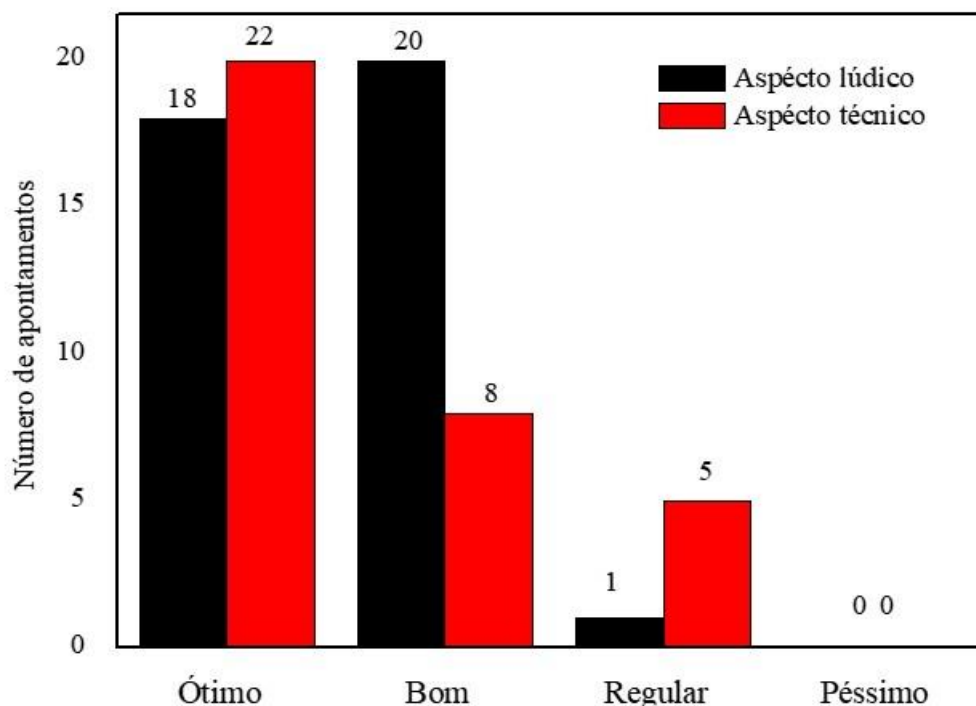
um potencial didático-pedagógico para mobilizar estudantes a compreenderem conceitos químicos e o fomento ao uso das tecnologias digitais, principalmente os ODA, pois contribui para fomentar o uso e aplicação das TDIC como recurso motivador para a construção de novos conhecimentos.

Cabe ressaltar um apontamento de Leite (2015) discutindo a uma incorporação das TDIC no processo de ensino e aprendizagem e com isso não sendo substitutos a outros recursos já existentes como quadro, livros, laboratórios, vídeos etc., mas sendo um recurso que permita adicionar novos formatos à informação a qual desejamos que seja convertida em conhecimento por parte do aluno.

Evidencia-se nestes resultados os estudos de Nichele e Schlemmer (2014) que propõem a existência de diversas formas que possibilitam ampliar o ensino e aprendizagem de química por meio desses aplicativos, tais como jogos, mídias sociais, livros (entre eles dicionários, enciclopédias), revistas, bem como aplicativos específicos para educação. A questão é que neste viés a ideia é que o uso desses incentivem alunos e professores a pesquisar aplicativos disponíveis que auxiliem a execução, consolidação bem como avaliação de metodologias de ensino e aprendizagem de química e ODA.

Dois pontos que se adequam no aspecto pedagógico e nos aspectos técnicos e dão continuidade na interatividade proporcionada pelo QuiLegAl, são observados no gráfico 2, qual foi a avaliação dos estudantes em relação à *presença de recursos motivacionais/lúdicos (som, imagens, cores, outros) utilizados no App como forma de despertar a atenção do estudante?* Com isso, o gráfico mostra para as avaliações positivas, como apenas “Ótimo” e “Bom”.

Gráfico 2 – Aspectos lúdicos e técnicos avaliados pelos estudantes.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Com estas avaliações positivas, possivelmente o *layout* do aplicativo, bem como as animações interativas tornam-se recursos com grande potencial didático, principalmente no auxílio de estudantes com alguma dificuldade na abstração de conceitos. Braga (2014) defende estes aspectos, por estimular processos cognitivos como percepção, memória, linguagem, pensamento e outros, além de proporcionar um ambiente lúdico para desenvolvimento das aulas.

Outro ponto em relação aos aspectos técnicos necessários, apresentados no gráfico 2, para a funcionalidade de um ODA e que trouxeram dados necessários à investigação é em relação à *usabilidade de interação*, pois a maioria dos estudantes avaliaram positivamente, conforme apresentado no referido gráfico, nas colunas em vermelho, (22 “ótimo” e 5 “bom”), o fato de interromper, retomar e reiniciar atividades no QuiLegAl.

A *usabilidade de interação* é fundamentada por Braga (2014) e está atrelado à garantia do ODA proporcionar ao estudante uma autonomia de acesso aos conteúdos e atividades. Este aspecto faz com que haja uma maior preocupação em apresentar um “layout e uma estrutura consistente, assim evitando sobrecarregar o usuário com respostas e informações confusas que podem ser causados, por exemplo, por links quebrados, ou grandes atrasos durante o uso” (BRAGA, 2014, p. 76).

Ainda que se tenha uma maioria de avaliação positiva entre os estudantes, conforme

apresentado no gráfico 2, houve também 5 avaliações do tipo “regular” a respeito desses aspectos técnicos, confirmam-se esta avaliação em algumas respostas dos alunos nas questões abertas do questionário:

E3: *Em algumas ocasiões ele trava ou desconfigura. (Questionário)*

E32: *Bom no meu caso ele travou muito e ficava reiniciando e não gostei. Poderia arrumar esta parte dele travar, mas tirando isso é um ótimo aplicativo. (Questionário).*

Durante a exploração do aplicativo, um estudante demonstrou em seu dispositivo um momento que o QuiLegAl travou e só conseguindo realizar novamente as atividades após reiniciá-lo. Este erro foi detectado por alguns professores na pesquisa de Oliveira (2017), conforme relata:

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 (OLIVEIRA, 2017, p. 101).

Falhas como essas podem estar relacionadas a alguma configuração específica de software do dispositivo que esteja sendo utilizado, mas também por uma falha técnica do ODA. Importante neste quesito se atentar ao aspecto técnico da *confiabilidade* de um ODA discutido por Braga (2014), que ressalta a importância de não conter nenhum defeito técnico no seu uso ou erros nos conteúdos pedagógicos apresentados. Por isso, justifica-se a necessidade de pesquisas de avaliação de ODA por especialistas, docentes e estudantes, pois testes como estes garantem que frente a erros relacionados aos aspectos da construção e constituição dos ODA sejam corrigidos, possibilitando melhoria das atividades contidas antes que ela seja disponibilizada (LEITE, 2015).

Ainda neste contexto, as avaliações-principalmente dos estudantes (usuários) – são defendidas por Silva e Elliot (1997) quando discorrem que é de fundamental importância solicitar as opiniões dos usuários, contendo sua percepção sobre o produto analisado. Esses procedimentos têm sido uma abordagem apreciada por retornar uma resposta rápida, e possuir um custo relativamente baixo. Isso resulta em busca de melhorias e praticidade para que haja uma evolução nos processos de ensino e aprendizagem utilizando ODA como recurso de ensino.

Trabalhar com ODA em sala de aula e/ou ambientes virtuais é importante para abrir a escola e a universidade para o mundo e para trazer o mundo para dentro dos espaços educacionais. Como propõe Quadros e Mortimer (2016), as instituições de ensino superior, pela especificidade da formação que são oferecidas, são incorporadas em sala de aula certas práticas com tanta ênfase que podem estar interferindo na prática dos próprios professores que formam. Ao inserir esta metodologia de avaliação do QuiLegAl, a pesquisa buscou demonstrar a

importância de avaliar um ODA e com ele possibilitar atividades educacionais envolvendo uma oportunidade de aperfeiçoamento das práticas pedagógicas e o uso de metodologias que fazem o aluno ser crítico e reflexivo buscando sua autonomia e inserção das tecnologias digitais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No contexto dinâmico e tecnológico do processo educacional, faz-se necessário o levantamento e avaliação de Objetos Digitais de Aprendizagem que tenham como enfoque o ensino, apresentando um caráter didático-pedagógico e que as características técnicas tenham o propósito de levar os estudantes a desenvolverem um senso crítico, onde possam obter, em coletivo, um ensino e aprendizagem colaborativo e dialógico.

Sendo o objetivo da presente pesquisa, realizar a avaliação do objeto digital de aprendizagem QuiLegAl por estudantes do ensino superior, com foco nos aspectos técnicos e pedagógicos. Por meio dos dados observou-se que o referido objeto foi caracterizado como mobilizador, incentivador e instigador da busca e compreensão de conhecimentos químicos, apresentando em seus aspectos técnicos poucas falhas detectadas pelos estudantes, que por terem realizado uma análise duradoura em todas as seções do aplicativo, trouxeram importantes características positivas para o seu uso em aulas de ciências e química em diferentes níveis de ensino.

Neste sentido, o problema de pesquisa norteador de todo o estudo, o qual esteve pautado em buscar possíveis respostas e ou até mais questionamentos foi: “Quais são as potencialidades e limitações do aplicativo QuiLegAl no contexto do ensino de química em sala de aula? O uso do QuiLegAl no ensino de química pode contribuir para o ensino de conceitos relacionados as ligações químicas e reações químicas de estudantes de nível superior?” Observa-se a partir dos dados obtidos na pesquisa, os quais se mostraram contundentes e instigadores para a melhoria e fomento no uso deste ODA, como grande aliado do ensino e da aprendizagem. Ainda neste âmbito foram apresentados vieses na avaliação do referido ODA com a participação efetiva de estudantes, revelando um papel envolvente e de intrínseca participação das tecnologias digitais em um contexto de ensino.

Observando as percepções e apontamentos dos estudantes aos aspectos lúdicos, pedagógicos e didáticos, evidencia-se um **engajamento** no processo de ensino, propiciado possivelmente pelas características de interação e promoção dos debates com os usuários apresentados pelo aplicativo. Neste quesito, um aspecto importante também verificado foi perceber que os estudantes demonstraram **motivação** por poderem utilizar o ODA em suas casas ou em outras situações nas quais os sistemas operacionais podem ser diferentes dos utilizados na universidade.

Os aspectos relacionados às características lúdicas e interativas do QuiLegAl, os quais se apresentam através de jogos, animações e desafios, tiveram uma grande aceitabilidade sendo

considerados importantes pelos graduandos, pois estes aspectos chamam a atenção, motivam e/ou estimulam o estudante durante os processos de ensino e aprendizagem de conceitos químicos, permitindo aprenderem e colaborarem entre si. O que, por sua vez, evidencia a função do aplicativo em mobilizar e apoiar na construção de conhecimentos químicos. No entanto, há de se ressaltar que são os objetivos pedagógicos que devem nortear a utilização de todo e qualquer recurso didático de aprendizagem, a fim de que esta utilização não seja posta em risco.

Devido à abstração que permeia os conceitos químicos, a combinação de diferentes recursos, tais como visuais, sonoros e interativos, foram apontados pelos estudantes como fundamentais ao representarem estruturas químicas, demonstrando o potencial do aplicativo na abordagem e no ensino de ligações químicas. Estes apontamentos destacados pelos estudantes apoiam-se na literatura, em que autores destacam a importância dos recursos audiovisuais no ensino e aprendizagem, tendo como indicativo a partir das respostas, o aspecto fomentador do aplicativo QuiLegAl no uso das tecnologias digitais no ensino de química.

Fica evidente a importância que o QuiLegAl teve na sala de aula, revelando características que instigaram os estudantes a buscarem por aprender e reconhecer conceitos que possivelmente seria mais difícil no processo tradicional. Houve também uma intensa discussão acerca das características que poderiam ser melhoradas, referenciando aos aspectos técnicos, podendo perceber que houve uma imersão colaborativa na exploração.

O QuiLegAl por meio de sua avaliação pelos estudantes, demonstrou a necessidade de refletir metodologias e estratégias de ensino que são associadas ao uso das TDIC principalmente dos ODA. Com isso, o presente trabalho apontou a importância de futuras pesquisas que avaliem e reavaliem a formação contínua de docentes e com isso trazer para suas práticas pedagógica a inserção e avaliação de ODA em suas áreas de conhecimento, fomentando um processo de ensino e aprendizagem autônomo, instigante e problematizador, não apenas meramente tradicional fazendo com que os docentes e estudantes estejam mais informados sobre as características dele, repensando o papel que o ODA terá em sua sala de aula.

Considera-se até o presente momento um potencial de grande valia do QuiLegAl no processo de ensino de química e com isso as alterações que se observaram necessárias para a melhor qualidade do aplicativo foram realizadas e ajustadas pela equipe responsável pela criação do QuiLegAL, reforçando a necessidade do processo de avaliação, pelos diversos sujeitos imbricados no processo de ensino, dos ODA no ensino de química e nas diversas áreas do conhecimento.

REFERÊNCIAS

- ABREU, M. F. *et al.* Utilizando Objetos de Aprendizagem no Processo de Ensino e Aprendizagem de Química no Ensino Médio: o Caso dos Óxidos e da Poluição Atmosférica. *In: XXVI Congresso da SBC*, Campo Grande, 2006. Disponível em: <http://www.brie.org/pub/index.php/wie/article/view/909/895>. Acesso em: 06 maio 2020.
- AGUIAR, E. V. B; FLORES, M. L. P. Objetos de aprendizagem: conceitos básicos. *In: TAROUCO, L. M. R. et al. (org.) Objetos de Aprendizagem: teoria e prática*. Porto Alegre: Evangraf, 2014.
- ALBA, M. *et al.* **Tecnologias para transformar a educação**. Porto Alegre: Artmed, 2006.
- ALMEIDA, R. R. et al. Avaliação de objetos de aprendizagem sobre o sistema digestório com base nos princípios da Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia. *Ciência & Educação (Bauru)*, v. 20, n. 4, p. 1003–1017, dez. 2014.
- ANDRADE, M. V. M; ARAÚJO JR; C. F; SILVEIRA, I. F. Estabelecimento de critérios de qualidade para aplicativos educacionais no contexto dos dispositivos móveis (M-Learning). *EaD Em Foco*, 7(2). <https://doi.org/10.18264/eadf.v7i2.466>. 2017.
- ANTONIO JUNIOR, W.; BARROS, D. M. V. **Objetos de Aprendizagem Virtuais: material didático para a educação básica**. 2005. Disponível em <http://www.abed.org.br/congresso2005/por/pdf/006tcc1.pdf>. Acesso em: 03 jan. 2020.
- ARAÚJO, Gracieli Xavier de; BARROSO, Roney Ramos. **A importância da aplicação de jogo pedagógico passa e repassa na aprendizagem de cálculo estequiométrico na disciplina de química no ensino médio**. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- BARBOSA, G; SCORTEGAGNA, L. **Objetos de aprendizagem como recurso educacional digital para educação financeira: análise e avaliação**. 2014. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Matemática) – UFJF, Juiz de Fora-MG, 2014.
- BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70, 2011.
- BERNARDELLI, M. S. Encantar para ensinar – um procedimento alternativo para o ensino de química. *In: Convenção Brasil Latino América, Congresso brasileiro e Encontro paranaense de psicoterapias corporais*. 1.,4.,9., Foz do Iguaçu, 2004.
- BORBA, Marcelo C. Potential scenarios for Internet use in the mathematics classroom. *ZDM*, v. 41, n. 4, p. 453-465, 2009.
- BORBA, MC GPIMEM. UNESP: Pesquisa, extensão e ensino em informática e educação matemática. **A informática em ação: formação de professores, pesquisa e extensão**. São Paulo: Olho d'Água, p. 47-66, 2000.
- BRAGA, J. C. (org.). **Objetos de Aprendizagem: Introdução e fundamentos**. Santo André: Editora da UFABC, 2014. V. 1.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2017. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNC_C_20dez_site.pdf. Acesso em: 22 mar. 2020.

BRASIL. **Parâmetros Curricular Nacionais: ciências naturais**. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1997.

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.

BRITO, G. S. Tecnologias para transformar a educação. **Educ. rev.**, n. 28, p. 279-286, 2006.

CABRAL, P. F. O. **Casos investigativos de caráter sociocientífico na promoção da aprendizagem colaborativa com suporte computacional no ensino superior de Química**. 2015. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2015.

CANIATO, R. **Com Ciência na Educação**. São Paulo: Papirus, 1989.

CARNEIRO, R. F.; PASSOS, C. L. B. Vivências de professores de matemática em início de carreira na utilização das tecnologias da informação e comunicação. **Zetetiké**, Campinas, v. 17, n. 32, p. 101-134, 2009.

CASTELLS, M. **A era da informação: economia, sociedade e cultura**. 10. ed. rev. e ampl. São Paulo: Paz e Terra, 2009.

COSTA, R.L. Recomendações de Uso de Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação da BNCC para a Educação Básica e a Realidade Escolar Brasileira. v. 11. n. 2 (2020): REVISTA ANÁPOLIS DIGITAL - ISSN 2178-0722.

COMPIANI, M. Comparações entre a BNCC atual e a versão da consulta ampla, item ciências da natureza. **Ciências em Foco**, v. 11, n. 1, 2018.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa: método qualitativo, quantitativo e misto**. Porto Alegre: Artmed, 2010.

CUNHA, M. B. Jogos no Ensino de Química: Considerações Teóricas para sua Utilização em Sala de Aula. **Química Nova na Escola**, v. 34, n. 2, p. 92-98, maio 2012.

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, R. Entrevistas em pesquisas qualitativas. **Educar em Revista**, Curitiba, v. 24, p. 213-225, 2004.

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

EVANGELISTA, O. **Imagens e reflexões: na formação de professores**. Disponível em:

http://www.sepex.ufsc.br/anais_5/trabalhos155.html. Acesso em: 22 jun. 2020.

FAGUNDES, A. L. Avaliação de uma hipermídia educacional sobre as fases da lua. 164p. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Exatas, Florianópolis, SC, 2014.

FERREIRA, C. R.; ARROIO, A. Visualizações no Ensino de Química: Concepções de Professores em Formação Inicial. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 3, p. 199-208, ago. 2013.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

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.

GIL, Antônio Carlos. Métodos e técnicas de pesquisa social. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GIORDAN, M. Computadores e linguagens nas aulas de ciências. Ijuí: Unijuí, 2008.

GIORDAN, M. Análise e reflexões sobre os artigos de educação em química e multimídia publicados entre 2005 e 2014. **Química Nova**, n. 2, p.154-160, dez. 2015.

GIORDAN, M. **Computadores e linguagens nas aulas de ciências: uma perspectiva sociocultural para compreender a construção de significados**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2013.

GIORDAN, M; GÓIS, J. Telemática Educacional e Ensino de Química: considerações sobre um construtor de objetos moleculares. **Revista Linhas Críticas**, Brasília, v. 11, n. 21, p. 285-302, jul./dez. 2005. Disponível em: <http://periodicos.unb.br/index.php/linhascriticas/article/view/5380/4485>. Acesso em: 20 fev. 2020.

GODOY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 57-63, abr. 1995.

GRANDO, A. R. S.; KONRATH, M. L. P. TAROUCO, L. M. R. Alfabetização visual para a produção de objetos educacionais. **RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação**. Porto Alegre: Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação (UFRGS), v. 1, n. 2, p. 1-9, 2003.

JOHNSON, D. W.; JOHNSON, R. T.; SMITH, K. A. A Aprendizagem Cooperativa retorna às Faculdades. Qual é a evidência de que funciona? In FREED, S. Pensar, Dialogar a Aprender, 2000. Disponível em: <https://www.andrews.edu/~freed/ppdfs/readings.pdf>. Acesso em: 04 jan. 2020.

JOHNSTONE, A. H. Teaching of chemistry: logical or psychological? **Chemistry Education: Research and Practice in Europe**, v. 1, n. 1, p. 9-15, 2000.

JOHNSTONE, A. H.; SELEPENG, D. A Language Problem Re-visited, **Chemistry Education: Research and Practice in Europe**. **CERAPIE**, v. 2, n. 1, p. 19-29, 2001.

KAY, R. H.; KNAACK, L. Evaluating the learning in learning objects. **Open Learning**, v. 22, n. 1, p. 5-28, 2007.

KENSKI, V. M. **Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação**. 8. ed. Campinas (SP): Papirus, 2012.

KNECHTEL, M. R. **Metodologia da pesquisa em educação: uma abordagem teórico-prática dialogada**. Curitiba: Intersaberes, 2014.

KOCH, Marlene Zimmermann. As tecnologias no Cotidiano Escolar: uma ferramenta facilitadora no processo de ensino-aprendizagem. 2013. 36 f. **Monografia de Especialização (Pós-Graduação em Gestão Educacional) Universidade Federal de Santa Maria, Sarandi**, 2013.

LÁZARO, Fernando Vieira. **Objetos de Aprendizagem nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental: limites e possibilidades no letramento de alunos de uma escola particular de Porto Alegre**. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Educação, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

LEITE, B. S. Aprendizagem tecnológica ativa. **Revista Internacional de Educação Superior**, v. 4, n. 3, p. 580-609, 2017.

LEITE, B. S. **Tecnologias no ensino de Química: teoria e prática na formação docente**. 1. ed. Curitiba: Appris, 2015.

LIMA, L. A. F; ALONSO, K. M.; MACIEL, C. Análise da Qualidade em Objetos de Aprendizagem: reflexão sobre aspectos pedagógicos. In: Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação. 2013.

MACHADO, A. H. **Aula de química: discurso e conhecimento (3o)**. Ijuí: Editora Unijuí. 2014.

MARCONI, M. A; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas 2003.

MAYER, R. E.; MORENO, R. Aids to computer-based multimedia learning. **Learning and Instruction**, v. 12, p. 107-119, 2002.

MESSEDER NETO, H. S. **O Lúdico no Ensino de Química na Perspectiva Histórico Cultural**. Além do Espetáculo, Além da Aparência. Curitiba: Prismas, 2016.

MESSEDER NETO, H. S; DE MORADILLO, E. F. O lúdico no ensino de Química: considerações a partir da psicologia histórico-cultural. **38volume**, 2016.

MESSEDER, J. C; RÔÇAS, G. O lúdico e o ensino de ciências: um relato de caso de uma licenciatura em química. **Revista Ciências & Ideias ISSN: 2176-1477**, v. 1, n. 1, p. 69-75, 2009.

MINAYO, M. C. S. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 14. ed. São Paulo: Hucitec, 2015.

MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual

discursiva. **Ciência & Educação**, Bauru (SP), v. 9, n. 2, p. 191-210, 2003.

MORAES, R. S.; WEBBER, C. G. Uso das Tecnologias da Informação na Motivação dos Alunos para as Aulas de Química. *Scientia Cum Industria*, n. 2, v. 5, p. 95- 102, 2017.

MORAN, J. M. Ensino e aprendizagem inovadores com tecnologias audiovisuais e telemáticas. *In: MORAN, J. M.; MASETTO, M. T.; BEHRENS, M. A. Novas tecnologias e mediação pedagógica*. 19. ed. Campinas: Papirus, 2011. p. 11- 65.

MOTTA-ROTH, D. (org.). **Redação acadêmica: princípios básicos**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, Imprensa Universitária, 2001.

MOURA, A. F.; LIMA, M. G. A reinvenção da roda: roda de conversa: um instrumento metodológico possível. **Revista Temas em Educação**, João Pessoa, v. 23, n. 1, p. 98-106, jan./jun. 2014.

NASCIMENTO, A. C. A. Objetos de Aprendizagem: a distância entre a promessa e a realidade. *In: Prata, C. L.; NASCIMENTO, A. C. A. (Orgs.). Objetos de aprendizagem: uma proposta de recurso pedagógico*. Brasília: MEC, SEED, p.135 – 145, 2007.

NICHELE, A. G; SCHLEMMER, E. Aplicativos para o ensino e aprendizagem de Química. *RENOTE*, v. 12 n. 2, p. 1-9, 2014.

NUNES, A. S; ADORNI, D. S. O ensino de química nas escolas da rede pública de ensino fundamental e médio do município de Itapetinga-BA: O olhar dos alunos. *In: Encontro Dialógico Transdisciplinar - Enditrans*, 2010, Vitória da Conquista, BA. Educação e conhecimento científico, 2010.

OLIVEIRA, F. C. **Aplicativo Quilegal: uma opção para o ensino de ciências naturais**. 2017. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade do Estado de Mato Grosso, Barra do Bugres, 2017.

OLIVEIRA, F. C.; CARVALHO, J. W. P.; SOUTO, D. L. P. Percepções e apontamentos de um grupo de discentes ao explorarem a hipermídia Equimídi@. **Revista Brasileira De Ensino De Ciência E Tecnologia**, v. 11, p. 146-168, 2018.

OLIVEIRA, F. C.; MILANI JUNIOR, J.; CARVALHO, J. W. P. Uso de aplicativos no ensino de química orgânica na percepção de discentes. **Educação e Cultura Contemporânea**, v. 17, p. 86-103, 2020.

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.

OLIVEIRA, M. E. R. S. N.; CARVALHO, J. W. P.; KAPITANGO-A-SAMBA, K. K. Objetos Digitais de Aprendizagem como Recurso Mediador do Ensino de Química. **Revista Cocar**, v. 13, p. 1005-1021, 2019.

PAIVA, M. M. *et al.* Desafios enfrentados no desenvolvimento de objetos digitais de aprendizagem e o QuiLegAl. **Multidisciplinary Reviews**, v. 4, p. 1-8, 2021.

PEREIRA, Ângela Marcia Percini. A contribuição do uso da Tecnologia no Ensino de Ciências para alunos do sétimo ano da rede estadual do município de Ibaiti. 2014. 41fls. **Monografia (Especialização em Ensino de Ciências). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2014.**

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico.** 5. Ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

QUADROS, A. L. *et al.* Percepção dos pós-graduandos em química da UFMG sobre a própria formação docente. **Química Nova**, São Paulo, v. 34, n. 5, p. 893-898, 2011.

QUADROS, A. L.; MORTIMER, E. F. A Atuação De Professores De Ensino Superior: Investigando Dois Professores Bem Avaliados Pelos Estudantes. **Quím. Nova**, São Paulo, v. 39, n. 5, p. 634-640, jun. 2016.

ROCHA, J. S; VASCONCELOS, T. C. Dificuldades de aprendizagem no ensino de química: algumas reflexões. *In: XVIII Encontro Nacional de Ensino em Química.* Florianópolis, Santa Catarina, 2016.

ROLANDO, L. G. R. *et al.* Integração entre Internet e Prática Docente de Química. *Revista virtual de Química*, v. 7, n. 3, p. 864-879, 2015.

SANTOS, B. S., RADTKE, M. L. Inclusão digital: reflexões sobre a formação docente. *In: PELLANDA, N. M. C.; SCHLÜNZEN, E. T. M.; JUNIOR SCHLÜNZEN, K. (Eds.), Inclusão digital: tecendo redes afetivas/cognitivas.* Rio de Janeiro: Lamparina, 2005. p. 327-343

SANTOS, L. M. A; TAROUCO, L. M. R. A importância do estudo da teoria da carga cognitiva em uma educação tecnológica. **RENOTE-Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 5, n. 1, p. 1-11, 2007.

SCHNETZLER, R. P. A pesquisa em ensino de química no Brasil: conquistas e perspectivas. **Química nova**, v. 25, p. 14-24, 2002.

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do trabalho científico.** Cortez editora, 2017.

SILVA, C; ELLIOT, L. Avaliação da hipermídia para uso em educação: uma abordagem alternativa. **Revista brasileira de estudos pedagógicos**, v. 78, n. 188-89-90, 1997.

SMETANA, L. K.; BELL, R. L. Computer Simulations to Support Science Instruction and a Learning: A critical review of the literature. **International Journal of Science Education**, v. 34, n. 9, p. 1337-1370, 2012.

SOARES, M.H.F. B. Jogos e Atividades Lúdicas para o Ensino de Química. Goiânia: Kelps Editora, 2013.

SOUSA, R. P.; MOITA, F. M. C. S. C.; CARVALHO, A. B. G. (org.) **Tecnologias digitais na educação.** Campina Grande: EDUEPB, 2011.

SOUZA, M. P. *et al.* Desenvolvimento e Aplicação de um Software como Ferramenta Motivadora no Processo Ensino-Aprendizagem de Química. Anais: **XV Simpósio Brasileiro**

de Informática na Educação – SBIE – UFAM – 2004.

THEODORO, M. E. C. **Proposta e Avaliação de uma sequência didática para aulas prático-laboratoriais no ensino superior em química.** Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

VALENTE, José Armando. Blended learning e as mudanças no ensino superior: a proposta da sala de aula invertida. **Educar em revista**, n. 4, p. 79-97, 2014.

VASCONCELOS, Z. B. das C; LIMA, C. B; MAGALHÃES, R. R. Avaliação de Objeto de Aprendizagem de Matemática por Educadores de EJA – da Fundamentação Pedagógica e de Conteúdo. In: Encontro Nacional de Informática e Educação, p. 325-334, 2016.

WARTHA, E. J; REZENDE, D. B. A elaboração conceitual em química orgânica na perspectiva da semiótica Peirceana. **Ciênc. educ.** (Bauru), Bauru, v. 21, n. 1, p. 49- 64, mar. 2015.

ORRILL, C. H. Learning Objects to support inquiry-based, online learning. In: WILEY, D. The instructional use of learning objects. Indiana: Agency for Instructional Technology, 2002. Disponível em: <https://members.aect.org/publications/InstructionalUseofLearningObjects.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2020.

APÊNDICE

Apêndice A

Questionário de Avaliação do Aplicativo Quilegal

Caro acadêmico, obrigado por estar participando desta pesquisa que tem como objetivo realizar a avaliação do objeto digital de aprendizagem QuiLegAl, com uso de uma metodologia ativa de ensino, abordando os conteúdos de ligações químicas e reação químicas, com estudantes do ensino superior. Sua contribuição faz com que a pesquisa científica na área de ensino melhore a cada dia mais!

1. Em relação ao aplicativo, qual sua avaliação na forma que o conteúdo é abordado?

- Ótimo
- Bom
- Regular
- Ruim
- Péssimo

2. O aplicativo Quilegal não depende da internet, como você avalia isso em um contexto de ensino?

- Ótimo
- Bom
- Regular
- Ruim
- Péssimo

3. Qual a sua avaliação quanto a possibilidade da interrupção, retomada e reinício das atividades do aplicativo?

- Ótimo
- Bom
- Regular
- Ruim
- Péssimo

4. Como você avalia a distribuição dos hipertextos e sua utilização no ensino dos conteúdos abordados?

- Ótimo
- Bom
- Regular
- Ruim
- Péssimo

5. Em relação às cores, fontes, textos e animações entre outros recursos do aplicativo, qual é sua avaliação?

- Ótimo
- Bom
- Regular
- Ruim
- Péssimo

6. Como você avalia à possibilidade criada pelo aplicativo que permite você inserir dados e obter retorno?

- Ótimo
- Bom
- Regular
- Ruim
- Péssimo

7. Como você avalia a presença de atividades AVALIATIVAS interativas envolvendo a resolução de situações-problemas propostas pelo App?

- Ótimo
- Bom
- Regular
- Ruim
- Péssimo

8. Como você avalia as possibilidades oferecidas pelo App quanto ao desenvolvimento de atividades interativas em grupo ou individualmente?

- Ótimo
- Bom
- Regular
- Ruim
- Péssimo

9. Você juntamente com seu grupo construiu moléculas e representou reações químicas no aplicativo, como você avalia isso?

- Ótimo
- Bom
- Regular
- Ruim
- Péssimo

10. O aplicativo apresenta um aspecto lúdico em diversos momentos, como você avalia isso?

- Ótimo
- Bom

- Regular
- Ruim
- Péssimo

11. Como você avalia a presença de recursos motivacionais utilizados no App como forma de despertar a atenção do estudante?

- Ótimo
- Bom
- Regular
- Ruim
- Péssimo

12. Como você avalia a presença de recursos motivacionais (som, imagens, cores, outros) utilizados no App como forma de despertar a atenção do estudante?

- Ótimo
- Bom
- Regular
- Ruim
- Péssimo

13. Como você avalia o registro temporário das respostas do estudante ao desenvolver algumas atividades do App.

- Ótimo
- Bom
- Regular
- Ruim
- Péssimo

14. 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?

- Ótimo
- Bom
- Regular
- Ruim
- Péssimo

15. Como avalia o grau de complexidade exigido na abordagem dos conteúdos?

- Ótimo
- Bom
- Regular
- Ruim
- Péssimo

16. Como avalia a possibilidade de uma abordagem interdisciplinar com a utilização do App?

- Ótimo

- Bom
- Regular
- Ruim
- Péssimo

17. Como você avalia a abordagem de Ciências/Química (linguagem, aspectos simbólicos e representacionais) presente no aplicativo?

- Ótimo
- Bom
- Regular
- Ruim
- Péssimo

18. Como você avalia a capacidade do aplicativo auxiliar o estudante na representação de estruturas moleculares diversas?

- Ótimo
- Bom
- Regular
- Ruim
- Péssimo

19. Como você avalia os aspectos conceituais contidos no aplicativo?

- Ótimo
- Bom
- Regular
- Ruim
- Péssimo

20. Como avalia a integração de textos, imagens, animações e atividades interativas para o ensino dos conteúdos abordados.

- Ótimo
- Bom
- Regular
- Ruim
- Péssimo

21. Como você avalia a combinação do app com a metodologia ativa utilizada no ensino de Ligações Químicas e Reações Químicas?

- Ótimo
- Bom
- Regular
- Ruim
- Péssimo

22. Com suas palavras avalie se o aplicativo fomenta o estudante a desenvolver a capacidade de investigação e discussão de conceitos químicos?

23. Quais são suas críticas/sugestões para o Aplicativo QuiLegAI?