UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO-UNEMAT
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS –GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

MÊIRIOR LUÍS TORRES

Avaliação Do Objeto Digital de Aprendizagem AnReQuim por Estudantes do Ensino Médio

BARRA DO BUGRES-MT
2022

MÊIRIOR LUÍS TORRES

Avaliação do Objeto Digital de Aprendizagem AnReQuim por Estudantes do Ensino Médio

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ensino de Ciências e Matemática – PPGCEM, da Universidade do Estado de Mato Grosso "Carlos Alberto Reyes Maldonado" (UNEMAT) Campus Universitário "Dep. Est. Renê Barbour", de Barra do Bugres - MT, como requisito obrigatório para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Linha de Pesquisa: Tecnologias Digitais no Ensino de Ciências e Matemática

Orientador: Prof. Dr. José Wilson Pires Carvalho
Coorientador: Prof. Dr. Toni Amorin de Oliveira

Barra do Bugres - MT
2022

Walter Clayton de Oliveira CRB 1/2049

T693a

TORRES, Mêirior Luís.

Avaliação do Objeto Digital de Aprendizagem Anrequim por Estudantes do Ensino Médio / Mêirior Luís Torres – Barra do Bugres, 2022.

139 f.; 30 cm. (ilustrações) Il. color. (sim)

Trabalho de Conclusão de Curso (Dissertação/Mestrado) – Curso de Pós-graduação Stricto Sensu (Mestrado Acadêmico) Ensino de Ciências e Matemática, Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas, Câmpus de Barra do Bugres, Universidade do Estado de Mato Grosso, 2022.

Orientador: José Wilson Pires Carvalho

Coorientador: Toni Amorin de Oliveira

1. Ensino de Química. 2. Anrequim. 3. Balanceamento de Equações Químicas. 4. Equilíbrio Químico. 5. Objeto Digital de Aprendizagem. I. Mêirior Luís Torres. II. Avaliação do Objeto Digital de Aprendizagem Anrequim por Estudantes do Ensino Médio: .

CDU 54.01:37

Governo do Estado de Mato Grosso
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO

MÊIRIOR LUÍS TORRES

AVALIAÇÃO DO OBJETO DIGITAL DE APRENDIZAGEM AnReQuim POR ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO.

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 Barbour" – Barra do Bugres – MT, como requisito obrigatório para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Aprovado em: 27 de maio de 2022.

BANCA EXAMINADORA

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

Prof. Dr. Toni Amorim de Oliveira (UNEMAT)
Co-Orientador

Prof. Dr. Diego Piasson (UNEMAT/PPGECM)
Examinador Interno

Documento assinado digitalmente
gov.br GERALDO EDUARDO DA LUZ JUNIOR
Data: 03/06/2022 17:20:50-0300
Verifique em https://verificador.iti.br

Prof. Dr.Geraldo Eduardo da Luz Júnior (PPGQ/UESPI)
Examinador Externo

UNEMATDIC202236658

Assinado com senha por JOSE WILSON PIRES CARVALHO - PROFESSOR UNEMAT LC 534/2014 / BBG-FAE - 06/06/2022 às 10:45:48, DIEGO PIASSON - PROFESSOR UNEMAT LC 534/2014 / BBG-FACET - 06/06/2022 às 10:49:21 e TONI AMORIM DE OLIVEIRA - PROFESSOR UNEMAT LC 534/2014 / TGA-FACSAL - 06/06/2022 às 10:49:57.
Documento Nº: 2429147-340 - consulta à autenticidade em https://www.sigadoc.mt.gov.br/sigaex/public/app/autenticar?n=2429147-340

SIGA

Dedico a Deus esse trabalho, por me iluminar e me permitir realizá-lo,

A minha filha, razão do meu viver,

A minha esposa, minha incentivadora intelectual,

Aos meu pai (in memorian) e mãe pelo incentivo em toda minha trajetória,

Ao meu orientador, pelas tão importantes contribuições

Aos amigos que de uma forma ou de outra foram indispensáveis

AGRADECIMENTOS

Dedico e agradeço esse trabalho a meu Deus todo poderoso, em sua infinita glória e bondade, que me abençoa, me guia e me protege.

A minha filha Sofia, por quem eu levanto e luto todos os dias. A minha esposa Saionara, mulher guerreira, forte e amiga de todas as horas, que me incentiva a progredir continuamente a buscar a prosperidade, o conhecimento e a intelectualidade.

Ao meu pai Luiz Carlos (*in memorian*) e minha mãe Benedita que em toda a minha caminhada me incentivaram e estiveram ao meu lado.

Agradeço imensamente aos meus mestres, em especial ao meu orientador, professor José Wilson, sempre solícito durante essa jornada e fundamentais na condução deste trabalho.

Aos amigos Domingos Jari Vargas e Elenir Fátima Fanin, pelas contribuições e incentivos referentes a esse trabalho.

Em especial, aos estudantes do 3º ano da Escola Estadual 12 de Abril, que participaram com afinco e contribuíram efetivamente na realização desta pesquisa. Também agradeço a gestão da escola por me oportunizar total liberdade no desenvolvimento desse trabalho.

Por ter conhecido pessoas tão especiais durante essa trajetória, também agradeço aos colegas de turma e àqueles que se tornaram amigos mais próximos, por dividir quarto, carona e ideias.

À Unemat, por oferecer o Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ensino de Ciências e Matemática e assim, contribuir na formação de profissionais, que assim como eu, pretendem aperfeiçoar-se e, contribuir cada vez mais com a ciência.

A todos os professores desta nobre instituição e a CAPES pela imensurável oportunidade oferecida no aprendizado, crescimento profissional e pessoal, ao serem propagadores e fomentadores de esperança em uma educação de qualidade.

Agradeço a Secretaria Estadual de Educação, por conceder licença para qualificação, licença essa que foi indispensável para que eu conseguisse realizar o curso, mesmo sendo em uma cidade distante a qual resido e cumprido com as suas diretrizes.

E entre tantos agradecimentos, finalizo, pedindo a Deus que ilumine os meus caminhos e me permita espalhar o conhecimento com humildade e competência.

“O conhecimento emerge apenas através da invenção e da reinvenção, através da inquietante, impaciente, contínua e esperançosa investigação que os seres humanos buscam no mundo, com o mundo e uns com os outros.”

Paulo Freire

RESUMO

As tecnologias digitais têm influenciado as formas de acesso, produção e socialização de informação e conhecimento. Na área educacional, essa realidade não é diferente, representando um grande desafio para a escola, professores e estudantes em acompanhar esse desenvolvimento tecnológico que produz inovações nas formas de ensinar e aprender, em especial, com a utilização de objetos digitais de aprendizagem (ODA). Tem-se tornado necessário usar metodologias que possam motivar e inspirar os estudantes a estudarem e os ODA podem contribuir neste processo pedagógico. Neste contexto, o presente estudo teve o objetivo de avaliar características dos aspectos pedagógicos e técnicos do aplicativo AnReQuim com estudantes do 3ª ano do Ensino Médio, em contexto de ensino e aprendizagem de Química, buscando discutir as potencialidades e possíveis aprimoramentos dos aspectos pedagógicos e técnicos deste ODA. O AnReQuim foi desenvolvido, em 2018, pelo cientista da computação e pós-graduando João Milani Junior, durante a pesquisa de mestrado no Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática – PPGECM, na Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT, campus Barra do Bugres-MT. Entretanto, não havia sido avaliado por estudantes, como recurso digital pedagógico, em contextos de ensino e aprendizagem. A presente pesquisa foi realizada em uma Escola Estadual, localizada no perímetro urbano do município de Terra Nova do Norte-MT. No estudo utilizou-se a abordagem qualitativa, de caráter exploratória. Como procedimentos metodológicos de produção de dados, foi utilizada a pesquisa participante, concretizada via experimento de ensino. Devido a pandemia de Covid-19, a pesquisa foi conduzida de forma remota, por meio de vídeo conferência. Os instrumentos de produção e coleta de dados utilizados foram: questionário, roda de conversa, observação com registros audiovisuais. Os dados foram organizados por agrupamentos que emergiram e analisados por indução analítica. Na realização dos estudos foram trabalhados conceitos químicos, em especial, balanceamento de equações químicas por tentativa na resolução das atividades com o uso do AnReQuim. As análises dos dados contribuíram para a constituição de três categorias: "O AnReQuim como mobilizador da aprendizagem de conceitos químicos". "O AnReQuim como mediador da aprendizagem de conceitos químicos" e "O AnReQuim como recurso digital pedagógico para a aprendizagem dos conceitos químicos". As percepções e considerações dos estudantes mostraram uma avaliação positiva do ODA. Nas avaliações, os estudantes consideraram que o AnReQuim proporciona autonomia para uso; clareza em seus conteúdos; facilidade para a resolução das atividades; interação entre usuário e aplicativo; *feedback* automático e objetivo, desperta motivação para uso, entre outras características. Os pontos apresentados como negativos foram: algumas equações químicas são grandes e não aparecem por completo na tela do dispositivo móvel para a resolução do balanceamento estequiométrico; quando o usuário sai de uma determinada atividade que está sendo resolvida sem ser finalizada e, ao retornar, não aparece a mesma equação química para a resolução do balanceamento químico; trilha sonora que não agradou aos sujeitos da pesquisa. Diante dos resultados apresentados, o AnReQuim, destacou-se como um potencial recurso digital para a aprendizagem de conceitos químicos. Além disso, pode possibilitar ao estudante entusiasmo, motivação, engajamento, ser atuante e protagonista nos processos de aprendizagem. Estas características podem favorecer a aprendizagem e a construção autônoma do conhecimento.

Palavras-chaves: Ensino de Química; AnReQuim; Balanceamento de Equações Químicas; Equilíbrio Químico; Objeto Digital de Aprendizagem.

ABSTRACT

Digital technologies have influenced the ways in which information and knowledge are accessed, produced and socialized. In education, this reality is no different, representing a great challenge for schools, teachers, and students to keep up with technological developments that produce innovations concerning teaching and learning, especially with the use of digital learning objects (DLOs). It has become necessary to use methodologies that can motivate and inspire students to study, and DLOs can contribute to this pedagogical process. In this context, the present study aimed to evaluate characteristics of the pedagogical and technical aspects of the application AnReQuim with 3rd year high school students, in the context of teaching and learning chemistry, seeking to discuss the potential and possible improvements of the pedagogical and technical aspects of this DLO. AnReQuim was developed in 2018 by the computer scientist and postgraduate student, João Milani Junior, while completing his master's research in the Postgraduate Program in Science and Mathematics Teaching (PPGECM) at Mato Grosso State University (UNEMAT), Barra do Bugres, Mato Grosso campus. However, it had not been evaluated by students as a pedagogical digital resource in teaching and learning contexts. The research for this study was carried out in a state school, located in the urban perimeter of the municipality of Terra Nova do Norte, Mato Grosso, Brazil. The study used a qualitative exploratory approach. As methodological procedures of data production, participant research was used, materialized through teaching experiments. Due to the Covid-19 pandemic, research took place remotely, via video conference. The instruments of data production and collection used were: questionnaires, conversation circles, and observations with audiovisual records. The data were organized by clusters that emerged and analyzed by analytical induction. In the studies, the contents of chemical equilibrium and its associations were analyzed with a theoretical approach and balancing of chemical equations by attempt and in the resolution of activities with the use of AnReQuim. The data analysis contributed to the constitution of three categories: "AnReQuim as a mobilizer of chemical concept learning"; "AnReQuim as a mediator of the learning of chemical concepts" and "AnReQuim as a pedagogical digital resource for learning processes of chemical concepts." The students' perceptions and considerations showed a positive evaluation of the DLO. In their evaluations, the students reported that AnReQuim provides autonomy of use; clarity in its contents; ease in solving activities; interaction between user and application; automatic and objective feedback; and awakens motivation for use, among other characteristics. The negative aspects described were that some chemical equations are extensive and do not appear in their entirety on the screen for resolution. Also, when leaving a particular activity that is being solved and, then returning, the same chemical equation does not appear. Finally, the subjects did not like the soundtrack. Given the results presented, AnReQuim stands out as a potential digital resource for learning chemical concepts. Moreover, it can contribute to student enthusiasm, motivation, engagement, involvement, and protagonism in the learning process. These characteristics can favor learning and the autonomous acquisition of knowledge.

Keywords: Teaching of Chemistry; AnReQuim; Balancing Chemical Equations; Chemical Equilibrium; Digital Learning Object.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - AnReQuim, A) tela principal; B) controles de Som 24
Figura 2 - AnReQuim, A) tela de tutorial; B) tela de seções de conteúdo – Reações Químicas 25
Figura 3 - AnReQuim, A) tela de atividades – balanceamento de equações químicas; B) tela de *feedback* 27
Figura 4 - AnReQuim, A) tela de Animação; B) tela de níveis de complexidade e desempenho 28
Figura 5 - AnReQuim, A) Tela de Balanço estequiométrico; B) tela de Editor de Reações.. 29
Figura 6 - Níveis de Representações Químicas de Johnstone 32
Figura 7 - Modelo organizacional do experimento de ensino com o AnReQuim 58
Figura 8 - AnReQuim, A) telas de seções de balanceamentos de equações químicas. Conteúdos abordados; B) atividades e C) animações 72
Figura 9 - Tela de atividades – A) *feedback* – certo; B) *feedback* – errado 77
Figura 10 - AnReQuim, A) tela principal; B) tela de tutorial 81
Figura 11 - Controles de Som 92
Figura 12 - Tela dos níveis de complexidade e de desempenho 94

LISTA DE QUADRO E TABELA

Quadro 01 - Trabalhos selecionados e analisados 45

Tabela 01 - Tempo de realização do experimento de ensino 66

LISTA DE FLUXOGRAMAS

Fluxograma 1 - Organização composicional da dissertação 22
Fluxograma 2 - Etapas dos estudos e produção das coletas de dados da pesquisa 60
Fluxograma 3 - Organização das categorias 67

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Clareza dos conteúdos abordados 70
Gráfico 2 - Facilidade de realização das atividades 74
Gráfico 3 - Facilidade de navegação 80
Gráfico 4 – Tutorial 80
Gráfico 5 - Interação entre estudante-aplicativo-conteúdo-atividade..... 85
Gráfico 6 – Motivação 89
Gráfico 7 – Autonomia 93
Gráfico 8 - Níveis de Complexidade 95
Gráfico 9 – *Feedback* 98
Gráfico 10 - Atividades contribuírem para o fortalecimento do ensino e aprendizagem 105
Gráfico 11 - AnReQuim contribuir para a aprendizagem 107

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

USF	Universidade São Francisco
CEFAPRO	Centro de Formação e Atualização de Professores
PPGECM	Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática
UNEMAT	Universidade do Estado de Mato Grosso
TD	Tecnologia Digital
TIC	Tecnologia de Informação e Comunicação
OA	Objeto de Aprendizagem
ODA	Objeto Digital de Aprendizagem
APP	Aplicativo
AnReQuim	Análise de Reações Químicas
OC	Orientações Curriculares
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação
TDIC	Tecnologia Digital de Informação e Comunicação
PUC-RJ	Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
EaD	Educação a Distância
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
PhET	*Physics Education Technology Project*
EJA	Educação de Jovens e Adultos
TALE	Termo de Assentimento Livre e Esclarecido
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa

SUMÁRIO

CAMINHOS PERCORRIDOS PELO PESQUISADOR XVII
1 INTRODUÇÃO 19
2. UMA BREVE APRESENTAÇÃO DO AnReQuim 23
3. O ENSINO DE QUÍMICA 31
3.1 O ensino de química no contexto pedagógico e social 31
3.2 A importância dos processos de ensino e aprendizagem de balanceamento de equações químicas 35
3.3 O uso de tecnologias digitais no ensino de química 36
3.4 Objetos Digitais de Aprendizagem no ensino de química e avaliações pedagógicas e técnicas 38
3.5 Ensino remoto 42
3.6 Uma breve revisão de literatura 43
4. DELINEAMENTO DA PESQUISA 55
4.1. Experimento de ensino 56
4.2. Sujeitos e local da pesquisa 58
4.3. Percursos realizados para avaliação do AnReQuim 59
4.3.1. Etapa 1: apresentação do planejamento da pesquisa e do AnReQuim 60
4.3.2. Etapa 2: Revisão dos conteúdos de equilíbrio químico e balanceamento de equações químicas por tentativa, sem o uso do AnReQuim 60
4.3.3. Etapa 3: Instrumentos de produção, coleta e análise dos dados 61
4.3.4. Etapa 4: produção e coleta de dados 63
4.4 Organização dos resultados e as categorias formadas 66
5. RESULTADOS e DISCUSSÕES 69
5.1 O AnReQuim como mobilizador da aprendizagem de conceitos químicos 69
5.2 O AnReQuim como mediador da aprendizagem de conceitos químicos 84
5.3 O AnReQuim como recurso digital pedagógico para a aprendizagem de conceitos químicos 104
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS 114
7. REFERÊNCIAS 117
APÊNDICE A 127
QUESTIONÁRIO AVALIATIVO 127
APÊNDICE B 129
EXPERIMENTO DE ENSINO 129

APÊNDICE C.....131
TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE).....131
APÊNDICE D.....135
TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE 135

C**AMINHOS PERCORRIDOS PELO PESQUISADOR**

Em atenção à formação contínua do professor é importante ressaltar a relevância de cursos de Pós-Graduação na busca de conhecimentos que resultem em melhorias nos processos de ensino e aprendizagem, visto que, é sabido que a qualidade do ensino depende em primeiro lugar da qualidade do professor (DEMO, 1985).

Os caminhos que percorri até alcançar esta etapa de minha vida profissional e pessoal iniciou-se em Jundiaí, interior do estado de São Paulo, quando cursava o último ano do Ensino Fundamental. Em meio a uma aula de História em que o professor da disciplina promoveu um debate sobre qual era o nosso pensamento de continuidade para o Ensino Médio, modalidade regular ou profissionalizante? Haja vista que, na época existia estas opções. Foi neste dia que o professor nos informou ainda da existência do curso Técnico em Química. Esta informação me chamou a atenção e, ao encerrar o Ensino Fundamental, ingressei no Ensino Médio profissionalizante no curso de Técnico em Química.

Ao concluir o Ensino Médio com a formação de Técnico em Química, ingressei no mercado de trabalho, e o que já havia me chamado a atenção, tornou-se uma paixão pela profissão. Então, posteriormente, resolvi dar continuidade na minha formação e ingressei no ensino superior no curso de Licenciatura e Bacharelado em Química na Universidade São Francisco - USF. Etapa que concluí no ano 2000.

Sempre atuei em indústrias na área de Química e, quando decidi mudar-me com minha família, para o Estado de Mato Grosso em 2003, surgiu a oportunidade de executar outra formação que obtive no ensino superior, a de professor de Ciências no Ensino Fundamental. No ano de 2004 comecei a ministrar aulas no Ensino Médio. Percebi com o passar do tempo e com as experiências e aprendizagens adquiridas, o quanto gostava desta digna profissão.

No ano de 2007, prestei o concurso público no Estado de Mato Grosso, para a vaga de docente em Química. Fui aprovado e assumi esta função no mês de julho do mesmo ano, posto que exerço até o presente momento.

Sempre tive o desejo de continuar minha formação e, em 2018, me inscrevi para concorrer a uma vaga no Mestrado do PPGECM-Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da UNEMAT - Universidade do Estado de Mato Grosso Carlos Alberto Reys Maldonado. Fui aprovado e estou cursando, com objetivos de buscar novas aprendizagens por meio de conteúdos e pesquisas para assim acrescentar novas metodologias de ensino e aprendizagem na prática educacional.

Em certo momento, no ano de 2018, conheci o professor mestre, Fabio Caires, que na época era professor formador do Centro de Formação e Atualização de Professores - CEFAPRO de Matupá-MT. Ele foi responsável pela formação continuada na escola na qual trabalho e pela apresentação do aplicativo QuiLegAl, como recurso digital pedagógico para trabalharmos em nossas aulas com os estudantes.

Gostei do projeto e, ao conversar com ele sobre o programa de mestrado de Barra do Bugres e sobre o aplicativo, obtive a informação de que havia a necessidade de avaliar este aplicativo em sala de aula com estudantes do 1º ano do Ensino Médio. Então, resolvi tentar ingressar na turma de 2019 com a proposta de avaliar o aplicativo QuiLegAl com estudantes e, após todo o processo seletivo, fui aprovado.

Após o ingresso no programa de mestrado, houve uma mudança do aplicativo a ser avaliado no projeto inicial, do QuiLegAl para o AnReQuim. Esta mudança ocorreu, em especial, pelo fato de que, o AnReQuim acabara de ser produzido e ainda não havia sido avaliado. No entanto, a proposta de execução da pesquisa foi a mesma, ou seja, a avaliação das potencialidades do AnReQuim como recurso digital pedagógico em contextos de ensino para a aprendizagem de conceitos químicos, em especial, balanceamento de equações químicas por tentativa, na percepção de estudantes do Ensino Médio.

1 INTRODUÇÃO

As frequentes mudanças na sociedade contemporânea, impulsionadas principalmente, pelo desenvolvimento e uso de tecnologias digitais (TD), têm trazido consigo o fomento à construção de diversos recursos de acesso à informação, os quais, têm promovido a socialização do conhecimento e alterações do cotidiano. Essa conjuntura, além de representar um grande desafio diante da velocidade em que as tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) são produzidas e postas em circulação e uso, propicia novas formas de produzir e compartilhar conhecimentos.

Na área educacional, essa realidade não tem sido diferente, representando um desafio para a escola, professores e estudantes acompanhar esse desenvolvimento tecnológico que traz inovações nas formas de ensinar e aprender, em especial, com a utilização de objetos de aprendizagem (OA), que podem ser digitais ou não digitais. Nesta pesquisa, optou-se por utilizar o termo Objetos Digitais de Aprendizagem (ODA), mantendo a definição de Hodgins e Duval (2002, p. 6) na qual o ODA é "[...] qualquer entidade, digital ou não, que pode ser usada, reutilizada ou referenciada durante o aprendizado apoiado pela tecnologia".

Nos processos de ensino e aprendizagem de Química, o uso de TD, em especial ODA, pode despertar o interesse dos estudantes, em especial, a respeito de conteúdos curriculares que demandam aprendizagens de assuntos complexos, cujos estudos envolvem a compreensão de representações simbólicas e microscópicas/atômicas moleculares (POZO; CRESPO, 2009; GIORDAN, 2015; OLIVEIRA; CARVALHO; KAPITANGO-A-SAMBA, 2019).

Visando contribuir na aprendizagem de Química, em 2018, foi desenvolvido o aplicativo AnReQuim, pelo cientista da computação e pós-graduando João Milani Junior (MILANI JUNIOR, 2018; MILANI JUNIOR; CARVALHO, 2020). Esse aplicativo foi desenvolvido durante a pesquisa de mestrado de João Milani Junior no Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM/UNEMAT). O AnReQuim contempla os conteúdos: reações químicas, balanços estequiométricos, equilíbrio químico e balanceamento de equações químicas por tentativa; assuntos esses, apontados pelos professores do ensino médio de duas escolas públicas do interior do Estado de Mato Grosso, ouvidos durante o desenvolvimento do aplicativo (MILANI JUNIOR, 2018).

No entanto, até o momento da realização desta pesquisa, o AnReQuim ainda não havia sido avaliado com estudantes, nem com relação as suas funcionalidades, nem quanto aos

recursos que oferece em situação de ensino. Nesse sentido, optou-se pela avaliação do uso do AnReQuim como recurso digital pedagógico com estudantes do ensino médio. Esses estudos permitem aprimorar o AnReQuim e produzir conhecimentos sobre esse objeto que podem fomentar o seu uso como recurso digital pedagógico nos processos de ensino e aprendizagem de Química. É oportuno esclarecer que na referida pesquisa de avaliação do AnReQuim com estudantes do ensino médio, o foco foi a avaliação das características dos aspectos pedagógicos e técnicos, de acordo com os trabalhos de Silva e Elliot (1197), Galafassi; Gluz e Galafassi (2013), Braga (2015), Oliveira (2017) e Figueiredo (2021).

A partir desse problema de pesquisa, passou-se à delimitação e definição dos objetivos da pesquisa. Adotou-se como objetivo geral da pesquisa: Avaliar os aspectos pedagógicos e técnicos do aplicativo AnReQuim, em contexto de ensino e aprendizagem de conceitos químicos, em especial balanceamento de equações químicas por tentativa, com estudantes do 3ª ano do Ensino Médio, identificando as potencialidades e possíveis necessidades de aprimoramento dos aspectos pedagógicos e técnicos deste ODA. Para melhor compreender o objetivo geral, subdividiu-se o mesmo em objetivos mais específicos, sendo eles: explorar e conhecer o aplicativo AmReQuim em contexto de aprendizagem de balanceamento de equações químicas por tentativa, com estudantes do 3º ano do Ensino Médio; identificar as potencialidades pedagógicas e técnicas do AnReQuim, em contexto de ensino e aprendizagem de balanceamento de equações químicas por tentativa, com estudantes do 3º ano do Ensino Médio; investigar os possíveis aprimoramentos dos aspectos pedagógicos e técnicos deste pedagógicas e técnicas do AnReQuim.

A pesquisa foi realizada em uma escola estadual, localizada no perímetro urbano do município de Terra Nova do Norte-MT e teve como questões norteadoras: “Quais as potencialidades e possíveis aprimoramentos, do ponto de vista pedagógico e técnico, que o aplicativo AnReQuim apresenta?”, “O AnReQuim possui potencial de contribuir com os processos de ensino e aprendizagem de Química, em especial, assuntos como equilíbrio químico e suas associações e balanceamento de equações químicas por tentativa?”.

Com objetivo de responder aos propósitos desta pesquisa, utilizou-se o experimento de ensino como metodologia para a produção e coleta de dados, juntamente com outros instrumentos: questionário avaliativo; rodas de conversa e observação participante. Estes instrumentos deram sustentação à produção de dados deste trabalho, por meio de pesquisa qualitativa com caráter exploratório.

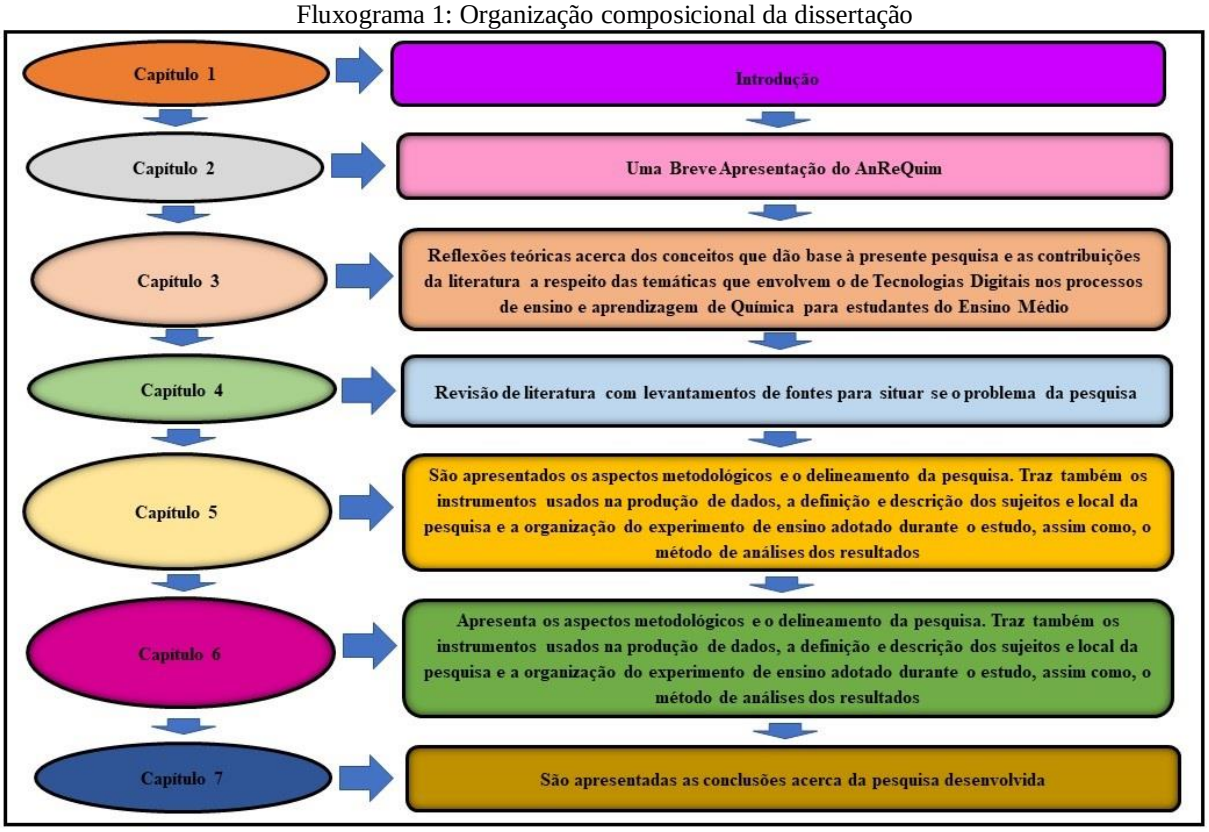
Nesse sentido, a realização dos estudos teve início com uma breve apresentação do projeto de pesquisa e do aplicativo AnReQuim com os estudantes. Nesta etapa, foi realizado o

convite aos estudantes para participarem da pesquisa. Em um segundo momento, realizou-se uma revisão dos conteúdos de equilíbrio químico e balanceamento de equações químicas por tentativa e resolução de atividades de balanceamento de equações químicas com os estudantes, por meio do método tradicional. Esta etapa teve o objetivo de recapitular os conteúdos abordados, anteriormente, em sala aula e sanar dúvidas. Em um terceiro momento, foi realizado o experimento de ensino com a utilização do aplicativo AnReQuim, com os estudantes, organizados em duplas e trios. Os encontros de estudo aconteceram em datas diferentes para cada organização dos estudantes. Vale salientar que foi disponibilizado o AnReQuim antecipadamente para que os estudantes pudessem conhecer e explorar o aplicativo.

Ao término de cada experimento de ensino, foi aplicado questionário avaliativo individual com perguntas fechadas e abertas com o intuito dos estudantes avaliarem o aplicativo. As perguntas fechadas visaram a produção de dados a respeito de determinadas características dos aspectos pedagógicos e técnicos, como: clareza dos conteúdos, facilidade de navegação e de realização das atividades, autonomia de acesso aos conteúdos e atividades, contribuição do *feedback* para o entendimento do assunto, motivação, atividades organizadas por níveis de complexidade, entre outros. As perguntas abertas visaram a produção de dados a respeito de o AnReQuim possuir: fácil manuseio, ser atrativo, interativo, motivador; *feedback* e se o aplicativo contribui para a aprendizagem. Por último, foram realizadas rodas de conversas com os estudantes para relato das percepções e apontamentos dos estudantes a respeito das potencialidades pedagógicas e técnicas e possíveis aprimoramentos do AnReQuim, com base no questionário avaliativo.

Neste sentido, é apresentada a organização das seções que compõem o desenvolvimento desta presente pesquisa, que pode ser visualizado no fluxograma abaixo:

Fluxograma 1: Organização composicional da dissertação



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

2. UMA BREVE APRESENTAÇÃO DO AnReQuim

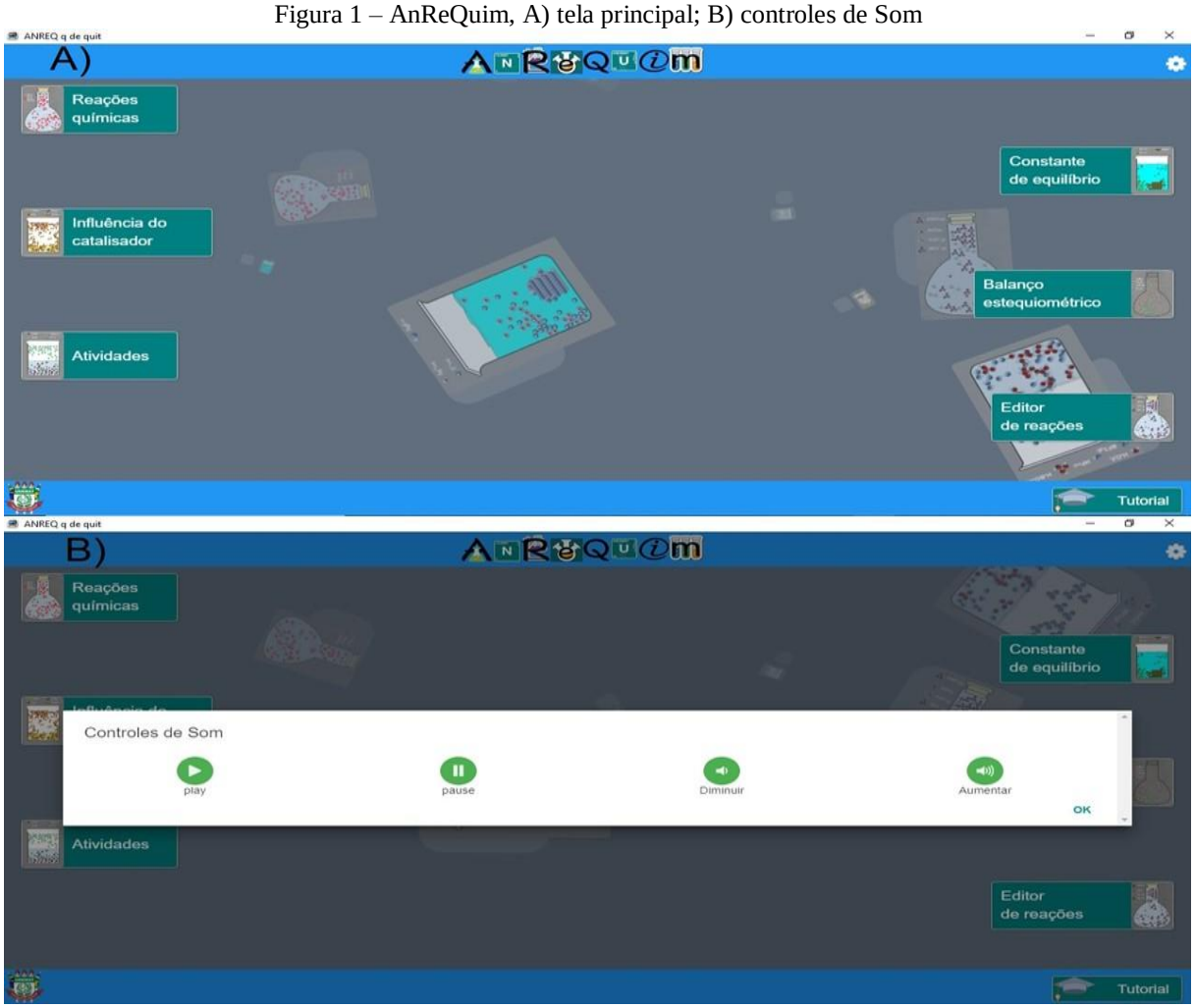
O AnReQuim, cujo nome é constituído pelas inicias de “Análise de Reações Químicas”, foi desenvolvido como recurso digital de ensino tipo aplicativo multiplataforma, pode ser utilizado em computadores e dispositivos móveis como *notebooks*, *smartphones*, *tablets* e funciona em modo *off-line* (MILANI JUNIOR, 2018; MILANI JUNIOR; CARVALHO, 2020).

Esse aplicativo foi produzido por João Milani Junior, durante sua pesquisa de mestrado, no Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM) com o propósito de ser utilizado em processos de ensino e aprendizagem de Química. O desenvolvimento do AnReQuim foi realizado de forma planejada e observando demandas pedagógicas levantadas com um grupo de professores de Escolas Públicas do Estado de Mato Grosso, que ministram a disciplina de Química no Ensino Médio (MILANI JUNIOR, 2018).

O AnReQuim possui uma tela principal simples e intuitiva e aborda os conteúdos relacionados a equilíbrio químico e suas associações e oferece atividades interativas (Figura 1A).

Também traz uma trilha sonora e possui um botão de controle do som representado por uma “engrenagem” que fica na parte superior direita da tela (figura 1B). Este botão está disponível em todas as telas do aplicativo (MILANI JUNIOR, 2018).

Figura 1 – AnReQuim, A) tela principal; B) controles de Som

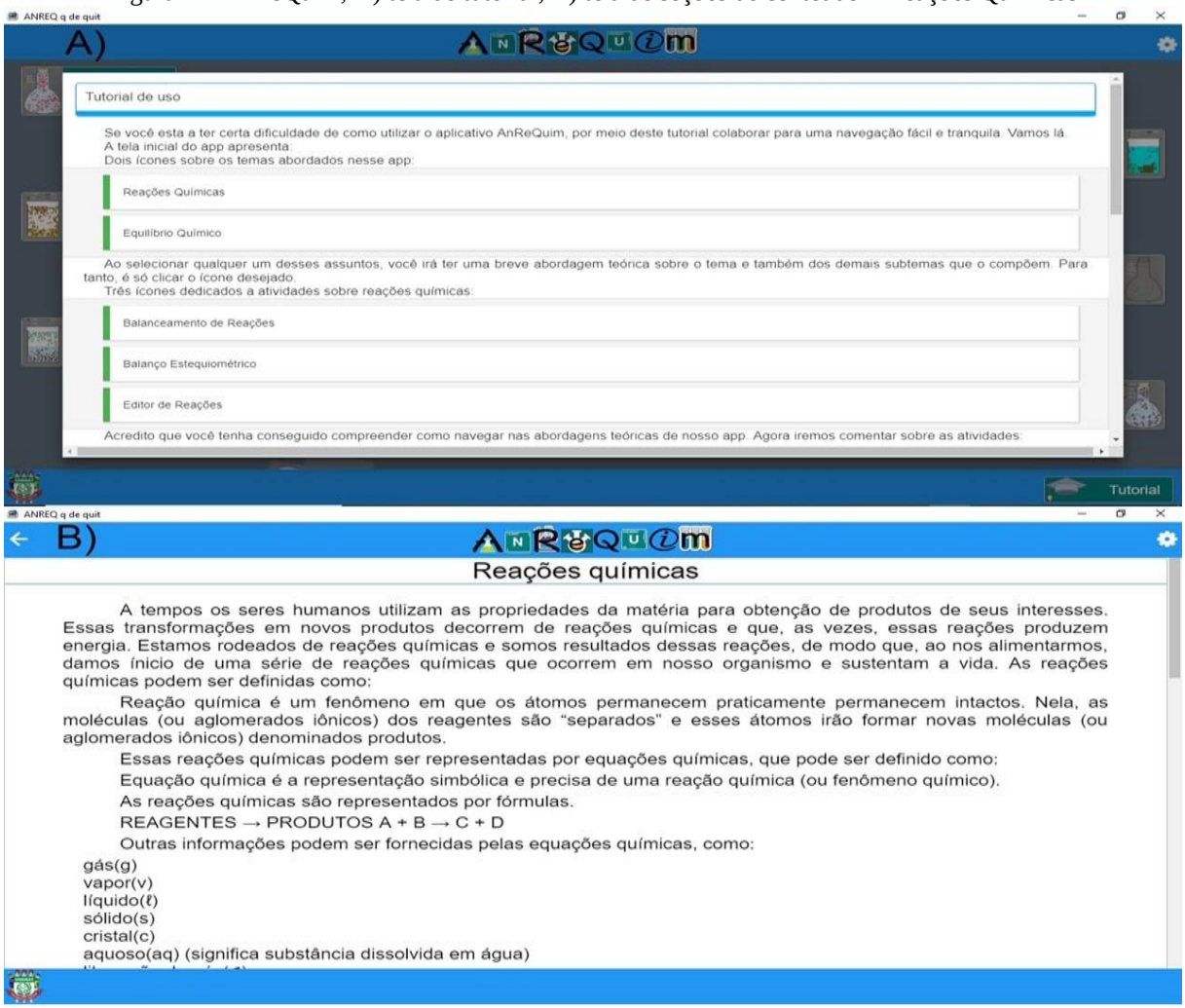


Fonte: Autor (2022)

O aplicativo possui também um tutorial com informações que têm por objetivo auxiliar o usuário a utilizá-lo (Figura 2A). O botão de acesso a este tutorial está disponível na tela principal, à direita e na parte inferior (Figura 1A).

Os conteúdos que o AnReQuim aborda são: reações químicas; estequiometria; balanceamento de equações químicas; equilíbrio químico; constante de equilíbrio; deslocamento do equilíbrio e fatores que influenciam na velocidade das reações químicas (Figura 2B).

Figura 2 – AnReQuim, A) tela de tutorial; B) tela de seções de conteúdo – Reações Químicas



Fonte: Autor (2022)

O AnReQuim possui atividades de múltipla escolha para que se estabeleça os coeficientes estequiométricos para o balanceamento das equações químicas. São trezentos e vinte e uma equações químicas e estão organizadas em dez níveis de complexidade (MILANI JUNIOR, 2018).

Para resolver as atividades, o usuário/estudante tem que utilizar as barras de rolagens para cima (↑) ou para baixo (↓) para ajustar números necessários e estabelecer os coeficientes estequiométricos e, ao finalizar a atividade, clicar no botão "responder" para conferir o resultado (Figura 3A), e receber um *feedback* automático que informa se o balanceamento químico está correto ou incorreto (Figura 3B) (MILANI JUNIOR, 2018).

Caso o usuário não deseje refazer a atividade que errou, poderá "pular" a questão ao clicar no botão "próximo" e realizar, assim, a próxima atividade. Também possibilita, caso o usuário deseje, alterar o nível de complexidade das atividades. Para tanto, é só clicar no botão "nível", na cor azul, que está na parte inferior e à esquerda da tela de resolução (Figura 3A).

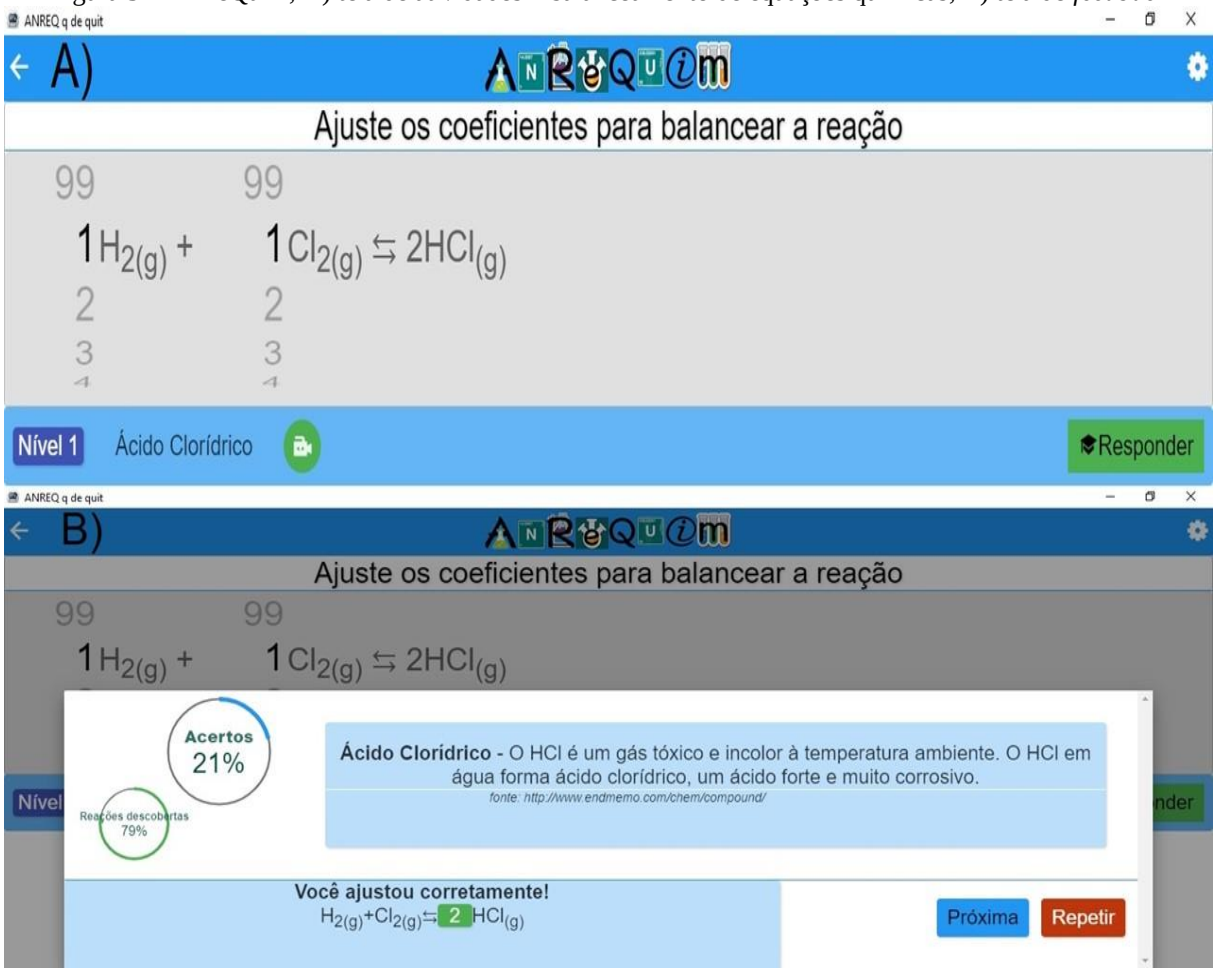
Desta maneira, o usuário poderá escolher em resolver as atividades de acordo com seu desejo e/ou necessidade (Figura 3B) (MILANI JUNIOR, 2018; MILANI JUNIOR; CARVALHO, 2020).

Em todas as equações químicas é apresentado o nome do produto da reação, que está na parte inferior, à esquerda da tela da atividade em questão (Figura 3A).

A tela do *feedback* também disponibiliza, de forma automática, informações como o percentual de "reações balanceadas", ou seja, o índice de acertos de balanceamentos de equações químicas relativos ao nível de complexidade selecionado e a quantidade de atividades que estão corretas dentre o universo das 321 equações químicas que o aplicativo possui (Figura 3B).

Também apresenta informações de alguma(s) propriedade(s) físico-química(s) e/ou curiosidade(s) sobre um ou mais compostos da equação química, cujas referências servem para atrair o interesse e a atenção do estudante para situações que fazem parte do cotidiano e, por vezes, não sabe do que se trata, de onde vem e para que serve. Estas informações possibilitam ao usuário agregar outros conhecimentos (Figura 3B).

Figura 3 – AnReQuim, A) tela de atividades – balanceamento de equações químicas; B) tela de *feedback*



Fonte: Autor (2022)

Com a finalidade de estimular a visualização do fenômeno ocorrido na reação química, 48 atividades apresentam animações que representam a ocorrência da teoria das colisões que acontece entre as moléculas envolvidas. Possuem o intuito de demonstrar ao usuário como é a ocorrência de uma reação reversível, por meio da representação macroscópica de um fenômeno microscópico (Figura 4A).

As animações exibem de maneira simultânea nos dois sentidos, ou seja, as moléculas dos reagentes separadas e a junção destas para a formação do produto, denominada reação direta e, a quebra da(s) molécula(s) do(s) produto(s) formado(s) para a formação dos reagentes, chamada de reação inversa. Todos os participantes da reação química estão apresentados em cores diferentes para facilitar a visualização e o entendimento do fenômeno (Figura 4A).

A equação química que possui animação apresenta botão representado por uma "câmera de vídeo", na cor verde, que está na parte inferior e à esquerda na tela de resolução da atividade, do lado direito do botão de "nível" (Figura 3A). Para acessar, basta clicar no

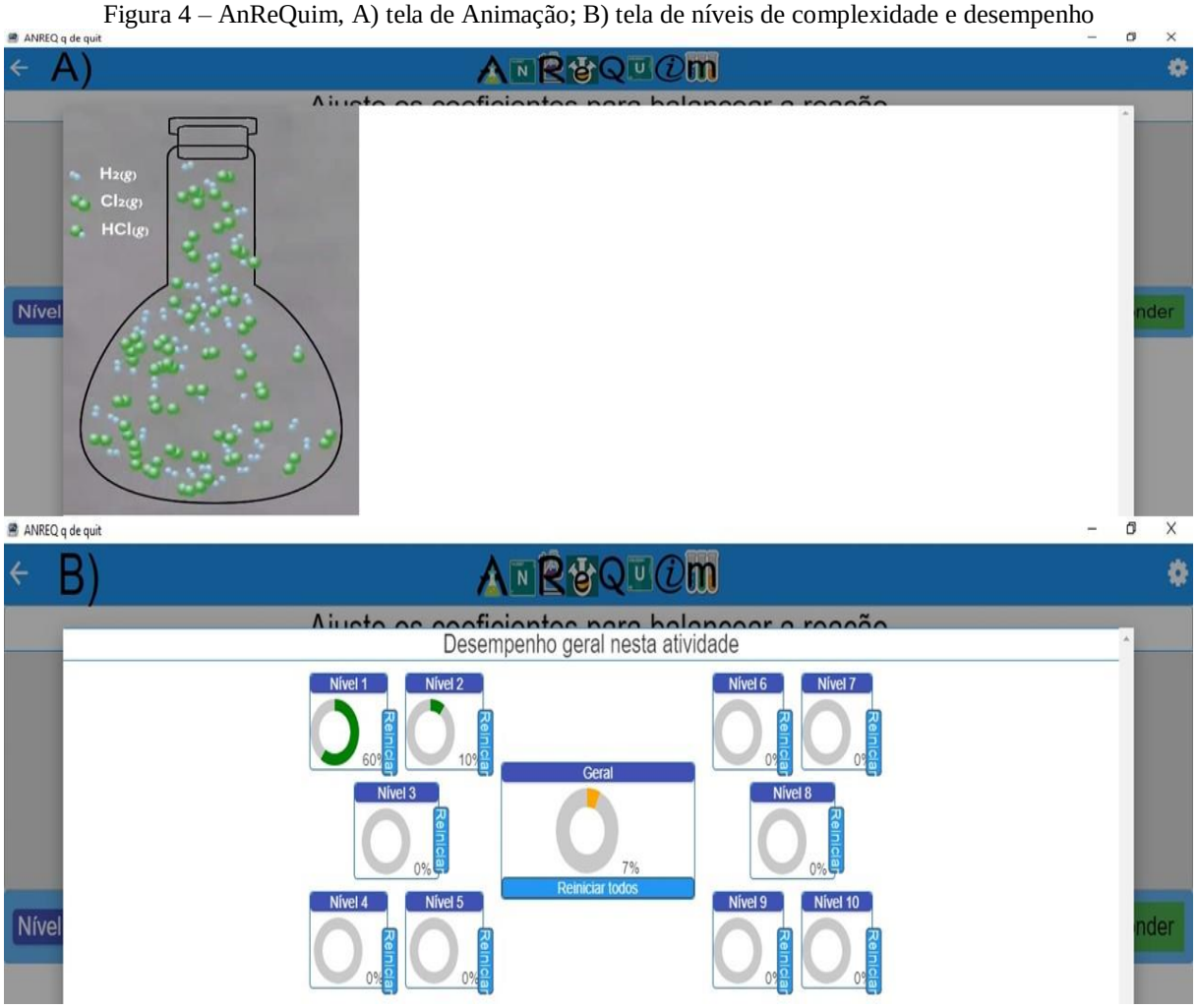
botão “câmera de vídeo” que aparece a animação da respectiva reação química (Figura 4A) (MILANI JUNIOR, 2018; MILANI JUNIOR; CARVALHO, 2020).

O AnReQuim apresenta uma tela que informa o percentual de “reações balanceadas” de cada nível de complexidade e em um quadro geral de acertos, ou seja, a percentagem de acerto das equações químicas balanceadas em todos os níveis de complexidade.

Caso o usuário deseje, poderá reiniciar o nível de complexidade ao clicar no botão “reiniciar” que aparece independentemente do nível de complexidade que se encontra. Se preferir zerar todos os níveis de complexidade de uma única vez, basta clicar no botão “reiniciar” do quadro geral (Figura 4B).

Para ter acesso a estes percentuais, basta clicar no botão “nível” (Figura 3A) que estas informações serão disponibilizadas. Esta autonomia é para que o usuário/estudante possa resolver os balanceamentos químicos novamente e quantas vezes desejar (MILANI JUNIOR, 2018; MILANI JUNIOR; CARVALHO, 2020).

Figura 4 – AnReQuim, A) tela de Animação; B) tela de níveis de complexidade e desempenho

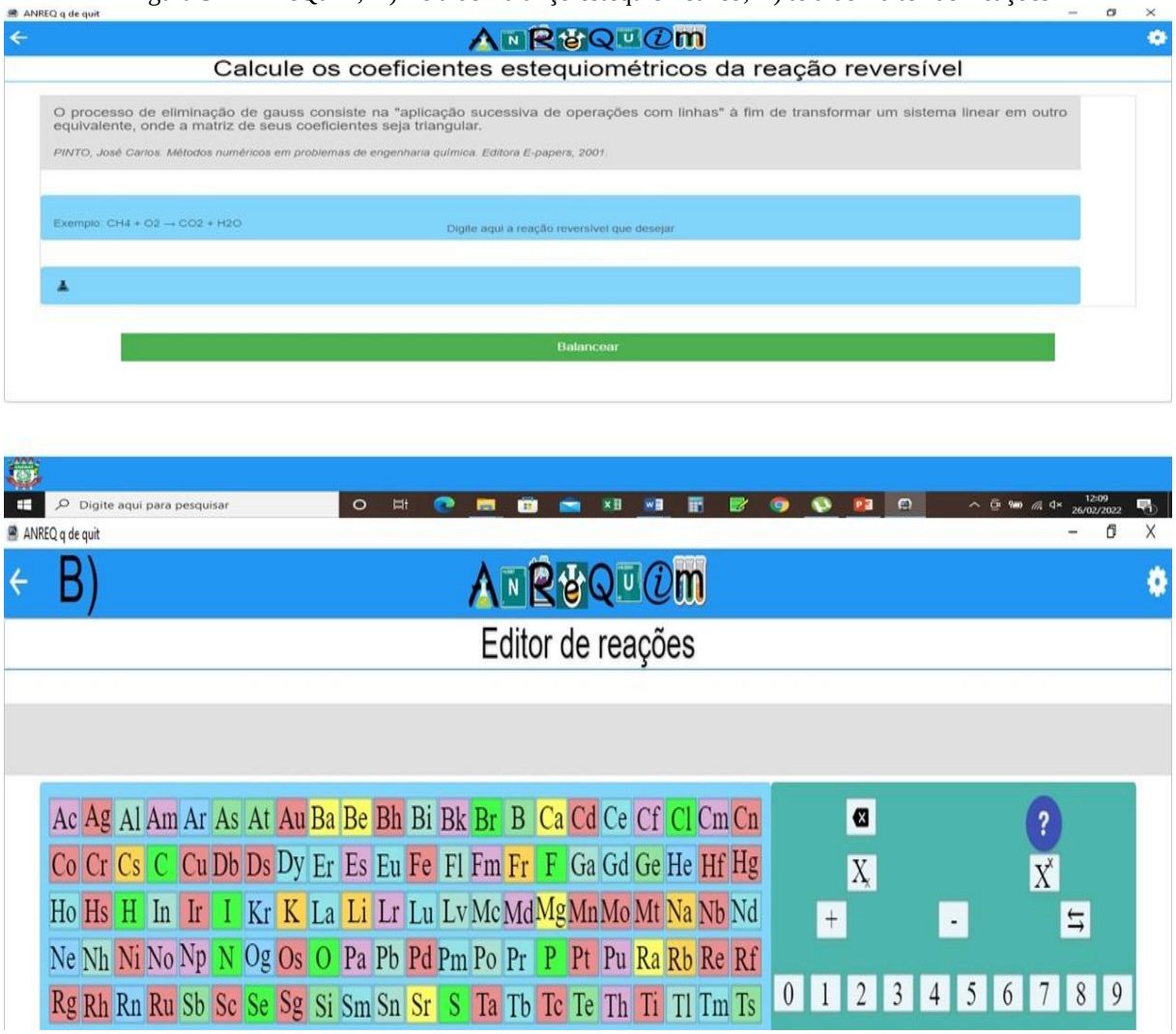


Fonte: Autor (2022)

O AnReQuim apresenta uma seção denominada “Balanço estequiométrico” que possibilita ao usuário escrever a equação química com os devidos coeficientes estequiométricos a serem balanceados. Ao clicar no botão “balancear” em cor verde, localizado na parte inferior da tela, receberá um *feedback* que informa se o balanceamento da equação química está correto ou incorreto (Figura 5A) (MILANI JUNIOR, 2018; MILANI JUNIOR; CARVALHO, 2020).

O AnReQuim disponibiliza também uma seção chamada “Editor de Reações” com o objetivo de contribuir com os usuários na construção das reações. Esta seção possui um botão de ajuda representado pelo sinal de interrogação na cor azul, com instruções necessárias para a utilização (Figura 5B) (MILANI JUNIOR, 2018).

Figura 5 – AnReQuim, A) Tela de Balanço estequiométrico; B) tela de Editor de Reações



Fonte: Autor (2022)

Dessa forma, o AnReQuim atende as características que são desejáveis, como: interatividade; autonomia; cognição; afetividade; disponibilidade; granularidade; confiabilidade; durabilidade e possibilidade de reúso. Além disso, o AnReQuim ainda não passou por nenhuma avaliação pedagógica, principalmente no que se refere ao levantamento de potencialidades e possíveis melhorias para o uso em situação de ensino (MILANI JUNIOR, 2018).

3. O ENSINO DE QUÍMICA

3.1 O ensino de química no contexto pedagógico e social

A disciplina de Química ocupa uma posição relevante no currículo escolar, como instrumento de investigação, produção de bens e desenvolvimento socioeconômico (LEITE; LIMA, 2015; BNCC, 2018). A Química é a área da Ciências da Natureza e suas Tecnologias que "estuda a natureza, a composição e as transformações da matéria" (RUSSELL, 1994, p. 17) e tem papel importante no contexto cultural, social, político, científico e tecnológico. Faz parte do cotidiano das pessoas e está presente em tudo que nos rodeia.

Nesse sentido, os conteúdos de Química, aliados ao contexto social, permitem ao estudante uma reflexão acerca da sua realidade, desenvolvem a capacidade de posicionar-se criticamente diante de questões sociais e, desta forma, aprimoram suas habilidades e desenvolvem a autonomia que auxilia na tomada de decisões, fundamentadas em informações relevantes que lhe permite usar o conhecimento científico e tecnológico na solução de problemas cotidianos (BERNARDELLI, 2004; POSO; CRESPO, 2009; PORTO, 2013; PASCOIN; CARVALHO; SOUTO, 2019; OLIVEIRA; MILANI JUNIOR; CARVALHO, 2020).

A Química como disciplina específica só é ofertada aos estudantes a partir do 9º ano do ensino fundamental, juntamente com a Física, que formam os componentes da disciplina de Ciências do referido ano. Apesar de serem ministradas pelo mesmo professor que, em sua maioria, são de Ciências Biológicas, os conteúdos destas disciplinas são desenvolvidos em separado e resumidos, visto que, cada disciplina tem a duração de apenas um semestre (MILARÉ; FILHO, 2010).

O aprofundamento da disciplina de Química na escola, dar-se-á no ensino médio. O professor deste nível de ensino, tem tido a missão de construir estratégias que levem o estudante a superar dificuldades, muitas vezes, trazidas do ensino fundamental, assim como, progredir com os conteúdos inerentes ao ensino médio para que possa desenvolver habilidades básicas necessárias ao prosseguimento dos estudos e, eventualmente, na vida profissional (LIMA; LEITE, 2012; LIMA, 2016).

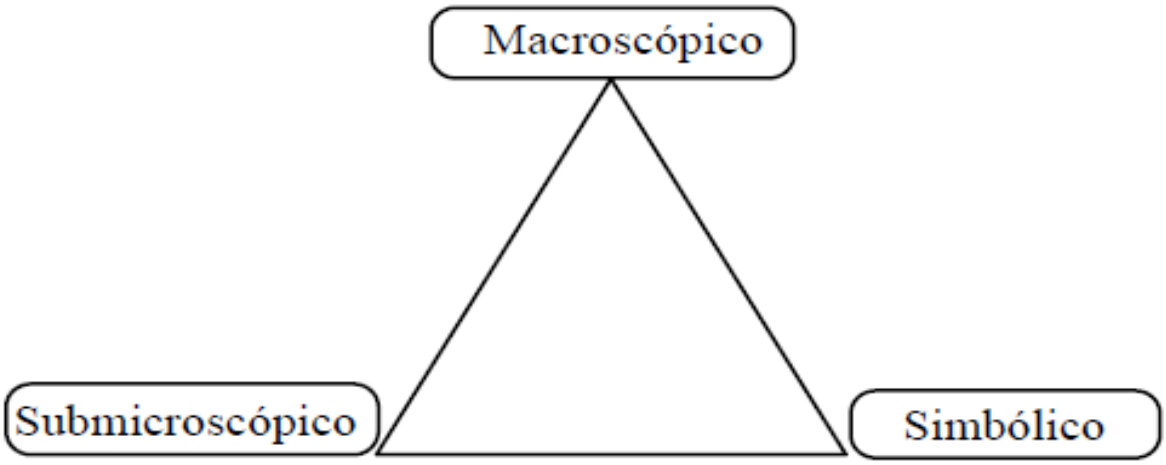
Fazer uso de uma linguagem acessível, ordenar os conteúdos de maneira lógica, conciliar atividades práticas e fazer uso de ODA, nos processos de ensino e aprendizagem, pode contribuir na otimização de estratégias que possibilitem potencializar o aprendizado, no

desenvolvimento dos estudantes e construção de conhecimentos de Química de maneira significativa (BERNARDELLI, 2004; PORTO, 2013; SANTOS et al., 2013; LIMA, 2016).

Os processos de ensino e aprendizagem de Química envolvem basicamente a compreensão de três níveis das representações denominadas por Johnstone (2000), nos quais os conteúdos desta disciplina são: macroscópico, relacionado ao que é perceptível, mensurável; microscópico (ou submicroscópico), relativo ao não observável (íon, molécula, átomo) e o representacional, referente a simbologia, fórmulas e equações químicas (JOHNSTONE, 2000 apud WARTHA; REZENDE, 2011; MONTAGNA et al., 2012).

Wartha e Rezende (2011) apresentaram uma representação dos níveis de representação química.

Figura 6 – Níveis de representações químicas de Johnstone



Fonte: Johnstone (2000, apud WARTHA; REZENDE, 2011)

De acordo com as Orientações Curriculares (OC) do Estado de Mato Grosso, 2012:

> Não podemos esquecer que *as explicações dos fenômenos químicos podem acontecer em três níveis, quais sejam: macroscópico, microscópico e representacional*. Sabemos que, para explicar os fenômenos químicos em nível microscópico (cognitivamente muito importante no ensino de Química), necessitamos da ajuda dos modelos (MATO GROSSO, 2012, p. 92).

Em relação aos modelos citados pela OC (2012), podem ser compreendidos como maneiras de caracterizar ideias originárias de uma atividade mental para interpretar o entendimento inicial sobre determinado assunto (MONTEIRO; JUSTI, 2000).

No entanto, a depender de como for trabalhado com os estudantes, os níveis de representações químicas, poderão acarretar dificuldades de entendimento e, consequentemente, o aprendizado pode ser prejudicado, haja vista que, as representações

microscópicas e simbólicas são as que apresentam complexidade por serem abstratas (WARTHA; REZENDE, 2011).

O nível macroscópico/atômico molecular deve ser o elo entre estes níveis para que se possa compreendê-los. Uma das maneiras de se estabelecer a associação destes três níveis representacionais dos fenômenos químicos, para oportunizar o entendimento, é o uso de modelagens e simulações (MONTAGNA et al., 2012; GIORDAN, 2015; OLIVEIRA; CARVALHO; KAPITANGO-A-SAMBA, 2019).

Um dos maiores desafios do ensino e da aprendizagem em Química é desenvolver estratégias que chamem a atenção e motivem os estudantes. Dessa forma, propicia a eles experiências que agreguem significados e permitam a construção de novos saberes, como meio de desenvolvimento intelectual e social. Desenvolver também independência e autonomia nas tomadas de decisões, para que assim, possam contribuir com o crescimento epistemológico, cognitivo e pessoal (GIORDAN, 1999; PAZ et al., 2007; AGUIAR; FLORES, 2014).

Um dos desafios do ensino na era tecnológica tem a ver com o perfil dos estudantes, denominado "nativos digitais" (PRESNKY, 2001; PALFREY; GASSER, 2011), que estão inseridos de maneira integral no universo das tecnologias digitais, e que fazem uso destes recursos para comunicar-se, para estudar, como entretenimento, entre outros fins.

A escola está diante de estudantes que pensam e agem de maneira diferente dos educadores que utilizam, muitas vezes, apenas métodos tradicionais nos processos de ensino e aprendizagem, como pontua Presnky (2001) ao destacar que os estudantes "[...] estão acostumados a receber informações muito rapidamente. Eles gostam de processar mais de uma coisa por vez e realizar múltiplas tarefas". Palfrey e Gasser (2011) pontuam que os estudantes apresentam atribuições singulares no que se refere ao uso de tecnologias e o domínio da linguagem digital.

Para os "nativos digitais", a forma de estudo com a utilização de livros, apostilas, e outros materiais impressos, tende a não despertar interesse e atenção, haja vista que, como conseguem realizar várias atividades ao mesmo tempo, ficar fixado em apenas uma atividade tradicional, não faz com que se concentrem e nem se sintam motivados pelo assunto (PRENSKY, 2001; PALFREY; GASSER, 2011).

Quando os conteúdos estudados em sala de aula estão aliados ao uso das tecnologias, o estudante sente-se motivado a realizá-los, visto que, esses recursos permitem ensino e aprendizagem de forma interativa, além de, uma proximidade com a realidade com que

vivenciam (FANIN, 2016; OLIVEIRA; SOUTO; CARVALHO, 2018; PASCOIN; CARVALHO; SOUTO, 2019).

Ainda em relação a motivação dos estudantes, fator intrínseco ao processo educacional, Santos (2000) apud TAROUCO et al., 2014), reitera que o material pedagógico é primordial para despertar o interesse do estudante, que passou a ser um desafio a competência do professor, que tem a primorosa tarefa de gerar situações estimuladoras nos processos de ensino e aprendizagem.

Dessa forma, a busca pelo conhecimento requer motivação, uma das premissas para que os estudantes possam ter uma aprendizagem eficaz, durante a caminhada educacional, alcançando os objetivos desejados nos processos de ensino e aprendizagem. De acordo com Alcará e Guimarães (2007), para buscar novos conhecimentos e oportunidades, o estudante deve estar envolvido com o processo de aprendizagem, dessa forma, se "comprometerá" com entusiasmo e "demonstrará" disposição para novos desafios e novos conhecimentos.

O estudante, durante sua trajetória escolar, necessita consolidar relações, compreender textos, atividades e desenvolver habilidades e competências básicas para entender os assuntos abordados, esses são fatores essenciais para o desenvolvimento efetivo para sua aprendizagem. Durante o ensino fundamental, algumas competências básicas devem ser alcançadas, ao passo que, são bases para a continuidade do caminhar com êxito nas etapas seguintes do ensino, como o ensino médio (LIMA; LEITE, 2012; FLÔR; CASSIANI, 2016; LIMA, 2016).

Assim, ao final da última etapa do ensino básico, o Ensino Médio, o estudante deverá desenvolver habilidades e competências de modo que sua formação lhe oportunize ascender nos quatro pilares da educação do século XXI, que de acordo com Delors (1998) constituem-se em:

> [...] aprender a conhecer, isto é, adquirir os instrumentos da compreensão; aprender a fazer, para poder agir sobre o meio envolvente; aprender a viver juntos, a fim de participar e cooperar com os outros em todas as atividades humanas; finalmente, aprender a ser, via essencial que integra as três precedentes (DELORS, 1998, apud OC, 2006, p. 107).

Para que os estudantes tenham acesso a esses quatro pilares da educação do Século XXI, a escola e os profissionais da educação têm importância central, tanto no desenvolvimento do ensino e aprendizagem de conteúdos, quanto na organização de um ambiente agradável, acolhedor, atrativo e motivador, de modo que os mesmos se sintam como parte integrante, ativa e sejam protagonistas deste processo (DELORS, 1998; SILVA; FERREIRA, 2014; SILVA; OLIARI, 2021).

Nesse contexto, a Base Nacional Comum Curricular – BNCC (2018) estabelece que a escola ofereça aos estudantes uma aprendizagem de qualidade, na perspectiva do desenvolvimento de habilidades e competências, ofertando-lhes subsídios necessários para a sua real formação de cidadãos, dentro da sociedade da qual fazem parte (BRASIL, 2018).

Para que a aprendizagem seja satisfatória e significativa, é importante que o professor se mantenha em reflexão constante acerca da sua prática, de como integrar teoria, prática e contextualização, agregada a metodologias de ensino diversificadas, com recursos pedagógicos diversos, incluindo os de tecnologias digitais.

Além disso, para que a aprendizagem de Química seja envolvente e funcional, o professor deve utilizar de metodologias que visam facilitar e possibilitar a compreensão dos assuntos condizentes com o atual contexto social, na perspectiva de contribuir na formação de cidadãos participativos e atuantes (SILVA; KAYSER, 2015; BITTENCOURT; ALBINO, 2017; NETO; BLANCO; ARAÚJO, 2019).

Nesse sentido, o ensino e aprendizagem de Química, com uso de TD, pode despertar interesse dos estudantes, em especial, a respeito de conteúdos curriculares que demandam aprendizagens de assuntos complexos, cujos estudos envolvem a compreensão de representações simbólicas e microscópicas/atômicas moleculares (POZO; CRESPO, 2009; GIORDAN, 2015; OLIVEIRA; CARVALHO; KAPITANGO-A-SAMBA, 2019).

3.2 A importância dos processos de ensino e aprendizagem de balanceamento de equações químicas

A Química como ciência tem como objetivo, dentre muitos, analisar os processos que envolvem as reações químicas, como a alteração de estado físico e variação da composição que podem ocorrer com os componentes presentes no sistema (MAHAN; MYERS, 1996; FELTRE, 2004; MORTIMER; MACHADO, 2013; FONSECA, 2016).

A representação dos processos químicos acontece por meio de equações químicas que também demonstram as modificações antes e após a ocorrência da reação. Também possui a finalidade de facilitar a visualização e compreensão dos fatores envolvidos em uma reação química em estudo, por meio de símbolos e fórmulas (MAHAN; MYERS, 1996; ATKINS; JONES, 2001; FELTRE, 2004; MORTIMER; MACHADO, 2013).

No entanto, para que todos os processos envolvidos em uma reação química em estudo sejam realizados de maneira correta, é importante que a equação química esteja devidamente balanceada (FELTRE, 2004; FONSECA, 2016).

O balanceamento de equações químicas é um conteúdo importante, visto que, outros conteúdos relativos à disciplina de Química dependem deste assunto. Sendo assim, para desenvolver atividades teóricas e práticas que envolvam reações, como equilíbrio químico, cálculos estequiométricos, entre outros (SILVA; AMARAL, 2015; SOUZA et al., 2017).

Balancear uma equação química consiste em equivaler as quantidades de átomos (número de mols) dos elementos químicos das substâncias dos reagentes e dos produtos na reação (BROWN et al., 2005) e, assim, deixar a reação química devidamente equalizada (em massa).

Possíveis obstáculos que dificultam o entendimento deste assunto pelos estudantes, estão relacionados a compreensão dos rearranjos das moléculas devido às transformações químicas (MORTIMER; MIRANDA, 1995, GIORDAN; GOES, 2005; WHARTA; RESENDE, 2011; PASCOIN, CARVALHO, SOUTO, 2019; OLIVEIRA; CARVALHO; KAPITANGO-A-SAMBA, 2019; PASCOIN; CARVALHO, 2020).

O conteúdo relacionado a balanceamento de equações químicas é ensinado, em geral, de maneira tradicional, ou seja, aulas expositivas, que consistem na explicação do conteúdo, feito pelo professor, com o suporte da lousa. Porém quando esses mesmos conteúdos passam a ser ensinados de maneira inovadora, com diversos recursos didáticos, tecnológicos, em especial ODA, o interesse dos estudantes pode aumentar significativamente (MENDES; SANTANA; JÚNIOR, 2015).

Ao apresentar o conteúdo sobre balanceamento de equações químicas, o professor acaba por demonstrar os três níveis de conhecimento das transformações químicas: o macroscópico, que pode ser perceptível ao expor e analisar a ocorrência das reações visível à visão humana; o microscópico/atômico molecular, ao demonstrar os rearranjos dos átomos e moléculas durante a ocorrência da reação; e o simbólico, representado pelas fórmulas das substâncias químicas envolvidas na transformação (FERNANDES; REIS, 2015).

3.3 O uso de tecnologias digitais no ensino de química

As TD estão em constante evolução e ganham cada vez mais espaço em diferentes contextos sociais. Essa realidade trouxe consigo mudanças significativas no modo de viver das pessoas, promovidos pela facilidade da informação e comunicação que as TDIC propiciam. (KENSKI, 2003; NICHELE; SCHLEMMER, 2014; BITTENCOURT, 2017). Dessa forma, está cada vez mais difícil dissociar os processos de ensino e aprendizagem do

uso dessas tecnologias digitais. Elas estão por toda parte, mudaram a forma das pessoas pensarem, agirem e se relacionarem.

Nesse sentido, o trabalho realizado dentro da escola precisa estar em consonância com essa nova realidade, o que requer que professores reflitam acerca de suas práticas e, busquem meios de aprimorá-las, com o intuito de acompanhar as mudanças que ocorrem com fluidez (LÉVY, 1993; GIORDAN, 2015; GRESCZYSCZYN, FILHO, MONTEIRO, 2016).

Além disso, os estudantes estão em constante contato com as TD, desenvolvendo habilidades e competências a respeito dessas tecnologias digitais. O uso desses recursos de maneira contextualizada e condizente com a proposta pedagógica, pode propiciar aos estudantes a promoção e a expansão do letramento digital, o desenvolvimento de habilidades cognitivas e uma mudança benéfica nas relações pessoais e sociais (NICHELE, 2015; FERREIRA; ROSADO; CARVALHO, 2017, OLIVEIRA, 2018; CARVALHO; KAPITANGO-A-SAMBA, 2019; FIGUEIREDO, 2021; TORRES; OLIVEIRA; CARVALHO, 2021).

Proporcionar aos estudantes um ensino de qualidade, que os leve à reflexão, ao desenvolvimento de habilidades e competências que lhes garantam o direito de progredir em todos os âmbitos, sejam eles, profissionais ou pessoais, requer além de práticas tradicionais, aquelas que buscam a contextualização com a realidade, a interpretação de símbolos, letras e imagens (GIORDAN; MELEIRO, 2003; GRESCZYSCZYN; FILHO; MONTEIRO, 2016).

Fazer bom uso das TD e da *internet*, exige saber explorá-las de forma crítica e autônoma, principalmente no que tange a interpretação e seleção de conteúdos que nela circulam. O letramento digital é parte integrante das orientações cabíveis ao sistema escolar, não só para motivar os estudantes com atividades prazerosas, mas também para que tenham consciência do seu uso como meio de pesquisa, de informação e sobretudo do conhecimento contínuo de sociedade. De acordo com Leite (2015, p. 32) “As TIC são mais que um recurso didático para o professor, são parte integrante da vida dos alunos. Elas devem ser exploradas de diversas maneiras, gerando inúmeras possibilidades na prática educativa”.

Ao professor compete, com o apoio da escola, o ensino com significado e a constante busca de metodologias e recursos pedagógicos que visem agregar qualidade nos processos de ensino e aprendizagem. Dentre as estratégias, o uso de TD pode proporcionar relações dos conteúdos com a realidade. Para Kenski (2012), o uso das TD demarca uma nova era, uma nova forma de linguagem – a digital – o que causa impacto direto entre homem e sociedade.

Atividades de ensino com uso de TD, em especial ODA, podem possibilitar novas relações entre conteúdos, espaços e tempos e, gerar motivação nos estudantes em aprender

Química, o que consequentemente proporciona melhor desenvolvimento cognitivo e intelectual (SANTOS et al., 2013, OLIVEIRA, 2018; MILANI JUNIOR; CARVALHO, 2020; OLIVEIRA; MILANI JUNIOR; CARVALHO, 2020; FIGUEIREDO, 2021; TORRES; OLIVEIRA; CARVALHO, 2021).

Leite (2015, p. 59) recomenda o uso de dispositivos móveis nos processos de ensino de Química ao afirmar que a "aprendizagem móvel pode ser empregada no ensino de Química dada a sua facilidade de acesso a qualquer momento e em qualquer lugar".

Um aspecto que pode possibilitar resultados expressivos, com o uso de ODA é a promoção da autonomia, por meio da realização de estudos de acordo com as necessidades do estudante em um processo interativo, em tempos e espaços definidos pelo estudante, de forma que, com isso, acesse novos saberes e produza novos conhecimentos de maneira individual ou coletiva (FREIRE, 1996; BRAGA, 2015; MILANI JUNIOR; CARVALHO, 2020; OLIVEIRA; MILANI JUNIOR; CARVALHO, 2020; TORRES; OLIVEIRA; CARVALHO, 2021).

3.4 Objetos Digitais de Aprendizagem no ensino de química e avaliações pedagógicas e técnicas

A definição conceitual de Objeto de Aprendizagem tem sido matéria discutida por diferentes autores, como Wiley (2000, apud TAROUCO et al., 2014, p. 13) um dos primeiros a propor um conceito que define como sendo "[…] é qualquer recurso digital que pode ser reusado para apoiar a aprendizagem". Isso significa que esse recurso pode ser usado em diferentes contextos da aprendizagem. Outra definição proposta por (NASCIMENTO, 2007, p. 123) o define como "[...] recursos digitais desenvolvidos com certos padrões para permitir a reutilização em vários contextos educacionais".

Já Braga (2014, p. 233) considera as características dos aspectos pedagógicos ao apresentarem o conceito de Objeto de Aprendizagem, definindo como uma "[...] unidade educacional com objetivo de aprendizagem mínima associado a um tipo particular de conteúdo e atividades para a sua realização, caracteriza-se por ser digital, independente, e acessíveis através de metadados, a fim de ser reutilizados em diferentes contextos e plataformas".

Além disso, Braga (2014, p. 22) afirma que os OA "[...] podem ser vistos como componentes ou unidades digitais, catalogados e disponibilizados em repositórios na Internet para serem reutilizados para o ensino". Por fim, têm-se a definição de Hodgins e Duval (2002)

que engloba a perspectiva digital e não digital de OA, apresentado na seção introdutória desta pesquisa.

No que se refere à composição de um Objeto de Aprendizagem, Singh (2001) argumenta que precisa ser estruturado basicamente em três itens principais: objetivos, conteúdo, prática e *feedback*. O primeiro referente ao que de fato se deseja ensinar ou o que os estudantes podem aprender usando esse recurso. O segundo é referente ao conteúdo pedagógico para que o estudante alcance os objetivos. Por fim, a prática e a interação do estudante com o objeto, o qual pode lhe proporcionar resultados de seu desempenho, considerando as opções de retorno oferecidas aos usuários na forma de *feedback*. Essas são questões características de cada *software* ou aplicativo, as quais devem ser pensadas antes de se iniciar o desenvolvimento para fins educacionais.

Como já mencionado na seção introdução, os objetos de aprendizagem podem ser digitais ou não digitais, e devido à referida pesquisa focar exclusivamente os digitais preferiu-se utilizar a denominação Objetos Digitais de Aprendizagem (ODA) em todo o texto, observando a definição apresentada por Hodgins e Duval (2002), que melhor define o objeto de estudo nessa pesquisa.

Com a expansão crescente do uso de aplicativos para fins educacionais, tanto em sala de aula quanto fora dela, torna-se imprescindível que estes objetos digitais sejam de qualidade e possam contribuir, de fato, na promoção do conhecimento (OLIVEIRA, 2018; PASCOIN, CARVALHO, SOUTO, 2019; MILANI JUNIOR; CARVALHO, 2020; FIGUEIREDO, 2021; TORRES; OLIVEIRA; CARVALHO, 2021).

O professor, ao utilizar um ODA em práticas pedagógicas, necessita realizar uma seleção adequada e analisar características importantes, em especial, sob a perspectiva pedagógica e técnica. Estes aspectos podem ou não certificar a qualidade deste recurso pedagógico. Braga (2015) pontua que é essencial o ODA estar em concordância com o conteúdo para que possa favorecer o ensino e fortalecer a aquisição de conhecimento.

Neste contexto, é importante que o professor, ao escolher um ODA, esteja atento a aspectos que o qualifiquem, como: acessibilidade, usabilidade, conteúdo a ser abordado apresenta-se de maneira simples, clara e contextualizada, proporciona atração, motivação, autonomia, interação, criatividade e, esteja em consonância com o conteúdo abordado (REATEGUI; BOFF; FINCO, 2010; BRAGA, 2015, OLIVEIRA, 2017).

Os ODA que apresentam tutorial com informações, além de *feedback*, são mais completos e, facilitam o trabalho dos usuários. Para Baranauskas et al. (apud Valente, 1999, p. 51) “[...] tutorial é o responsável por planejar e governar a interação com o aluno”. Aguiar e

Flores (2008) pontuam que o *feedback* oferece suporte ao usuário no retorno acerca do objeto em estudo.

Braga (2015) pontua que os ODA necessitam conter características pedagógicas, cujo propósito é simplificar o uso por parte de professores e estudantes para alcançar aprendizado. Segundo a autora, o ODA deve cumprir os seguintes requisitos:

> **Interatividade**: indica se há suporte às consolidações e ações mentais, requerendo que o aluno interaja com o conteúdo do OA de alguma forma, podendo ver, escutar ou responder algo.
> **Autonomia**: indica se os objetos de aprendizagem apoiam a iniciativa e tomada de decisão.
> **Cooperação**: indica se há suporte para os alunos trocarem opiniões e trabalhar coletivamente sobre o conceito apresentado.
> **Cognição**: refere-se às sobrecargas cognitivas alocadas na memória do aluno durante o processo de ensino-aprendizagem.
> **Afetividade**: refere-se aos sentimentos e motivações do aluno com sua aprendizagem e durante a interação com o OA. (BRAGA, 2015, p. 26 e 27)

Ainda de acordo com a autora, é relevante apresentar características técnicas, relativas aos aspectos tecnológicos do objeto, baseadas em 3 teorias: "a) normas de qualidade de *software* ISO/IEC 9126; b) itens de avaliação sugeridos pela *Learning Object Review Instrument* (LORI); e c) índices de satisfação sugeridos pela *Computer Education Management Association* (CEdMA, 2001)" (BRAGA, 2105). São recomendados os requisitos. As características técnicas, consideradas por Braga (2015), são:

> **Disponibilidade**: indica se o objeto está disponível para ser utilizado.
> **Acessibilidade**: indica se o objeto pode ser acessado por diferentes tipos de suários (ex: idosos, deficientes visuais etc), em diferentes lugares (ex: lugares com acesso a internet, lugares sem acesso a internet etc) e por diferentes tipos de dispositivos (ex: computadores, celulares, tablets etc).
> **Confiabilidade**: indica que o OA não apresenta defeitos técnicos ou problemas no conteúdo pedagógico.
> **Portabilidade**: indica se o OA pode ser transferido (ou instalado) para diferentes ambientes, como, por exemplo, diferentes tipos de AVAs ou sistemas operacionais.
> **Facilidade de instalação**: indica se o OA pode ser facilmente instalado caso ele exija esse recurso.
> **Interoperabilidade**: medida de esforço necessário para que os dados dos OAs possam ser integrados a vários sistemas.
> **Usabilidade**: indica a facilidade de utilização dos ODA por alunos e professores.
> **Manutenibilidade**: é a medida de esforço necessária para alterações do OA.
> **Granularidade**: De maneira geral, a palavra granularidade origina-se da palavra grão, sendo que quanto maior o número de grãos de um sistema maior a sua granularidade. Trazendo este conceito para o âmbito dos objetos de aprendizagem, a granularidade é a extensão à qual um OA é composto por componentes menores e reutilizáveis.
> **Agregação**: indica se os componentes do OA (grãos) podem ser agrupados em conjuntos maiores de conteúdos como, por exemplo, as estruturas tradicionais de um curso.
> **Durabilidade**: indica se o OA se mantém intacto quando o repositório em que ele está armazenado muda ou sofre problemas técnicos.
> **Reusabilidade**: indica as possibilidades de reutilizar os OAs em diferentes contextos ou aplicações. Essa é a principal característica do OA e pode ser influenciada por todas as demais. (BRAGA, 2015, p. 27 e 28).

Diversas pesquisas recomendam que os ODA sejam avaliados quanto a sua qualidade para serem utilizados nos processos de ensino e aprendizagem (SILVA; ELLIOT, 1997; GALAFASSI; GLUZ; GALAFASSI, 2013; MACIEL; BACKES, 2013; FAGUNDES, 2014; BRAGA, 2015; LEITE, 2015; ANDRADE; ARAÚJO JUNIOR; SILVEIRA, 2017; OLIVEIRA, 2017).

Braga (2015) enfatiza que, para a avaliação de qualidade de ODA, é essencial a realização de testes durante e após o desenvolvimento do objeto, antes que seja disponibilizado aos usuários finais. Estes testes visam verificar se o ODA está de acordo com o planejado e diagnosticar possíveis falhas antes de sua validação e uso pelo público-alvo.

Ainda de acordo com a autora, uma metodologia a ser utilizada para avaliação da qualidade de ODA é o INTERA - Inteligência em Tecnologias Educacionais e Recursos Acessíveis. Destaca ainda que, os testes devem ser realizados com o público-alvo, que são os professores e estudantes, para a verificação e validação do ODA confeccionado sob a óptica do usuário final (BRAGA, 2015).

Para a produção do AnReQuim, Milani Junior (2018) desenvolveu as temáticas em conjunto com professores de Química de escolas públicas, baseou-se em Braga (2015) na busca da garantia de que fosse contemplado os requisitos necessários para a produção deste ODA, para que o mesmo apresente as seguintes características: “interatividade, autonomia, cooperação, cognição, afetividade, disponibilidade, acessibilidade, confiabilidade, portabilidade, facilidade de instalação, interoperabilidade, usabilidade, granularidade, agregação, durabilidade e reusabilidade” (MILANI JUNIOR, 2018, p. 70).

Nesse sentido, praticamente todas as características estão presentes no AnReQuim, exceto a característica de cooperação, haja visto que um dos requisitos do aplicativo é funcionar em modo *off-line*, ou seja, sem a necessidade de conexões externas”. Embora o AnReQuim tenha sido construído seguindo as diretrizes trazidas por Braga (2015) e com base em apontamentos realizados por professores de escolas públicas, esse ODA ainda não foi submetido à avaliação por estudantes do ensino, que é o público-alvo.

No contexto da avaliação de ODA, existem diversos métodos e adaptações (SILVA; ELLIOT, 1997; OLIVEIRA, 2017, FIGUEIREDO, 2021). Nas concepções de Silva e Elliot (1997), Oliveira (2017) e Figueiredo (2021) a avaliação de um ODA deve ser realizada por especialista na área, como professores com foco em aspectos pedagógicos e técnicos. Além disso, há a necessidade de avaliação por usuários (estudantes), foco da presente pesquisa, que feita com objetivo de avaliar os aspectos pedagógicos e técnicos do aplicativo AnReQuim, em contexto de ensino e aprendizagem, com estudantes do 3ª ano do ensino médio, buscando

discutir as potencialidades e possíveis necessidades de aprimoramento dos aspectos pedagógicos e técnicos deste recurso. Nesse processo avaliativo, observar interações, percepções e receptividade no momento do contato do estudante com o ODA são fatores importantes na verificação de sua qualificação. Esta ação avaliativa permite identificar potencialidades e limites do uso de ODA no contexto dos processos de ensino e aprendizagem.

Existem outros métodos avaliativos que são 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 (2009). Esse método consiste em avaliar, no ODA, características relevantes para a avaliação, como: ambiente educacional, aspectos motivacionais dos pesquisados, as individualidades, clareza dos conteúdos abordados, correção dos conteúdos, adequação do vocabulário de acordo com o público-alvo, conteúdo contextualizado, interação, produções de analogias quando necessário, entre outros aspectos, que analisam a qualidade técnica, pedagógica e funcional do objeto (LIMA; ALONSO; MACIEL, 2013).

No contexto da avaliação de ODA apresentada, na presente pesquisa, seguiu-se as perspectivas e fundamentos abordados por Silva e Elliot (1997), Oliveira (2017) e Figueiredo (2021), os quais recomendam avaliar os aplicativos pedagógicos, considerando três dimensões: técnicas, pedagógicas e específicas da disciplina. Conforme BRAGA (2015), a avaliação de ODA deve considerar dois aspectos: o pedagógico e o técnico. Nesta pesquisa, foram usados, para análise, dois últimos aspectos: pedagógico e técnico, sendo, com isso, feita uma junção dos aspectos pedagógicos e específicos da disciplina. Todos esses autores pontuam, também, que os ODA devem ser avaliados por especialistas e usuários (estudantes). A opção por esses autores citados, deve-se ao fato seus fundamentos terem maior proximidade com os objetivos da avaliação do AnReQuim.

3.5 Ensino remoto

No Brasil, os termos “ensino remoto” foram muito usados e relacionados às atividades pedagógicas realizadas fora do espaço escolar, sendo desenvolvidas com o uso da internet e de tecnologia da informação e comunicação (TIC), durante o período da pandemia de Covid-19, que perdurou entre os anos 2020 e 2021. Em decorrência desta situação, as instituições de ensino públicas e particulares, inicialmente, interromperam suas atividades por completo. Esta

situação obrigou as Secretarias Estaduais de Educação a organizarem e instituírem modelos e sistema de ensino à população estudantil (SANTOS; ZABOROSKI, 2020).

Em Mato Grosso as aulas das escolas estaduais de educação básica, no ensino público, foram interrompidas entre os meses de fevereiro a julho de 2020. O retorno às aulas ocorreu após este período de modo remoto, em que o convívio diário entre profissionais da educação e estudantes foram substituídos pelo ambiente residencial e por intermédio de TIC, por meio de plataformas de colaboração para a educação (PORTARIA Nº 374/2020/GS/SEDUC/MT).

Nesse contexto, as TIC passaram a ser os principais meios de comunicação e interação entre o estudante, o professor e instituição de ensino, em razão da distância física, sendo recursos facilitadores e imprescindíveis para os processos de ensino e aprendizagem (CASTRO; QUEIROZ, 2020). O retorno das aulas presenciais ocorreu em agosto de 2021.

Esta nova realidade, o ensino remoto, trouxe novos desafios e resultou em novas aprendizagens a todos os envolvidos, até mesmo aos que já possuíam habilidades e competências no âmbito das TD. Os professores tiveram que inserir novas metodologias e práticas pedagógicas na busca de um ensino que fosse capaz de despertar a atenção, motivação, interação, participação ativa e colaborativa e condução dos estudantes ao protagonismo na aprendizagem (MACIEL, 2012; FEITOSA et al., 2020; ROCHA et al., 2020; BARROS; VIEIRA, 2021; RODRIGUES et al., 2021; TORRES; OLIVEIRA; CARVALHO, 2021).

Embora os processos de ensino e aprendizagem tenham sido realizados de forma não presencial, as características do ensino remoto não devem ser confundidas com as características da educação a distância (EaD), sendo esta última, uma modalidade de educação já consolidada com concepções teórico-metodológicas e recursos digitais pré-definidos e usados por instituições de ensino em períodos anteriores à pandemia. Por outro lado, o ensino remoto constitui-se uma solução provisória diante da suspensão das aulas presenciais, com adaptações curriculares para a continuidade às atividades de ensino, até então presenciais, com o uso de determinadas tecnologias digitais utilizadas de forma emergencial durante o período de distanciamento social (GODOI et al., 2021).

3.6 Uma breve revisão de literatura

A revisão de literatura consiste na realização de levantamentos de fontes sobre determinado assunto com o intuito de verificar se o problema de pesquisa é original e, de que maneira, diferencia-se de outros trabalhos produzidos. Para tanto, recomenda-se uma

investigação de pesquisas que tenham abordado o mesmo assunto (BORBA; ALMEIDA; GRACIAS, 2018). Para Azevedo (2016) a Revisão de Literatura possui o intuito de investigar estudos anteriores publicados sobre o tema, desde que possuam características específicas e sejam correspondentes com o desejado.

Na presente pesquisa de revisão de literatura, foram realizadas buscas exploratórias ao Banco de Teses e Dissertações da CAPES e no buscador de assuntos acadêmicos *Google* Acadêmico. Foram utilizados os seguintes descritores: “avaliação de aplicativos para ensino de equilíbrio químico”, “avaliação de aplicativos para o ensino de balanceamento de equações químicas”, também, foi estendida a pesquisa a assuntos relativos “aplicativos para ensino e aprendizagem de equilíbrio químico e suas associações” e “aplicativos para ensino e aprendizagem de balanceamento de equações químicas”, com produções a partir de 2015. Como resultados, no Banco de Teses e dissertações da CAPES foram encontradas 3 dissertações. No *Google* Acadêmico foi encontrado apenas 1 artigo.

Do mesmo modo, foram efetuadas pesquisas em periódicos característicos. Nesses, foram encontrados trabalhos na Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, 2 artigos; na Areté – Revista Amazônica de Ensino de Ciências e na Revista Scientia Amazonia, com 1 artigo cada. Em outros periódicos pesquisados, como: Revista Química Nova na Escola; Química Nova; Revista Brasileira de Ensino de Química; Revista Química: Ciência, Tecnologias e Sociedade; Ciência e Educação, Investigações em Ensino de Ciências, Revista Virtual de Química, não foram encontrados tralhados relacionados aos descritores pesquisados. Pautou-se a escolha desses periódicos pela relevância que possuem na área de Química, tecnologia e educação.

Também foram encontrados trabalhos publicados em anais de congressos: VII Congresso Brasileiro de Informática na Educação – CBIE, 2018; V Congresso Nacional de Educação – CONEDU, 2018; XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – ENPEC, 2017, com 1 artigo em cada.

Para a descrição destes trabalhos acadêmicos pesquisados, foi utilizado o método de fichamento, uma metodologia que tem por objetivo abreviar uma pesquisa bibliográfica de uma maneira simples, clara e com o propósito de fácil compreensão ao leitor (FACHIN, 2005). Esta ordenação proporciona conhecimentos relevantes do assunto e sua leitura auxilia para uma apreciação e identificação das ideias centrais da pesquisa.

Os critérios de inclusão das produções acadêmicas para a revisão de literatura tiveram como enfoque os conteúdos equilíbrio químico e/ou balanceamentos de equações químicas, sendo apresentados por meio de conceitos e/ou de atividades, simulações ou jogos e,

principalmente, possuir o enfoque para uso em processos de ensino e aprendizagem, preferencialmente, da Educação Básica.

Quadro 1: Trabalhos selecionados e analisados

Ficha 1

Dissertação – Avaliação do aplicativo QuiLegAl por estudantes do ensino superior
Autor - FIGUEIREDO, E. O. Universidade Estadual de Mato Grosso – UNEMAT. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática - PPGECM. 83 p. Barra do Bugres-MT, 2021.
Figueiredo realizou uma pesquisa qualitativa que teve por objetivo avaliar o objeto digital de aprendizagem QuiLegAl na percepção de estudantes do ensino superior, com enfoque nos aspectos pedagógicos e técnicos. O trabalho foi realizado com estudantes do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT) – Campus Cáceres. Para a produção e coleta de dados, foram usados questionário avaliativo e roda de conversa. O QuiLegAl foi desenvolvido por Oliveira (2017) juntamente com uma equipe multidisciplinar em sua pesquisa de mestrado. O QuiLegAl é um ODA multiplataforma com diversos tipos de linguagens, como: imagens, textos, animações, simulações, atividades interativas e com *feedback* e aspectos interativos associados. Apresenta os seguintes elementos fundamentais: interface de apresentação, menu principal com quatro assuntos: Elementos químicos e ligações químicas; Substâncias químicas e suas representações; Equações e reações químicas: elementos básicos; Construtor livre. A pesquisa ocorreu em 5 encontros com os estudantes divididos em grupos, com aulas expositivas e práticas com o QuiLegal, sistematizado em metodologias ativas com o uso da sala de aula invertida; atividades a respeito de ligações, reações e balanceamento de reações químicas; seminários e socialização. As considerações e apontamentos dos estudantes apresentaram ao QuiLegAl resultados positivos e um potencial recurso digital pedagógico para os processos de ensino e aprendizagem e na obtenção de conhecimentos de conceitos químicos, ao apresentar informações claras, objetivas e contextualizadas, fácil acesso e visualização, proporcionar motivação e interação com as diversas mídias contidas no ODA. Foi apontado também a necessidade de algumas modificações no QuiLegAl e que estas adequações foram realizadas pela equipe que o produziu.
O trabalho de Figueiredo (2021) relativo ao QuiLegAl possui como em comum ao

AnReQuim o assunto balanceamento de equações químicas no campo das atividades. O QuiLegAl apresenta por escrito a equação a ser representada e o usuário escreve a fórmula do elemento e/ou substância química com os devidos coeficientes para o balanceamento estequiométrico que, ao clicar em verificar, o ODA informa apenas se está correto ou errado. Se estiver correto, o usuário poderá prosseguir nas atividades. No entanto, se estiver incorreto, no *feedback* não informa se são a(s) fórmula(s) e/ou coeficiente(s) que necessita(m) ser corrigido(s), apenas pede para que faça novamente e não é possível realizar balanceamento de uma outra equação química sem que complete a que ficou incorreta. No AnReQuim, as atividades são por meio de balanceamento das equações químicas com os ajustes dos coeficientes estequiométricos e o *feedback*, além de informar se está certo ou errado, no caso de erro, informar qual(is) coeficiente(s) necessita(m) ser corrigido(s). Os dois ODA possuem tutoriais para auxiliar o usuário.

Ficha 2

Artigo - Percepções e apontamentos de um grupo de discentes ao explorarem a Equimídi@
Autores - OLIVEIRA, F. C.; SOUTO, D. L. P.; CARVALHO, J. W. P. Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia - RBECT, v. 11, n. 02, p. 146–168, Maio/Agosto de 2018.
Esse artigo é resultado de uma pesquisa qualitativa caracterizado como um estudo de caso, em que os autores apresentam uma análise das percepções e apontamentos acerca das potencialidades e limitações da hipermídia Equimídi@, voltado ao ensino de Química relacionados ao conteúdo de equilíbrio químico, com estudantes do ensino médio de uma Escola Estadual da cidade de Barra do Bugres-MT. Para a produção e coleta de dados, foram usados questionário, entrevista e roda de conversa. As análises dos dados foram apoiadas em Silva e Elliot (1997) e Heidrich (2009) que pontuam ser necessário avaliar hipermídias junto a professores e, também, com estudantes em situação de ensino e aprendizagem. O Equimídi@ foi desenvolvido por Rocha (2012) que realizou avaliação junto a um grupo de professores e acadêmicos de licenciatura em Química. A pesquisa ocorreu com aulas expositivas de revisão de conteúdo relacionados a equilíbrio químico, com a apresentação de vídeos e atividades experimentais contidos no Equimídi@; exploração e realização de atividades presentes na hipermídia; realização de questionário avaliativo, entrevista e socialização com o intuito de relacionar conceitos da temática e, pontuar as compreensões e observações dos estudantes acerca das potencialidades e limitações do Equimídi@. Os apontamentos dos estudantes apresentaram resultados

favoráveis ao Equimídi@ como uma opção em potencial para o ensino e a aprendizagem de Química, ao apresentar fácil visualização e clareza nas informações, possibilitar motivação, interação com as diversas mídias contidas na hipermídia e entre os usuários. A hipermídia apresentou algumas limitações, em especial, a de não funcionar em sistema operacional Linux, o que impactou por limitar seu uso, visto que, os computadores das escolas públicas de Mato Grosso utilizam este sistema operacional.
A pesquisa realizada por Oliveira, Souto e Carvalho (2018) possui semelhança com o AnRequim no estudo relacionado ao conteúdo Equilíbrio Químico. No entanto, no AnReQuim, este assunto é abordado somente de maneira teórica. As duas pesquisas, Equimídi@ e AnRequim, possuíram o objetivo de avaliar por meio da experimentação as potencialidades e limitações para uso em situação de ensino com estudantes do ensino médio. Além disso, apresentam como metodologia, a pesquisa qualitativa, questionário avaliativo, roda de conversa e observação participante. Os trabalhos foram realizados em duplas, com o intuito da participação colaborativa entre os estudantes e, no caso do AnReQuim, em duplas e trios. Também, o papel do professor foi o de mediador do processo. O Equimídi@ e uma hipermídia composta por textos escritos e narrados, vídeos, hipertextos, simulações, animações, tutorial com informações para uso da hipermídia e links que permitem acesso a outros assuntos relacionados e, tem o objetivo, com o uso de diferentes meios, a compreensão de equilíbrio químico, não necessita de conexão à internet para poder ser utilizado, no entanto, para acessar a materiais complementares é necessária internet. Já o AnReQuim é um aplicativo multiplataforma, funciona em todos os sistemas operacionais e, é de fácil instalação. Seu foco maior são as atividades relacionadas ao conteúdo balanceamento de equações químicas por tentativa. O AnReQuim também possui tutoriais, 48 animações que representam a teoria das colisões e a formação e decomposição simultânea do produto da reação química.

Ficha 3

Artigo – Aprendizagem Comparativa Utilizando o Simulador (Software) PHET “Reações Reversíveis”, e a Aula Expositiva para o Estudo de Equilíbrio Químico
PIEDADE, C. S.; PEDRAÇA, A. S.; PIO, M. S. V Congresso Nacional de Educação – CONEDU, Olinda-PE; Anais V Congresso Nacional de Educação – CONEDU, p. 1-10, 2018.
O artigo apresenta a avaliação da utilização do *software* pedagógico PhET - Reações Reversíveis, um simulador multiplataforma, com o intuito de apoiar a compreensão dos

conceitos de equilíbrio químico. É resultado de uma pesquisa bibliográfica e de campo, de natureza qualitativa. Os instrumentos utilizados para produção e coleta de dados foram a observação e avaliação diagnóstica. A pesquisa foi realizada com estudantes do segundo ano do ensino médio, no Instituto de Educação do Amazonas – IEA, no município de Manaus-AM. Para a realização da pesquisa, inicialmente, foi realizada uma explanação a respeito do simulador. O estudo compreendeu a realização de um comparativo entre a abordagem da temática em uma turma com o uso do *software* e outra turma somente com metodologia tradicional de ensino e nas duas houve aula expositiva, sendo que estudantes responderam a um questionário avaliativo acerca da prática pedagógica. Este simulador virtual foi usado na forma de jogo didático, em que, nas simulações realizadas os estudantes buscaram correlacionar fenômenos diários com o seu cotidiano.
O trabalho de Piedade, Pedraça e Pio (2018) utilizou o *software* PhET - Reações Reversíveis. O simulador PhET - Reações Reversíveis possui como semelhança o conteúdo equilíbrio químico, no entanto, o AnReQuim aborda os conceitos apenas de maneira teórica. O PhET - Reações Reversíveis não apresenta tutoriais, somente simulações a respeito do assunto, o que pode dificultar o entendimento. Por meio de avaliação individual de desempenho dos estudantes dos dois grupos, os pesquisadores, ao comparar os resultados, evidenciaram que a utilização do PhET - Reações Reversíveis favoreceu de maneira significativa a aprendizagem. Os pesquisadores observaram, por meio dos resultados das avaliações, que o uso do *software* colaborou de maneira significativa na melhoria da aprendizagem do conteúdo equilíbrio químico.

Ficha 4

Artigo - IFQuimical: uma proposta de mediação no processo ensino-aprendizagem de química
ALVES, J. N.; ALMEIDA, A. M. F.; VIEIRA, M. D.; CARVALHO, A. R.; LEITE, M. A. G. L. VII Congresso Brasileiro de Informática na Educação – CBIE, Fortaleza-CE; Anais do XXIX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação – SBIE, p. 61-70, 2018.
Esse trabalho teve como objetivo apresentar a descrição do *software* IFQuímical, desenvolvido pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais (IFNMG) como um recurso digital pedagógico para o ensino e aprendizagem de Química do ensino médio. Aborda a temática balanceamento de equações químicas de neutralização ácido-base, em que o usuário insere os reagentes da equação química e, ao pedir o balanceamento químico, aparecerá uma tela com as informações: fórmula dos

reagentes; nome do sal inorgânico; a equação química; imagem deste sal, produto desta reação; temperatura de fusão e ebulição; massa molar; densidade e aplicações deste produto. Apresenta o "Simulado com questões do ENEM" com perguntas aplicadas no exame, nos últimos 10 anos, relacionados à disciplina de Química, agrupados com os seguintes assuntos: Acidez e Basicidade, Concentração, Densidade, Eletroquímica, Equilíbrio Químico, Estequiometria, Fenômeno Físico e Químico, Forças Intermoleculares, Funções Inorgânicas, Funções Orgânicas, Polaridade e Solubilidade, Propriedades Coligativas, Química Orgânica, Química Verde, Radioatividade, Reações Inorgânicas, Soluções, Substâncias e Misturas, Termoquímica e Transformações químicas. Apresenta também um ícone denominado "Materiais de laboratório" que visa apresentar informações de vidrarias frequentemente utilizados em ensaios químicos. Para obter estas informações, o usuário seleciona a vidraria desejada em uma lista disponibilizada pelo *software* e aparecerá a imagem do material selecionado, além de, alguns informes básicos (nome e descrição fundamental acerca de seu uso em laboratório).
O *software* IFQuímical ainda não passou por processo de avaliação em situação de uso por parte dos docentes e dos estudantes, e também, não foi desenvolvida uma versão *mobile* para uso em dispositivos móveis. Neste contexto, não é possível avaliar suas potencialidades e possíveis melhorias para uso em situações de ensino e aprendizagem. Ao passo que, o AnReQuim é um aplicativo multiplataformas e que passou por avaliação de estudantes.

Ficha 5

Dissertação - O Simulador PhET como Recurso Metodológico no Ensino de Reações Químicas no Primeiro Ano do Ensino Médio com Aporte na Teoria de Ausubel
SAMPAIO, I. S. Universidade Estadual de Roraima – UERR. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências - PPGEC. 104 p. Boa Vista-RR, 2017.
A pesquisa foi realizada com o objetivo de produzir metodologia diferente com o uso de simuladores virtuais PhET, a fim de despertar o interesse e motivar os estudantes a serem atuantes nos processos de ensino e aprendizagem de Química e oportunizar a obtenção de novos saberes. Este trabalho foi realizado com estudantes do primeiro ano do ensino médio da Escola Estadual José de Alencar, município de Rorainópolis – RR. A sequência didática foi elaborada em conjunto com a professora de Química da turma que também colaborou na execução da pesquisa e respondeu a um questionário para a pesquisadora. Os conteúdos trabalhados foram: reações químicas, balanceamento de equações, fórmula molecular,

reações reversíveis, reagentes, produtos e excesso, em que foram utilizados vários simuladores virtuais PhET, dentre eles, o Balanceamento de Equações Químicas. A pesquisadora e a professora realizaram um estudo preliminar dos simuladores para o uso na pesquisa. Inicialmente foi aplicado uma avaliação diagnóstica aos estudantes com o intuito da pesquisadora fazer uma análise do nível de aprendizagem e dificuldades de cada um em relação aos assuntos a serem trabalhados. Na prática pedagógica, realizada no laboratório de informática da escola, os estudantes, em grupo, utilizaram os simuladores PhET para a realização de reações químicas, balanceamentos de equações químicas. Após, a pesquisadora pediu para que os estudantes produzissem um relato em forma de texto, de que maneira as simulações de Reações Químicas ocorrem e como são efetuados os balanceamentos de equações químicas, as construções de moléculas e as reações reversíveis; reagentes, produtos e excessos, por meio do simulador PhET. Posteriormente, foi realizada uma avaliação formativa por meio da construção de mapas conceituais, observações em sala, testes escritos e apresentações orais dos estudantes. Como resultado, a pesquisadora concluiu o Manual - Simulador PhET. A utilização dos estudantes dos simuladores PhET contribuiu de maneira significativa na aprendizagem e no fortalecimento do conhecimento dos conteúdos de Química trabalhados.
O simulador PhET – Balanceamento de Equações Químicas, apresenta como similaridade ao AnReQuim, a maneira de se estabelecer os coeficientes estequiométricos para o balanceamento das equações químicas. No entanto, no PhET os coeficientes são estabelecidos por meio de setas para cima ou para baixo e, no AnReQuim, os números são estabelecidos por meio de barra de rolagem. Os dois ODA apresentam *feedback* automático, com a informação de acerto ou erro. No entanto, o PhET só informa que a resposta está errada e não apresenta em qual(is) coeficiente(s) é(são) necessário(s) corrigir, como acontece no AnReQuim, que fornece essas informações. Esta pesquisa também foi realizada com estudantes e divididos em grupos e eles mesmos que realizavam as atividades e professor e a pesquisadora atuaram como mediadores do processo, assim como no AnReQuim, só que neste caso, o pesquisador era o professor dos estudantes.

Ficha 6

Dissertação - Utilização e Avaliação de *Software* Educacional para o Ensino de Equilíbrio Químico
SIQUEIRA, F. Universidade Estadual de Maringá – UEM. Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática. 216 p. Maringá-PR, 2017.

Artigo - Utilização e avaliação de *software* educacional para ensino de equilíbrio químico
SIQUEIRA, F.; FILHO, O. S.; CIRINO, M. M. Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia - RBECT, v. 11, n. 01, p. 88–105, janeiro/abril de 2018.
Artigo - Software Educacional e Ensino de Equilíbrio Químico - Uma Proposta de Utilização e Avaliação
FILHO, O. S. XI ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Florianópolis. Julho de 2017.
Siqueira (2018) realizou uma pesquisa qualitativa com o intuito de investigar o potencial pedagógico do *software* educacional *The Law of Mass Action* (A Lei da Ação das Massas), caracterizado como um Recurso Educacional de Aprendizagem (REA), para uso no ensino de equilíbrio químico. Participaram da pesquisa dez estudantes do segundo ano do ensino médio de uma escola pública do estado do Paraná. A produção e coleta dos dados foram compostas por questionários, observações e captação de áudio para identificar as principais ideias dos estudantes. Os estudos foram realizados com apresentação teórica e atividades experimentais relacionadas ao conteúdo equilíbrio químico, com enfoque a reversibilidade das reações químicas e a relação entre uma reação química e sua constante de equilíbrio; apresentação do *The Law of Mass Action* e uso livre do *software* educacional por parte dos estudantes para conhecimento das funcionalidades; realização de simulações com o *software* com os estudantes organizados em duplas, para trabalhar os conceitos de equilíbrio químico e, por fim, debate relacionado às práticas experimentais e simulações com o uso do *software* e o intuito de avaliar a aprendizagem e a aquisição do conhecimento por meio dos apontamentos dos estudantes acerca das potencialidades e limitações do *software*. A análise e interpretação dos dados ocorreram de acordo com os pressupostos da Análise Textual Discursiva e a Teoria da Ação Mediada. Os resultados obtidos apontam que o uso do *The Law of Mass Action* mostrou-se satisfatório para uso em práticas pedagógicas de Química, de modo que os estudantes apresentaram melhoras no entendimento dos conceitos dos temas estudados. A pesquisadora conclui que o uso de TIC em práticas pedagógicas aliado a atividades experimentais podem colaborar de maneira significativa para os processos de ensino e aprendizagem.
A pesquisa de Siqueira apresenta semelhança com o AnReQuim apenas ao conteúdo equilíbrio químico. No *The Law of Mass Action* o assunto é apresentado por meio de simulações, enquanto no AnReQuim, a abordagem ocorre somente por animação. O *The Law of Mass Action* é um *software* que está escrito em inglês e para ser executado é

necessário a instalação do programa *CDF Player*, o que acarretou um contratempo na realização da pesquisa, visto que, os computadores da escola, não executaram o arquivo e foi necessário utilizar *notebooks* com sistema operacional *Windows* trazidos pelos estudantes. É um *software* que o usuário visualiza nos dois cilindros o deslocamento do equilíbrio químico, ao aumentar ou diminuir a concentração dos componentes da reação química genérica. Para tanto, deve mover o cursor dos componentes que está localizado acima dos cilindros. Cada um dos componentes está representado no cilindro por cor específica. Apresenta, abaixo dos cilindros, uma breve explanação, em inglês, a respeito de suas funcionalidades, que pode dificultar seu entendimento. Para ser utilizado, é necessária conexão com a *internet*. Os estudos foram realizados em conjunto com aulas práticas. Enquanto isso, o AnReQuim apresenta-se como um recurso digital mais completo, por ser um aplicativo multiplataforma de fácil instalação e que não necessita de conexão à internet, que o torna fácil para ser utilizado. Apresenta tutoriais em português, o que facilita o entendimento e possui uma quantidade maior de atividades divididos em 10 níveis de complexidade que propicia ao usuário maior opção de estudos para o aprendizado. Também apresenta animações que demonstram a teoria das colisões e a formação e decomposição do produto da reação química, além do "balanço estequiométrico" que consiste na digitação de uma equação química e o aplicativo realiza o balanceamento, e também, o "editor de reações" em que o usuário escreve a equação química e ele mesmo realiza o balanceamento.

Ficha 7

Artigo - Abordagem de reações químicas: uso do simulador PhET
PIEDADE, C.; GUIMARÃES, J. W. N.; MACEDO, V. B.; SANTANA, G. P. *Scientia Amazonia* – Revista on-line, v. 5, n. 2, p. 72-76, 2016.
Artigo - O Uso do software PhET como ferramenta para o ensino de Balanceamento de Reação Química
Autores – MENDES, A. P.; SANTANA, G. P.; JÚNIOR, E. S. F. P. Revista Amazônica de Ensino de Ciências – Areté, v. 8, n 16, p. 52-60, janeiro/junho de 2015.
Este trabalho teve como objeto a avaliação do *software* PhET – *Balancing-chemical-equations* em formato de jogo dividido em níveis de complexidade: baixo, médio e elevado, que simula balanceamento de equações química. A pesquisa foi desenvolvida com duas turmas de estudantes do primeiro ano do ensino médio no Instituto de Educação do Amazonas – IEA, no município de Manaus-AM. Uma turma utilizou o *Balancing-*

chemical-equations, para explorarem o *software* sem a explanação do conteúdo de maneira expositiva e a outra turma trabalhou o mesmo conteúdo somente de maneira tradicional. Cada turma teve um professor diferente. Ao término, os estudantes das duas turmas responderam a um questionário avaliativo a respeito dos estudos. Os autores concluíram que os resultados foram satisfatórios para os estudantes que utilizaram o *software* em comparação aos que não dispuseram do ODA no desenvolvimento do conteúdo.
O trabalho de Piedade (2016) a respeito do simulador *Balancing-chemical-equations* assemelha-se ao AnReQuim no que se refere às atividades relacionadas ao balanceamento de equações químicas, na qual o AnReQuim possui também uma conceituação teórica do assunto. Na realização das atividades no simulador *Balancing-chemical-equations*, ao tentar estabelecer o ajuste do coeficiente, aparece automaticamente a figura da molécula de cada um dos componentes da equação química e suas respectivas quantidades estabelecidas. No entanto, não apresenta tutorial e o *feedback* automático informa apenas se acertou ou errou a resolução da atividade, o que permite refazer a atividade ou o próprio simulador dar a resposta correta, somente após a resolução correta é possível prosseguir nas atividades. Para realização da pesquisa, o simulador não foi disponibilizado com antecedência para os estudantes, e também, não houve aula expositiva, de acordo com o estudo. Os estudos de cada grupo participante foram mediados por professores diferentes. Nos dois grupos, os professores não exploraram o raciocínio utilizado pelos estudantes para as resoluções das atividades. Foi por meio de avaliação individual de desempenho dos estudantes dos dois grupos que os pesquisadores analisaram o rendimento da aprendizagem e, deste modo, ao comparar os resultados, constataram que o uso do *Balancing-chemical-equations* contribuiu de maneira satisfatória para a aprendizagem. O AnReQím apresenta tutoriais e o *feedback* é automático. Se estiver errado, informa qual componente da equação química deve ser corrigido, o usuário refaz a atividade se desejar, se não, poderá prosseguir nas atividades no mesmo nível ou em outro que assim desejar sem impedimento. Também, possui 48 equações químicas que apresentam animações ao demonstrar a formação e a decomposição dos produtos simultaneamente.

Da mesma forma, ao realizar buscas em bancos e repositórios de ODA, como: PhET, *LabVirt*, BIOE, Portal Domínio Público, Escola Digital, RIVED e no *Play Store*, com o intuito de também verificar os aplicativos, *softwares* e simuladores para o ensino de equilíbrio químico e suas associações e balanceamento de equações químicas, foram encontrados alguns ODA. O repositório PhET apresenta os simuladores Balanceamento de Equações e

Balanceamento de Equações Químicas, o Escola Digital apresenta um simulador Balanceamento de Reações Químicas. No *Play Store*, dentre os vários aplicativos encontrados em língua portuguesa e estrangeira, está em maior quantidade, e foram relacionados alguns: em português: Equação Balanceada – Balanço Químico e Equação; Balanceador; Química; Química: Gerador de tarefa; em inglês: *Chemical Balancer – Chemical Equation Balancer; Balance Chemical Equation; ChemBalancer*; Chem Equation Balance; *Chemical Suite Free*; *Chemical Reactions*; *Balancing Chemical Equation;* CEB - *Equation Balancer*.

Ao realizar as pesquisas para o tema objeto da referida pesquisa, na tentativa de encontrar proximidade ao objeto de estudo, pôde-se constatar que, entre os resultados obtidos, nenhum dos trabalhos são apresentados de maneira abrangente sobre equilíbrio químico e as atividades sobre balanceamento de equações químicas também não possuem similaridades ao AnReQuím.

Dentre as pesquisas realizadas, o ODA que mais se assemelha ao AnReQuim é o PhET – Balanceamento de Equações Químicas (PIDADE, 2016; SAMPAIO, 2017), que aborda o balanceamento de equações químicas por meio de atividades.

Vale ressaltar que o artigo da pesquisa de Milani Junior (2020) não está apresentado nesta seção pelo fato de ser o estudo que fundamentou a estruturação da seção desta presente pesquisa “Uma Breve Apresentação do AnReQuim”.

Ao considerar os aspectos acima descritos, é importante destacar a relevância do desenvolvimento desta pesquisa, visto que, há poucas produções relacionadas ao tema. Além disso, a disciplina de Química também apresenta carência de ODA que fomentem propostas de trabalhos diferenciadas, para sala de aula. Nesse contexto, muito embora as tecnologias digitais tenham se popularizado, o ensino de Química ainda está longe desta realidade (GIORDAN, 2015; PAIVA et al. 2021).

4. DELINEAMENTO DA PESQUISA

A presente pesquisa foi de natureza qualitativa, quanto à natureza da abordagem e análise dos dados; exploratória, quanto ao objetivo da pesquisa e participante, quanto aos procedimentos técnicos utilizados na produção dos dados (GIL, 2002).

Ao considerar as contribuições apontadas por Flick (2013), pode-se reafirmar que a pesquisa qualitativa se apropria de métodos e teorias sem deixar de considerar a diversidade existente entre os participantes. Exige reflexão por parte do pesquisador(es) e do(s) pesquisado(s), o que se subtende um aprimoramento individual e coletivo dos participantes que vão além dos resultados obtidos.

Quanto aos objetivos definidos e buscados, a pesquisa é de caráter exploratório, cuja caraterística possibilita e oportuniza ao pesquisador uma proximidade maior com o assunto a ser pesquisado, de modo a fazer-se mais compreensível em relação ao aprimoramento de ideias, descobertas de percepções e possibilidades de construção de hipóteses (GIL, 2002). Além disso, tem a possibilidade de adequação e flexibilização do planejamento e execução, de acordo com o ambiente, situação e/ou momento apresentado (PIOVESAN; TEMPORINI, 1995).

O caráter exploratório tem por base a possibilidade de criar mecanismos que favoreçam a realização da pesquisa e a investigação de maneira satisfatória e, propiciar ao pesquisador e aos sujeitos da pesquisa, um ambiente favorável e que consiga atender aos anseios de todos os envolvidos (PIOVESAN; TEMPORINI, 1995; GIL, 2002).

A opção pela pesquisa exploratória, com aplicação dos instrumentos de produção de dados (observação, questionário e roda de conversa), deve-se ao fato de ser utilizado em estudos novos ou pouco explorados para a obtenção de uma visão mais ampla a respeito de determinados acontecimentos, surgimento de hipóteses e ideias para que possam ser aprimoradas (PIOVESAN; TEMPORINI, 1995; GIL, 2002).

Neste contexto, a pesquisa exploratória possibilita ao pesquisador encontrar novas evidências e concepções que poderão fazer com que sua maneira de pensar seja adaptada a novas realidades e ajustadas aos pensamentos dos sujeitos das pesquisas (PIOVESAN; TEMPORINI, 1995).

Também é válido ressaltar a importância da pesquisa participante, por entender que possibilita ao pesquisador ser parte integrante da investigação, ao atuar como professor/pesquisador. No entanto, a atuação do pesquisador deve ser de mediador do processo, com a finalidade de contribuir na elucidação de eventuais dúvidas, nos problemas

que possam surgir e, orientar de modo geral, sempre que for necessário (GIL, 2002). A escolha pela utilização da pesquisa participante como estratégia para conduzir a pesquisa e na produção de dados, propiciou uma maior interação entre os estudantes e o pesquisador.

Contribuiu ainda, de maneira positiva, nos processos de interação entre todos os atores da pesquisa: estudantes/estudantes, pesquisador/estudantes, garantindo ambientes de socialização e reflexões que garantiram e qualificaram os debates e registros das percepções acerca das potencialidades e possíveis aprimoramentos dos aspectos pedagógicos e técnicos do AnReQuim como objeto digital de aprendizagem. Para Brandão e Streck (2006) a pesquisa participante possibilita "um espaço de interlocução onde os atores implicados participam na resolução dos problemas, com conhecimentos diferenciados, propondo soluções e aprendendo na ação" (BRANDÃO; STRECK, 2006, apud OLIVEIRA, 2017, p. 56).

4.1. Experimento de ensino

O experimento de ensino é um procedimento de investigação que assume especial relevância no desenvolvimento desta pesquisa, desde a produção até a análise dos dados referentes à avaliação do AnReQuim.

Steffe e Thompsom (2000) pontuam que o experimento de ensino é uma metodologia utilizada pelos pesquisadores para organizarem seus trabalhos e, dessa forma, busca a interação entre o pesquisador e o estudante. De acordo com os autores, um dos motivos que contribuíram para o experimento de ensino como metodologia de pesquisa é a necessidade de se preencher espaços vazios entre o pesquisar e o ensinar.

De acordo com Scucuglia (2006) o experimento de ensino pode ser compreendido como séries de encontros entre pesquisador e estudantes, por um período de tempo, em que o pesquisador oportuniza aos sujeitos da pesquisa, a busca de uma estruturação na maneira de como pensam a respeito da exploração do problema, nos processos de ensino e aprendizagem. Esta estrutura pode propiciar aos estudantes estabelecer uma organização para a resolução das atividades da pesquisa.

No experimento de ensino, o professor necessita verificar suas ações e a dos estudantes sob o olhar dos destes, com o intuito de entender o método que o estudante utiliza e como desenvolve suas atividades (BORBA; ALMEIDA; GRACIAS, 2018). No caso específico desta pesquisa, o pesquisador desempenhou o papel de professor e pôde interagir com os sujeitos da pesquisa (BENEDETTI, 2003). No entanto, o pesquisador não deve interferir no desenvolvimento da pesquisa, mas contribuir como orientador e sanar possíveis

dúvidas, se necessário for. Ainda de acordo com Benedetti (2003) torna-se necessário estabelecer um ambiente favorável entre pesquisador e estudantes para que se possa construir conhecimentos de maneira conjunta.

A opção de utilização do experimento de ensino como procedimento organizador das atividades pedagógicas no processo de produção e coleta de dados, por meio da pesquisa participante, apoia-se no fato de oportunizar ao pesquisador um conjunto de alternativas de investigação que possam colaborar na avaliação de aplicativos educacionais.

As etapas do experimento de ensino compreenderão:

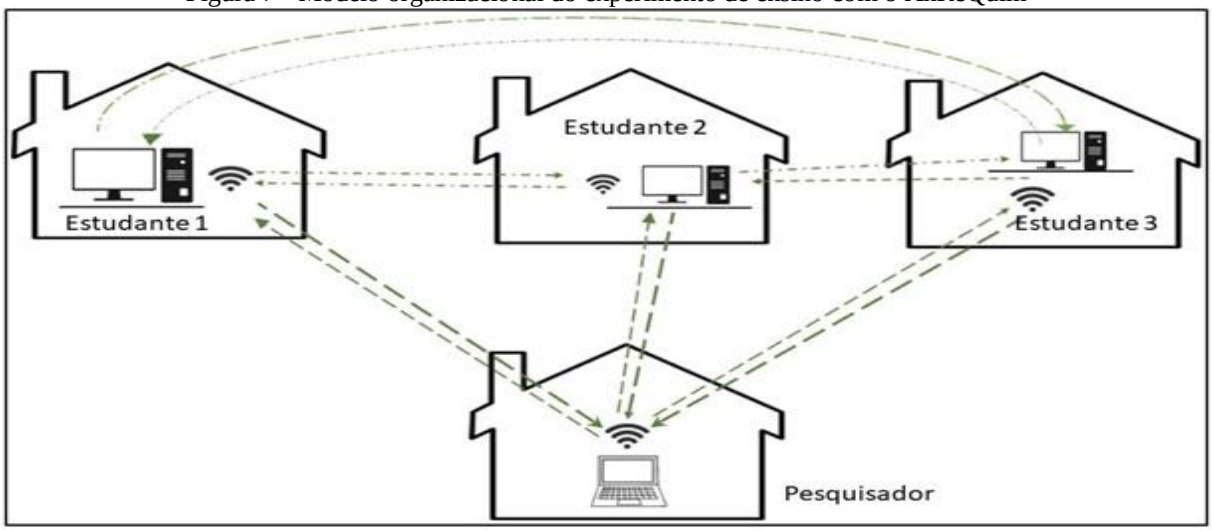
- Apresentação do projeto de pesquisa e do aplicativo AnRequim aos estudantes, com exposição por meio de *slides* no *PowerPoint* do aplicativo com o objetivo de apresentar suas funcionalidades, relacionado ao conteúdo de equilíbrio químico e suas associações, bem como sua proposta para a utilização como recurso digital pedagógico, em contexto de ensino e aprendizagem.
- Revisão dos conteúdos equilíbrio químico e balanceamento de equações químicas por tentativa. Ao término será encaminhado 5 exercícios acerca de balanceamento de equações químicas por tentativa para que possam recapitular e aplicar os conceitos explorados e, no momento em que for realizado a pesquisa, estejam preparados para a resolução das atividades que envolvem o aplicativo.
- No intervalo de tempo entre a revisão dos conteúdos e a realização dos estudos, será disponibilizado o aplicativo aos estudantes, de modo que possam explorá-lo e conhecê-lo.
- Com o aplicativo instalado nos dispositivos móveis, *notebook* ou computador, os estudantes irão realizar as atividades propostas das seguintes maneiras:
- Bloco 1: correção de 5 atividades enviadas anteriormente e, se for necessário, um debate acerca de como se estabeleceu os coeficientes estequiométricos destas equações químicas.
- Bloco 2: Realização das atividades propostas. Inicialmente, orientação do pesquisador para a realização de quatro atividades com uso do aplicativo, por nível de complexidade, sendo a primeira do nível 1 e o restante de escolha do estudante, desde que seja atendida a ordem crescente de complexidade dos níveis. Para a resolução da atividade, o estudante deverá expor, antes, de que maneira irá tentar estabelecer o coeficiente estequiométrico de cada substância participante da reação química a fim de estabelecer o balanceamento da equação química. Será explorado com os estudantes todas as informações constantes nas atividades do aplicativo e, em especial, as atividades que disponibilizarem a animação que simula, de modo macroscópico, como ocorre uma reação química, que é microscópico, e será pedido para observem e tentem explicar o que ocorre nesta reação química.

- Bloco 3: Realização do questionário avaliativo individual com perguntas fechadas e abertas acerca dos aspectos técnicos e pedagógicos do AnReQuim.
- Bloco 4: realizar uma roda de conversa com a participação de todos os estudantes participantes da pesquisa, com o propósito de debater e verificar, por meio de suas percepções e apontamentos, as potencialidades e os possíveis aprimoramentos acerca do uso do aplicativo AnReQuim como recurso digital em contexto de ensino e aprendizagem.

Com a crise gerada pela pandemia de Covid-19, que se instalou no Brasil e no mundo e, culminou em isolamento social, as aulas passaram a ser ministradas de maneira remota, o que ocasionou mudanças na forma da realização da pesquisa.

Deste modo, para a segurança de todos, cada estudante e o pesquisador, participaram da pesquisa de suas respectivas residências. Na figura 7 é apresentada a organização da maneira como a pesquisa foi realizada.

Figura 7 - Modelo organizacional do experimento de ensino com o AnReQuim



Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Diante desta realidade, a pesquisa foi realizada por meio de videoconferência com a utilização do *Google Meet*, que permitiu a captação de vídeo e áudio (Figura 7). No que diz respeito à maneira como foram realizadas as pesquisas com o experimento de ensino, estão descritos no item 5.4.

4.2. Sujeitos e local da pesquisa

A pesquisa foi realizada com 12 estudantes do 3º ano do Ensino Médio, da Escola Estadual 12 de Abril, localizada no perímetro urbano do município de Terra Nova do Norte-

MT. Destaca-se que, inicialmente, 13 estudantes aceitaram participar da pesquisa, entretanto, um estudante desistiu, por motivos pessoais. A escola atendeu, em 2020, 717 estudantes nas modalidades Ensino Fundamental (anos finais), Ensino Médio regular e Educação de Jovens e Adultos (EJA) nos períodos matutino, vespertino e noturno. A escolha por esta instituição de ensino se deve ao fato de ser a única escola, do perímetro urbano, que oferta o Ensino Médio regular.

O Município está localizado a uma distância aproximada de 670 km de Cuiabá, capital do Estado de Mato Grosso e a aproximadamente 660 km de Barra do Bugres-MT, município em que está localizado o campus da UNEMAT, onde está locado o PGECM. É um município pequeno com população aproximada em 9.700 habitantes.

Os sujeitos da pesquisa já possuíam conhecimentos prévios dos assuntos equilíbrio químico e suas associações e também de balanceamento de equações químicas por tentativa, visto que, esses conteúdos foram estudados pelos estudantes do 2º ano do ensino médio, por serem componentes curriculares da disciplina de Química desse respectivo ano.

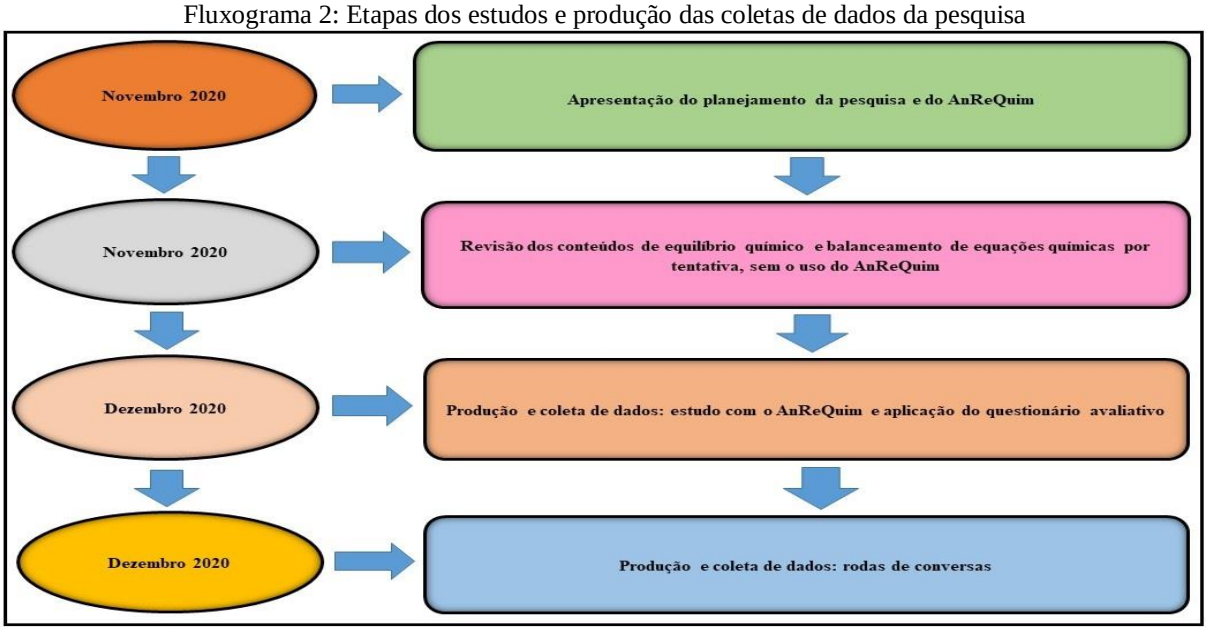
Os estudantes concordaram em participar da pesquisa de maneira voluntária, contudo, por se tratar de uma pesquisa que envolveu seres humanos, para que pudessem ser integrantes, todos firmaram o compromisso com o preenchimento e assinatura dos seguintes documentos: TALE – Termo de Assentimento Livre e Esclarecido, para os participantes menores de idade, documento este também assinado pelo(a) responsável legal (apêndice C); TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, para todos os estudantes (apêndice D), conforme exigência do Comitê de Ética em Pesquisa – CEP, da UNEMAT. Além destes documentos, têm-se todos os outros que são compulsórios para a realização da pesquisa, aprovados e registrados pelo CEP com o parecer número 3.779.751/2019.

Com o intuito de resguardar a identidade dos estudantes participantes, foi adotada aqui a nomenclatura: E1, E2, E3, ..., E12, como previsto no TALE e TCLE. Os apontamentos e as percepções dos sujeitos da pesquisa constantes neste trabalho foram apresentados rigorosamente na íntegra, ao se manter ocasionais inadequações ortográficas e vícios de linguagem, quando existiram.

4.3. Percursos realizados para avaliação do AnReQuim

A programação para o desenvolvimento da pesquisa seguiu o planejamento construído como experimento de ensino, por meio de 4 etapas (apêndice B). O fluxograma 2 abaixo apresenta o cronograma de execução de cada etapa.

Fluxograma 2: Etapas dos estudos e produção das coletas de dados da pesquisa



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

4.3.1. Etapa 1: apresentação do planejamento da pesquisa e do AnReQuim

Na primeira etapa, foi apresentado o plano de ensino para 16 estudantes. A proposta de atividades e o AnRequim, por meio de *slides*, com objetivo de mostrar as funcionalidades do aplicativo relacionadas ao conteúdo de Equilíbrio Químico e suas associações, bem como de balanceamento de equações químicas. Em seguida, foi feito o convite para participarem do estudo. Dos 16 estudantes que participaram da apresentação, 13 concordaram, de forma voluntária, participar da pesquisa.

4.3.2. Etapa 2: Revisão dos conteúdos de equilíbrio químico e balanceamento de equações químicas por tentativa, sem o uso do AnReQuim

A segunda etapa constituiu-se na revisão dos conteúdos de equilíbrio químico e balanceamento de equações químicas por tentativa, que consiste em igualar os coeficientes estequiométricos de cada componente(s) de cada substância presentes no(s) reagente(s) e produto(s), tema este essencial para vários outros conteúdos que envolvam reações químicas (FELTRE, 2004; FONSECA, 2016).

A revisão foi realizada por meio de diálogos com os estudantes, com apontamentos a respeito dos temas. Ao término, foi encaminhado 5 exercícios acerca de balanceamento de

equações químicas por tentativa para que os estudantes recapitulassem e aplicassem os conceitos explorados. O tempo para a realização dessas atividades foi de 2h e 15 min.

4.3.3. Etapa 3: Instrumentos de produção, coleta e análise dos dados

A produção dos dados da pesquisa foi de caráter exploratório e participante por meio do experimento de ensino. Cabe informar que, durante essa etapa, um estudante optou por não continuar na pesquisa, alegando problemas pessoais e familiares.

A pesquisa foi desenvolvida com o uso de diferentes instrumentos, dentre eles, questionário avaliativo individual, com questões abertas e fechadas (Apêndice A), rodas de conversa e a plataforma *Google Meet*, esse último usado devido à pandemia gerada pela Covid 19, possibilitou a realização das atividades de produção e coleta de forma remota. Todos os estudos foram gravados em vídeo e áudio por meio do *Meet* e *smartphone*.

O questionário avaliativo foi desenvolvido com base em estudos de Silva e Elliot (1997), Manzato e Santos (2008), Franco e Dantas (2013), Galafassi; Gluz e Galafassi (2013), Braga (2015), Ribeiro (2015) e Oliveira (2017). De acordo com Ribeiro (2015) e Oliveira (2017), são recomendados em avaliações de aplicativos pedagógicos versar a respeito de aspectos de três dimensões: técnicas, pedagógicas e específicas da disciplina. Nesta pesquisa, estes dois últimos aspectos foram abordados juntamente como aspecto pedagógico. Para a construção do referido questionário, composto por perguntas fechadas e abertas (APÊNDICE A), utilizou-se a estrutura de Oliveira (2017), na qual foram realizadas adaptações nas características dos aspectos pedagógicos e técnicos, buscando atender aos objetivos desta pesquisa.

No que concerne às perguntas fechadas, foram utilizados os seguintes conceitos para a avaliação das características dos aspectos técnicos e pedagógicos: ÓTIMO: denota que o aplicativo atendeu integralmente a característica avaliada; BOM: denota que o aplicativo satisfez com pequenas ressalvas a característica avaliada; REGULAR: denota que o aplicativo atendeu moderadamente (50%) a característica avaliada; RUIM: denota que o aplicativo pouco atendeu a característica avaliada, tornando-se necessário ser aprimorado; PESSÍMO: denota que o aplicativo não atendeu característica avaliada, tornando-se necessário realizar aprimoramentos no requisito em questão.

Em relação às perguntas abertas, dispostas após as perguntas fechadas, foram abordadas algumas características dos aspectos pedagógicos e técnicos para que o estudante pudesse comentar suas percepções e apontamentos, a respeito do requisito avaliado. Optou-se

por utilizar perguntas abertas e fechadas no questionário com o objetivo de obter informações importantes e estabelecer relações entre elas. Estes apontamentos foram reproduzidos e são partes constituintes do capitulo 6, que versa a respeito dos resultados e discussões.

Com relação ao questionário, Franco e Dantas (2013) afirmam que:

> é um instrumento constituído por uma série ordenada de perguntas que devem ser respondidas por escrito e sem a presença do entrevistador. Deve apresentar uma organização na obtenção de informações para facilitar a análise e tabulação das repostas. As perguntas devem ser claras e objetivas para evitar erros de interpretação, contudo não devem ser indutivas (FRANCO e DANTAS, 2013, p. 4).

De acordo com Manzato e Santos (2008) ao formular as questões que irão compor o questionário, é importante que sejam claras, objetivas, de fácil entendimento, sem provocar compreensão errônea e que não sejam acrescentadas informações complementares e interferência por parte do pesquisador, além de não ser invasivo. Ainda de acordo com os autores, as questões podem ser fechadas ou objetivas, quando não contém opções para que possam expor suas opiniões e, abertas, quando é necessário que se relate suas percepções.

Outro instrumento usado foi a roda de conversa visando aprofundar, refletir e partilhar suas percepções em relação aos dados produzidos, pelos estudantes, no questionário avaliativo.

Para Moura e Lima (2014) a roda de conversa é:

> [...] 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 e LIMA, 2014, p.99).

Torna-se importante a manutenção da plenitude das considerações dos participantes da pesquisa, ao permitir "recolher dados descritivos na linguagem do próprio sujeito, permitindo ao investigador desenvolver intuitivamente uma ideia sobre a maneira como os sujeitos interpretam o mundo" (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 134).

Tais instrumentos: questionário, roda de conversa e observações, pressupõe-se ser aceitáveis, expressivos e complementares, ao produzir elementos que apresentaram um leque de informações e conceitos que permitiram ampliar a compreensão dos aspectos analisados pelos sujeitos da pesquisa e, em consequência, enriquecer a seleção, análise e discussão dos resultados obtidos para a avaliação do AnReQuim.

A utilização da plataforma *Google Meet* possibilitou captar áudio e vídeo na íntegra e em tempo real de todas as etapas de produção de dados (expressões visuais e corporais, diálogos entre os participantes, rodas de conversa), por meio dos quais, os estudantes, sujeitos da pesquisa, apresentaram suas considerações das potencialidades, as possíveis melhorias e

avaliaram a qualidade do AnRequim, além do questionário, realizado após a finalização da pesquisa.

Estes mecanismos contribuíram para a produção e coleta de dados e tornaram possível viabilizar evidências significativas para buscar respostas à questão norteadora desta pesquisa. Para melhor eficácia dos registros transcritos nos questionários e rodas de conversa produzidos pelos sujeitos da pesquisa, e selecionados pelo pesquisador, buscou-se, por meio de leituras de diversas fontes bibliográficas, conceitos que tornassem possível analisar e estabelecer conexões com os dados coletados. A partir desse procedimento, foram estabelecidos agrupamentos de dados por categorias que tornaram possível consolidar análises dos aspectos pedagógicos e técnicos que contribuíram para a elucidação do objeto da pesquisa.

As abordagens dos dados foram realizadas apoiados no método indutivo, que de acordo com Fachin (2005) é utilizado em pesquisa científica e consiste em observar fatos e fenômenos particulares e, a partir deles, chegar a um conceito compreensivo. Por meio de leituras e releituras dos registros produzidos pelos sujeitos da pesquisa, foram elencados os registros e considerações dos aspectos referentes às categorias que propiciaram conseguir os apontamentos e os propósitos objetivados pelo estudo.

MINAYO (2014) destaca que as análises qualitativas dos dados consistem no uso do método indutivo interpretativo e na triangulação de diferentes fontes de dados, a partir da leitura e releitura dos dados produzidos, em que busca identificar núcleos de sentido, que deem origem à construção das categorias que ajudam a compreender a situação problema investigada.

A partir desse procedimento, foram estabelecidos agrupamentos de dados por categorias que tornaram possível consolidar análises dos aspectos pedagógicos e técnicos que contribuíram para a elucidação do objeto da pesquisa.

De acordo com Bogdan; Biklen (1994), Gerhardt et al. (2009) é de suma importância organizar e agrupar os dados para que estes possam ser analisados, à medida que se procura meios para padronizá-los e separá-los de acordo com as diferentes categorias. É válido ressaltar que os autores enfatizam a pesquisa dos fenômenos em toda sua complexidade. Falam ainda, sobre a qualidade da interpretação, a qual faz com que determinados dados possam ser agrupados em diferentes contextos.

4.3.4. Etapa 4: produção e coleta de dados

O processo de produção e coleta de dados teve início com o envio do AnReQuim, antecipadamente, aos estudantes para que explorassem e conhecessem o aplicativo, sem acompanhamento do professor pesquisador.

Com o ODA instalado nos dispositivos móveis ou computadores de cada estudante, a produção de dados ocorreu em 5 momentos:

- Bloco 1:

Foram realizadas as correções das 5 atividades disponibilizadas na etapa 2, ou seja, sem o uso do AnReQuim, em que os estudantes debateram e expuseram como se estabeleceu os coeficientes estequiométricos destas equações químicas, com interferência do professor pesquisador, quando era necessário. Para a correção destas atividades, cada grupo levou em média 20 minutos para fazê-lo.

- Bloco 2:

O pesquisador fez uma breve apresentação das funcionalidades do AnReQuim e orientou os estudantes acerca da realização das atividades que seriam resolvidas no aplicativo. Cada estudante das duplas e trios, resolveu quatro exercícios, uma de cada nível de complexidade, sendo que a primeira foi do nível 1 e as outras escolhidas pelo estudante, em ordem crescente de complexidade.

Durante a resolução das atividades no aplicativo, o pesquisador solicitou a todos os estudantes que explicassem qual o caminho percorrido para determinar o coeficiente estequiométrico de cada substância presente na equação química.

Foi pedido também, para que tentassem, se possível, citar o símbolo do elemento químico e/ou da fórmula química em questão e seu respectivo nome, a título de reforçar a representação simbólica e revisão de conteúdo relativos a fórmulas e nomes químicos.

As atividades foram conduzidas de tal maneira que os estudantes puderam ter as mesmas oportunidades de participação. Para isso, o pesquisador conduziu a pesquisa de maneira a evitar que um dos participantes tivesse domínio sobre o(s) outro(s) nas realizações das atividades. Dessa forma, cada estudante participou no momento oportunizado, e todos resolveram o mesmo número de balanceamentos de equações químicas.

O pesquisador explorou com os estudantes vários recursos constantes nas atividades do ODA, em especial, o *feedback*, as informações do produto formado e as atividades que continham a animação simulando, macroscopicamente, a formação e decomposição simultânea da molécula do produto formado.

Ao término da realização das atividades propostas, o pesquisador perguntou se os estudantes queriam responder aleatoriamente algumas outras atividades do aplicativo, com a intenção de fortalecer ainda mais o conhecimento e todos os participantes disseram que queriam continuar a resolver mais atividades e, desta maneira, cada participante balanceou mais 3 equações químicas naquele momento. Isto pode ser destacado como ponto positivo nesta etapa.

- Bloco 3:

Após o término do Bloco 2, foi aplicado um questionário individual, com perguntas fechadas e abertas, com o objetivo de verificar os apontamentos dos estudantes a respeito de características pedagógicas e técnicas do aplicativo AnReQuim. Nas perguntas fechadas, os estudantes pontuaram com os conceitos: ÓTIMO; BOM; REGULAR; RUIM ou PÉSSIMO para avaliar características, como: clareza dos conteúdos, facilidade de navegação e de realização das atividades, autonomia de acesso aos conteúdos e atividades, contribuição do *feedback* para o entendimento do assunto, motivação, atividades organizadas por níveis de complexidade, entre outros, (APÊNDICE A). Nas perguntas abertas, os estudantes responderam acerca das seguintes características do AnReQuim: ter fácil manuseio; ser atrativo; interativo; motivador; *feedback* e se o aplicativo contribuiu para a aprendizagem. Vale ressaltar que este questionário avaliativo foi fundamentado no questionário de Oliveira (2017), com alterações e ajustes para os objetivos da presente pesquisa.

- Bloco 4:

Em dois novos encontros, ocorreram rodas de conversa com a participação de todos os estudantes integrantes da pesquisa. Os encontros ocorreram em dois dias diferentes, visando possibilitar a participação de todos. As rodas de conversa tiveram o propósito de debater, aprofundar, refletir e partilhar percepções e apontamentos dos estudantes a respeito das potencialidades e possíveis aperfeiçoamentos dos aspectos pedagógicos e técnicos do AnReQuim. A condução das rodas de conversa seguiu, inicialmente, as mesmas características de abordagem usadas do questionário avaliativo individual. No entanto, surgiram novos elementos que contribuíram e enriqueceram as análises das características dos aspectos pedagógicos e técnicos do AnReQuim.

De acordo com Bedin e Del Pino (2016), as rodas de conversa se evidenciam por propiciar um período de diálogo no exercício da transferência de saberes e experiências por

meio de escuta e fala entre os participantes, a respeito da atividade realizada e do objeto de pesquisa.

Os relatos e diálogos dos estudantes participantes da pesquisa foram gravados e transcritos na íntegra, como uma forma de produção e seleção dos dados.

O tempo total de execução de todos os encontros foi de 17h37min, conforme a tabela 1, apresentada abaixo:

Tabela 1: Tempo de realização do experimento de ensino

Etapa	Revisão de Conteúdos [1] (h)	experimento de ensino + questionário + rodas de conversa[2] (h)
Dupla 01	2:15	3:13
Dupla 02		3:11
Dupla 03		2:37
Trio 01		3:09
Trio 02		3:12
	Total (h) (soma: 1 + 2)	17:37

Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Tanto o questionário avaliativo quanto as rodas de conversa, produziram informações para as análises e contribuíram para a geração e construção de três categorias de características dos aspectos pedagógicos e técnicos do AnReQuim. Os critérios utilizados para a escolha das características dos aspectos pedagógicos e técnicos avaliados nesta pesquisa estão fundamentados em Silva e Elliot (1997), Galafassi, Gluz e Galafassi (2013), Braga (2015), Oliveira (2017) e Figueiredo (2021), já apresentados no item 3.4.

4.4 Organização dos resultados e as categorias formadas

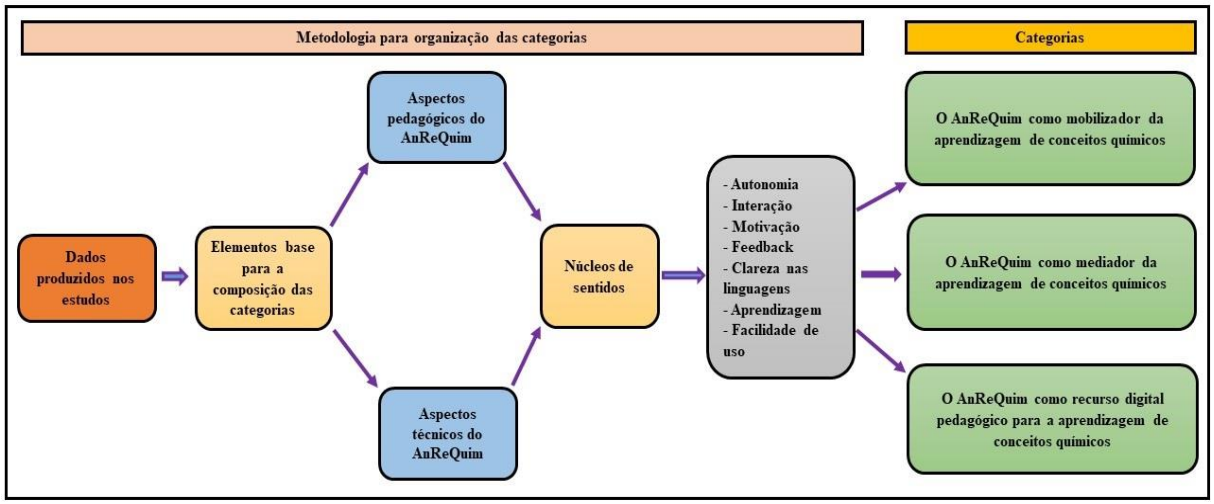
A análise dos resultados dos questionários avaliativos acerca dos aspectos pedagógicos e técnicos foi organizada em classificações qualitativas a respeito dos aspectos em questão, com cinco possibilidades de respostas: ÓTIMO, BOM, REGULAR, RUIM ou PÉSSIMO, com a síntese dos respectivos números de respostas dos estudantes.

Além disso, foram feitas seis perguntas abertas (Apêndice A) para que os estudantes comentassem a respeito dos elementos que estão associados aos aspectos pedagógicos e técnicos. Além disso, no decorrer das análises dos dados, verificou-se informações que contribuíram para a abordagem de outras características e a consequente organização da análise dos estudos do AnReQuim em três categorias.

Nas rodas de conversa, os estudantes tiveram a possibilidade de interagir e debater a respeito de suas experiências vivenciadas com a realização de atividades com o AnReQuim, além de apontamentos relativos às potencialidades e possíveis aperfeiçoamentos nos pontos de vista pedagógico e técnico do aplicativo.

Os assuntos versados nesta etapa foram complementares ao questionário avaliativo. No entanto, apontamentos conduziram a abordagens de outros aspectos aqui apresentados e discutidos. As interpretações do conjunto de dados produzidos conduziram à organização dos resultados em três categorias, conforme apresentadas no fluxograma 3:

Fluxograma 3: Organização das categorias



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

No fluxograma 3, incialmente selecionou-se e organizou-se os dados produzidos com base nas respostas das questões do questionário e rodas de conversa dos estudantes acerca dos aspectos pedagógicos e técnicos do AnReQuim, conforme (BRAGA, 2105). Em seguida, fêz-se o enquadramento e organização dos referidos requisitos aos aspectos pedagógicos e técnicos do aplicativo.

A partir destes desses dois aspectos, definiu-se os principais núcleos de sentido MINAYO (2014) presentes em palavras e frases que se repetiram com maior frequência nos resultados produzidos nas perguntas abertas e fechadas do questionário e roda de conversa. Tais núcleos possibilitaram a construção de três categorias: “O AnReQuim como mobilizador da aprendizagem de conceitos químicos”. “O AnReQuim como mediador da aprendizagem de conceitos químicos” e “O AnReQuim como recurso digital pedagógico para a aprendizagem dos conceitos químicos”.

No quarto momento procedeu-se o tratamento dos resultados, inferência e interpretação. Na sequência, foram realizados os agrupamentos de informações para análise em que as categorias acima citadas são analisadas, com base no referencial teórico conforme a literatura descrita. Além disso, ao final foi realizada uma análise dos ODA visitados na seção "Revisão de literatura".

5. RESULTADOS e DISCUSSÕES

Neste capítulo são apresentadas as discussões e análises dos principais resultados da avaliação acerca dos aspectos pedagógicos e técnicos do AnReQuim, realizadas com os estudantes, buscando conhecer melhor as características do referido aplicativo como recurso digital pedagógico de conceitos químicos, em especial, balanceamento de equações químicas, em situação de ensino, assim como identificar possíveis necessidades de aperfeiçoamento de forma a ampliar seu potencial como alternativa inovadora para fomentar o ensino e aprendizagem de Química.

Nesse sentido, a seguir são apresentados e discutidos, de forma fundamentada, os resultados contidos nas três categorias: "O AnReQuim como mobilizador da aprendizagem de conceitos químicos". "O AnReQuim como mediador da aprendizagem de conceitos químicos" e "O AnReQuim como recurso digital pedagógico para a aprendizagem dos conceitos químicos".

5.1 O AnReQuim como mobilizador da aprendizagem de conceitos químicos

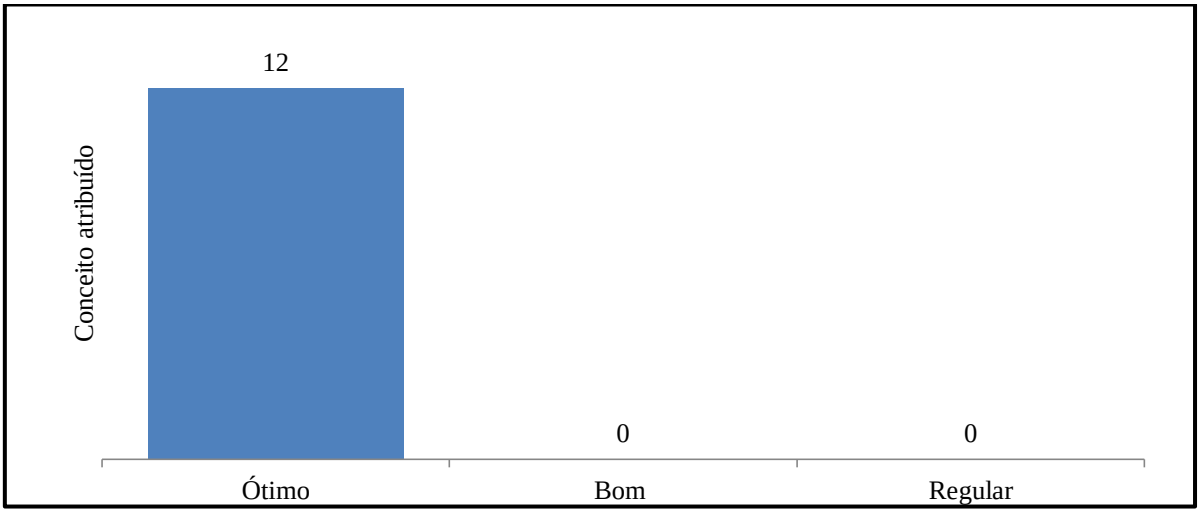
Inicialmente, cabe destacar que o trabalho com o experimento de ensino possibilitou o estabelecimento de um ambiente favorável e sua fácil usabilidade foi geradora de autonomia aos estudantes, que já tinham as TD como parte do seu dia a dia, porém com nenhuma experiência de uso de aplicativo no ensino de Química.

Assim, disponibilizar o AnReQuim com antecedência para que os estudantes pudessem explorar livremente o aplicativo, possibilitou um olhar mais detalhado durante a exploração e avaliação do aplicativo, despertando o interesse e compromisso na participação ativa da pesquisa.

Alcará e Guimarães (2007) destacam que para buscar novos conhecimentos e oportunidades, o estudante deve estar envolvido com o processo de aprendizagem, dessa forma, se "comprometerá" com entusiasmo e "demonstrará" disposição para novos desafios e novos conhecimentos.

Os dados a seguir, trazem as percepções dos estudantes a respeito da "clareza com que os conteúdos são abordados" tendo como base a pergunta fechada: "Como você avalia a clareza dos conteúdos abordados no AnReQuim?". Para esta característica, todos os estudantes classificaram como ótimo, conforme o gráfico 1.

Gráfico 1: Clareza dos conteúdos abordados



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

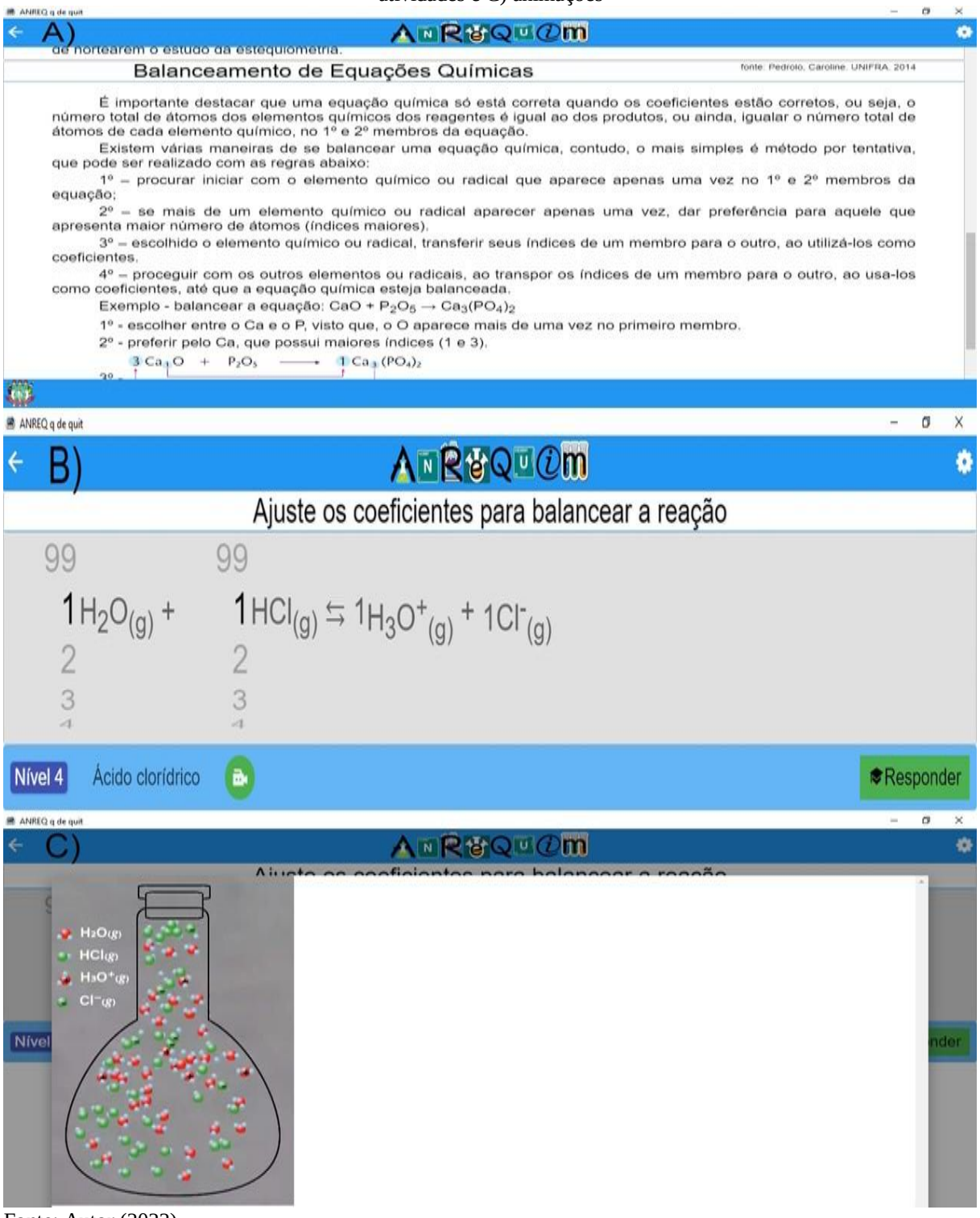
Os apontamentos na forma de excertos mostrados, a seguir, corroboram com a avaliação unânime.

> *E1: "Sim, por conter explicações e tutoriais, o aplicativo já te dá um conhecimento do assunto, destaque principalmente para as atividades que são muito divertidas e interativas de se fazer, o que motiva a realizar elas cada vez mais."* (Questionário – 02/12/2020).
>
> *E3: "Contribui, pois o aplicativo facilita a realização de atividades e apresenta todo o conteúdo e explicações necessárias de uma forma simples e prática."* (Questionário – 05/12/2020).
>
> *E5: "Sim, a gente vai estudar para uma prova, então, ele é muito melhor do que ficar vendo vídeos na internet, já tá ali, já tenta, já responde."* (Roda de conversa – 05/12/2020).
>
> *E3: "facilitou muito o aprendizado e para relembrar o conteúdo também no próprio aplicativo, então eu aprovo."* (Roda de conversa – 09/12/2020).
>
> *E4: "Eu acho que o aplicativo ajudou a relembrar todo conteúdo e ficou bem mais legal de balancear as equações, é mais versátil de fazer."* (Roda de conversa – 09/12/2020).

E1 pontua que: *"Sim, por conter explicações e tutoriais, o aplicativo já te dá um conhecimento do assunto [...]"*. Nessa avaliação o estudante relata que o AnReQuim possibilita acesso aos conteúdos e atividades facilitados pelo uso de tutoriais. O E3, ao relatar que: *"facilitou muito o aprendizado e para relembrar o conteúdo também no próprio aplicativo [...]"*, reforça a explanação de E1 e vai além, ao tratar a respeito do uso do aplicativo para revisão de conteúdo e é corroborado por E4: *"Eu acho que o aplicativo ajudou a relembrar todo conteúdo [...]"*.

Estes relatos dos estudantes remetem ao fato de que os conteúdos apresentados no AnReQuim foram elaborados com o objetivo de as temáticas estarem em linguagem simples, clara, objetiva e de fácil entendimento, sem abster-se da linguagem formal. Além disso, que a teoria, atividades, animações, entre outros, estão relacionados entre si de maneira que possam oferecer suporte para a realização das atividades contidas no aplicativo, como mostra a figura 8 (SILVA; BANDEIRA, 2006; GIORDAN, 2015; SILVA; AMARAL, 2015; OLIVEIRA; CARVALHO, 2020).

Figuras 8 – AnReQuim, A) telas de seções de balanceamentos de equações químicas. Conteúdos abordados; B) atividades e C) animações



Fonte: Autor (2022)

Ainda com relação a este aspecto, o estudante E5 fez um comentário sobre outro atributo do AnReQuim *"Sim, a gente vai estudar para uma prova, então, ele é muito melhor do que ficar vendo vídeos na internet* [...]". O estudante destaca que estudar pelo aplicativo é mais prático pelo fato de os conteúdos disponibilizados no AnReQuim estarem em linguagem

compreensível e em consonância com o assunto e as atividades. Esse apontamento pode estar relacionado ao fato de que o AnReQuim dispõe de texto (figura 8A), atividades interativas como o balanceamento de equações químicas (figura 8B) e animações que destacam interações intermoleculares e iônicas (figura 8C).

Os conteúdos, atividades e animações configuram-se como características pedagógicas da interatividade que confere "suporte às consolidações e ações mentais, requer que o aluno interaja com o conteúdo" do ODA, no intuito de ver, escutar e/ou responder atividades (BRAGA, 2015, p. 26) e estão associadas à característica do aspecto técnico de usabilidade do AnReQuim. Estas funcionalidades podem ser visualizadas na figura 8, uma vez que dispõe de texto (Figura 8A), momentos de interação, como no ajuste de coeficientes estequiométricos das reações (Figura 8B) e animações de transformações químicas que mostram as interações iônicas e moleculares (Figura 8C).

Esse conjunto de recursos fomenta a característica pedagógica autonomia, que "indica se o objeto de aprendizagem apoia a iniciativa e tomada de decisão" (BRAGA, 2015, p. 26), tendo em vista que a presença de texto, atividade interativa e animações podem proporcionar ao estudante mobilizar conhecimentos.

As características pedagógicas da interatividade e autonomia do AnReQuim são evidenciadas nos relatos de E1 quando menciona "*o aplicativo já te dá um conhecimento do assunto, destaque principalmente para as atividades que são muito divertidas e interativas de se fazer*" e E3 ao afirmar que "*o aplicativo facilita a realização de atividades e apresenta todo o conteúdo e explicações necessárias de uma forma simples e prática"*.

Além disso, E3 menciona que "*já tá ali, já tenta, já responde*", E4 "*é mais versátil de fazer*" se referindo a atividades como a mostrada na Figura 8B. E3: "*facilitou muito o aprendizado e para relembrar o conteúdo também no próprio aplicativo, então eu aprovo*" se referindo a junção de texto, atividades interativas e animações que permitem visualizar detalhes de transformações química (Figura 8).

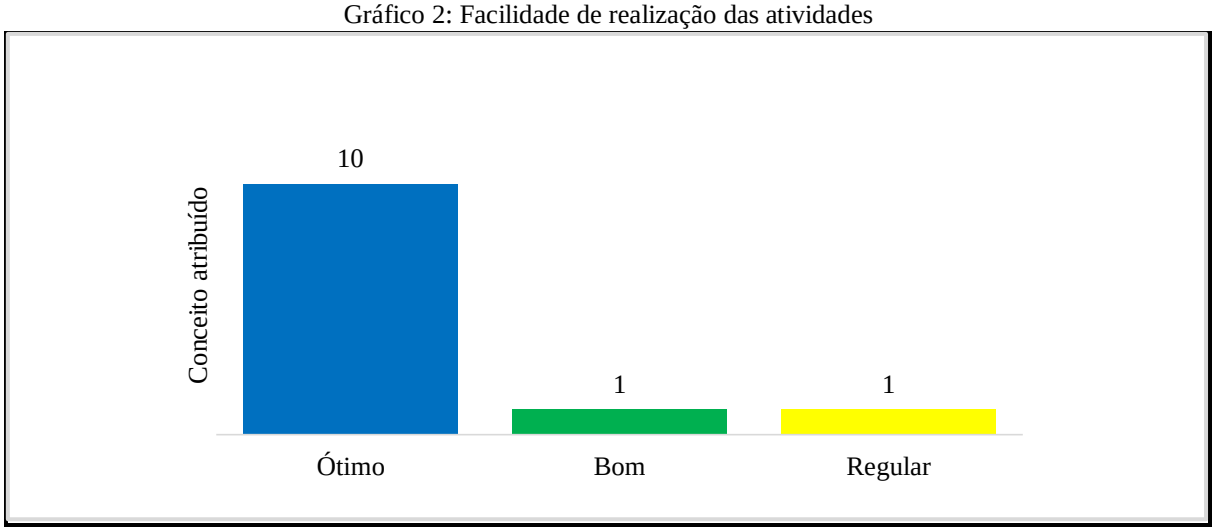
Essas observações dos estudantes apresentam evidências de que o AnReQuim tem potencial em contribuir de maneira dinâmica nos estudos de conteúdos de Química trabalhados em sala de aula e também para a revisão de conteúdo, como observado nos relatos dos estudantes E1, E3, E4 e E5.

Neste contexto, Aguiar e Flores (2014) pontuam que "o Objeto de Aprendizagem (OA) apresenta-se como um vantajoso recurso de ensino e aprendizagem e instrução, a qual pode ser utilizada para o ensino de diversos conteúdos e revisão de conceitos" (AGUIAR; FLORES apud TAROUCO et al., 2014, p. 12).

Em relação a estas características pedagógicas, apontados por E1, E3, E4 e E5, o AnReQuim apresenta os conteúdos em uma linguagem mais acessível, objetiva, contextualizada e em concordância com as atividades, além de estar escrito em português (MILANI JUNIOR; CARVALHO, 2020) e pelos apontamentos dos estudantes, demonstrou atributos de ser atrativo e gerador de motivação.

Os apontamentos de E1, E3, E4 e E5 relatados acima, podem ser melhor compreendidos analisando os resultados do gráfico 2, uma vez que a maioria absoluta dos participantes assinalaram como ótimo no que se refere a "facilidade de realização das atividades" no AnReQuim. Os dados são originários da pergunta fechada: "Como você avalia a facilidade de realização das atividades" e da pergunta aberta "É de fácil manuseio? Comente".

Gráfico 2: Facilidade de realização das atividades



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

As considerações de E1: "*Sim, por conter explicações e tutoriais, o aplicativo já te dá um conhecimento do assunto [...]* e E3: *[...] apresenta todo o conteúdo e explicações necessárias de uma forma simples e prática"*, demonstram que os excertos referentes a explicação para uso do aplicativo referem-se aos tutoriais (Figura 10B).

Essas características relacionadas aos tutoriais é um aspecto técnico de usabilidade do AnReQuim que "indica a facilidade de utilização dos ODA por alunos e professores" (BRAGA, 2015, p. 26), possibilitando aos mesmos, acessar, conhecer, fazer uso e, em especial, realizar as atividades com o ODA.

Os tutoriais do AnReQuim propiciam acesso a informações referentes aos conteúdos abordados: reações químicas; estequiometria; equilíbrio químicos e suas associações e

balanceamento de equações químicas. Para a realização das atividades, o aplicativo apresenta três possibilidades: balanceamento de equações químicas, em que o usuário irá estabelecer os coeficientes estequiométrico com *feedback*; balanço estequiométrico, no qual, é digitado uma equação química com os seus devidos coeficientes com *feedback* e o editor de reações, que pode ser utilizado para a realização do balanceamento de equações químicas de modo "tradicional" e também possui tutorial.

O tutorial em ODA é um recurso necessário e apropriado para que os usuários possam conhecer e, deste modo, auxiliar em seu uso (RODRIGUES; LIMA; VILELA, 2013; TAROUCO, et al., 2014).

. Em relação aos conteúdos, as considerações de E1: *"[...] o aplicativo já te dá um conhecimento do assunto [...]"* e *E3:* [...] *o aplicativo facilita a realização de atividades e apresenta todo o conteúdo e explicações necessárias de forma simples e prática"*, denotam que os conteúdos contidos no AnReQuim (Figura 8A), pela maneira que foram desenvolvidos, podem colaborar com os usuários para encontrar as informações necessárias para a realização das atividades.

Os conteúdos são atributos pedagógicos e propiciam a interação entre o usuário com os conteúdos e as atividades e, desta maneira, podem contribuir para que as atividades possam ser resolvidas com maior facilidade (Figura 8B).

A facilidade nas realizações das atividades é uma característica técnica e, pelos apontamentos dos estudantes, o AnReQuim pode contribuir para o desenvolvimento pedagógico com potencial de ser gerador de situações de interação e autonomia do conhecimento, visto que, o formato das atividades no aplicativo pode corroborar em despertar interesse e motivar em suas resoluções e estimular o usuário a vivenciar novas práticas e fortalecer a iniciativa em tomada de decisões (BRAGA, 2015).

De acordo com Braga (2015), Tarouco et al. (2014) nos ODA, conteúdos versados com linguagem compreensível, colaboram na interação entre conteúdo e atividades, na facilidade em seu uso, em especial, nas resoluções das atividades, influenciando de maneira concreta em sua qualidade.

Os apontamentos dos estudantes a respeito da "facilidade de realização das atividades" no AnReQuim, apresentados no gráfico 2, foram classificados em quase sua totalidade como "ótimo".

Esses resultados evidenciam que o formato do aplicativo possibilita acesso às atividades e conteúdos de maneira fácil, simples, clara e objetiva e, com isso, pode

proporcionar processos interativos geradores de autonomia na realização das atividades. As sinalizações a respeito destas características podem ser observadas nos trechos abaixo.

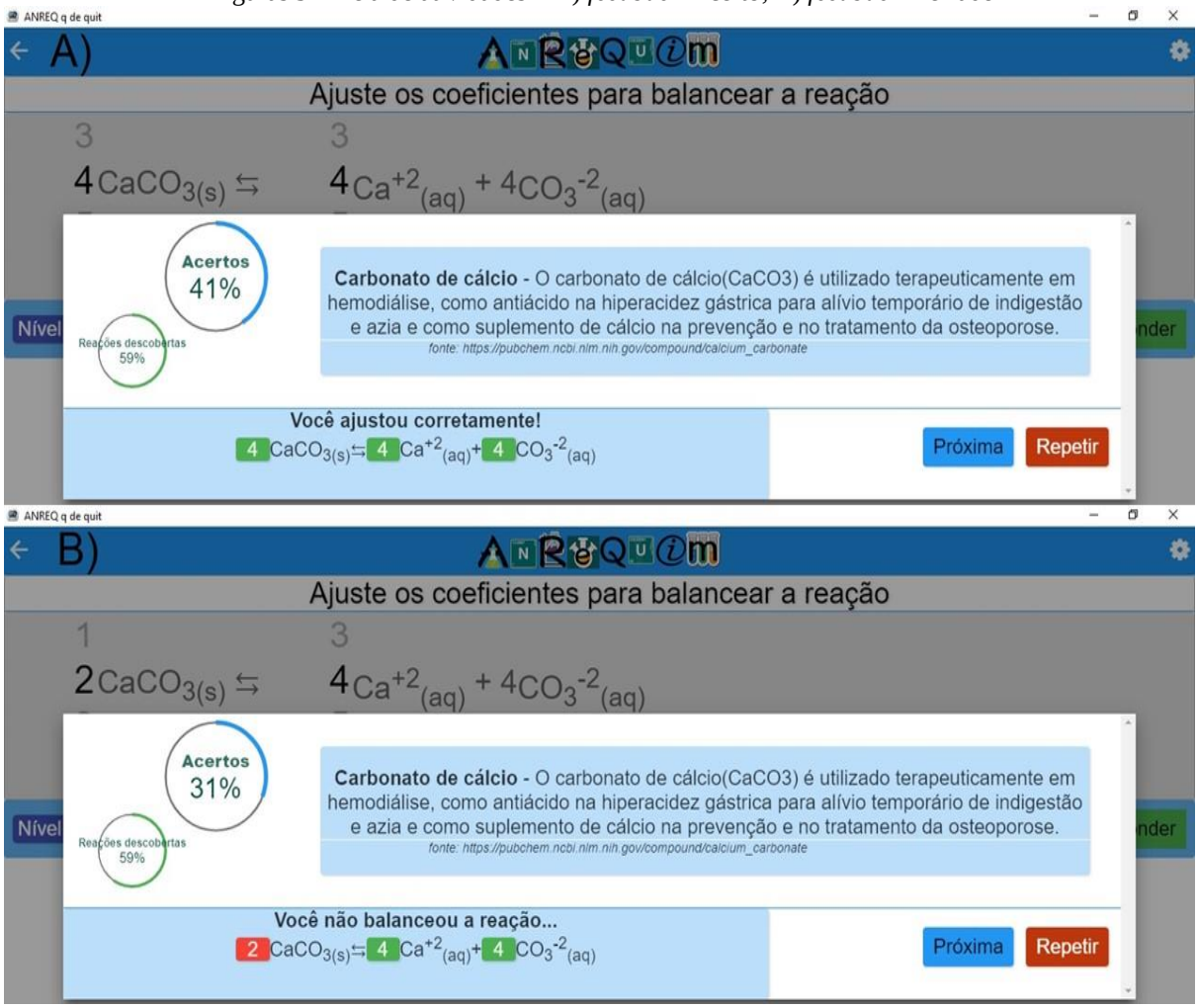
> *E3: "[...]o aplicativo facilita a realização de atividades [...]."* (Questionário – 05/12/2020)
>
> *E11: "Sim, ele consegue nos mostrar com muita clareza como podemos resolver e tirar as dúvidas sobre as atividades."* (Questionário – 08/12/2020)
>
> *E6: "o app dá um norte para nós, porque no papel, tipo assim, tá a reação química alí, aí eu vou falar onde que eu começo, onde é que eu posso mexer. No app, ele mostra para nós onde eu posso mexer."* (Roda de conversa – 05/12/2020)
>
> *E10: "como ele mostra também onde a gente pode mexer, ele fica mais fácil para a gente fazer."* (Roda de conversa – 09/12/2020)

As considerações de E3: *"o aplicativo facilita a realização de atividades."* são complementadas por E10: que relatou sobre *"como ele mostra também onde a gente pode mexer, ele fica mais fácil para a gente fazer."* são corroboradas por E6 ao comentar que *"o app dá um norte para nós, [...], ele mostra para nós onde eu posso mexer"*, estão relacionadas a características de usabilidade do AnReQuim que podem ser favoráveis, dentre elas, apresentar nas equações químicas qual(is) coeficiente(s) será(ão) necessário(s) realizar ajuste(s) estequiométrico(s), além de possuir barra de rolagem para cima ou para baixo neste(s) coeficiente(s) a ser(em) ajustado(s) para que se estabeleça o balanceamento da equação química (Figura 8B).

Estes apontamentos convergem com E11: *"Sim, ele consegue nos mostrar com muita clareza como podemos resolver e tirar as dúvidas sobre as atividades."*, no qual o usuário poderá tentar sanar dúvidas no conteúdo relacionado a balanceamento de equações químicas por tentativa no aplicativo (Figura 8A). Estes apontamentos são relevantes, em especial, nas equações químicas mais complexas para realizar o balanceamento químico (Figura 9A).

O relato de E11 em referência em "tirar dúvidas" pode ser compreendido também como o *feedback* automático do aplicativo que, em caso de não ter acertado o balanceamento, é mostrado em vermelho qual(is) necessita(m) ser corrigido(s) (Figura 9B).

Figuras 9 – Tela de atividades – A) *feedback* – certo; B) *feedback* – errado



Fonte: Autor (2022)

Essas avaliações confirmam que o formato que o AnReQuim possui para a realização dos estudos, pode contribuir para o usuário realizar as atividades de uma maneira mais dinâmica e prática.

Pelas considerações dos estudantes, o uso do AnReQuim, mobiliza o interesse dos usuários em realizar as atividades (Figura 8B), proporcionando a interatividade usuário-aplicativo, por apresentar conteúdos em linguagem clara e objetiva (Figura 8A). Também pode ser gerador de motivação, ao apresentar *feedback* que, se necessário for, auxilia na correção do balanceamento incorreto, no qual o usuário pode escolher entre corrigir ou resolver outra atividade (Figura 9B). Estas possibilidades didáticas propiciam ao usuário autonomia para utilizar o aplicativo de acordo com a sua necessidade e interesse.

Em uma roda de conversa, um estudante pontuou que determinadas equações químicas não apareciam por completo na tela, sendo necessário, utilizar as barras de rolagens horizontais para verificar a equação por completo, dificultando, assim, o entendimento e,

consequentemente, a resolução. Diante do exposto, o estudante classificou como regular o quesito relacionado à facilidade de realização das atividades.

Os ODA que fornecem informações que demostrem os caminhos para os estudos e os processos de execução das atividades, como o AnReQuim (Figuras 8A, 8B, 9A e 9B), podem ter potencial de mobilizar e influenciar diretamente, na qualidade pedagógica de um aplicativo (LEITE, 2015; SOAD, 2017; MILANI JUNIOR; CARVALHO, 2020).

Os estudantes comentaram também em relação as diferenças entre a realização de atividades via método tradicional "copiar e responder no caderno" bem como as realizadas no AnReQuim. Em suas percepções, o aplicativo facilita a resolução das atividades ao apresentar qual(is) coefiente(s) deve(m) ser(em) balanceado(s) e torna mais fácil a compreensão e a aprendizagem de balanceamento de equações químicas por tentativa. Os relatos mostrados a seguir apresentam as facilidades que o AnReQuim propicia na resolução das atividades na visão dos estudantes.

> *E7: "para a gente faz as atividades a mão né, do modo tradicional é, eu achei difícil, porque é um conteúdo complexo né, e daí no app fica bem mais fácil."* (Roda de conversa – 05/12/2020)

> *E3: "eu gostei da praticidade também, não precisa escrever tudo no caderno, no aplicativo é mais fácil, tá tudo prontinho para você, tem várias questões, facilita muito."* (Roda de conversa – 09/12/2020)

> *E8: "o ponto principal assim de facilidade foi isso aí, você não precisa ficar copiando no caderno e é até chato eu ficar confiando aquilo lá e ia exercita, praticar assim, tá o balanceamento em casa, por exemplo, para uma prova, você ficava copiando e com meio com preguiça de fazer para copiar aquilo tudo resolvido tudo, no aplicativo você vai fazendo um atrás do outro, você nem o tempo passar, quando você vê, já balanceou umas 10, 15 equações."* (Roda de conversa – 09/12/2020).

Ao abordarem a necessidade de ter que copiar as equações químicas para realizar o balanceamento no caderno, os estudantes discorreram a respeito das possíveis vantagens de se resolver as atividades no AnRequim.

O estudante E3, ao comentar: "*eu gostei da praticidade também, não precisa escrever tudo no caderno, no aplicativo é mais fácil, tá tudo prontinho para você [...]"*, argumenta que com o aplicativo pode ser mais fácil e funcional resolver as atividades, o que favorece o estudo (Figura 8B).

Esse apontamento é confirmado por E7: "*para a gente faz as atividades a mão né, do modo tradicional é, eu achei difícil, porque é um conteúdo complexo né, e daí no app fica*

bem mais fácil.”, expõe que a resolução de balanceamentos químicos pelo método tradicional é mais complicada.

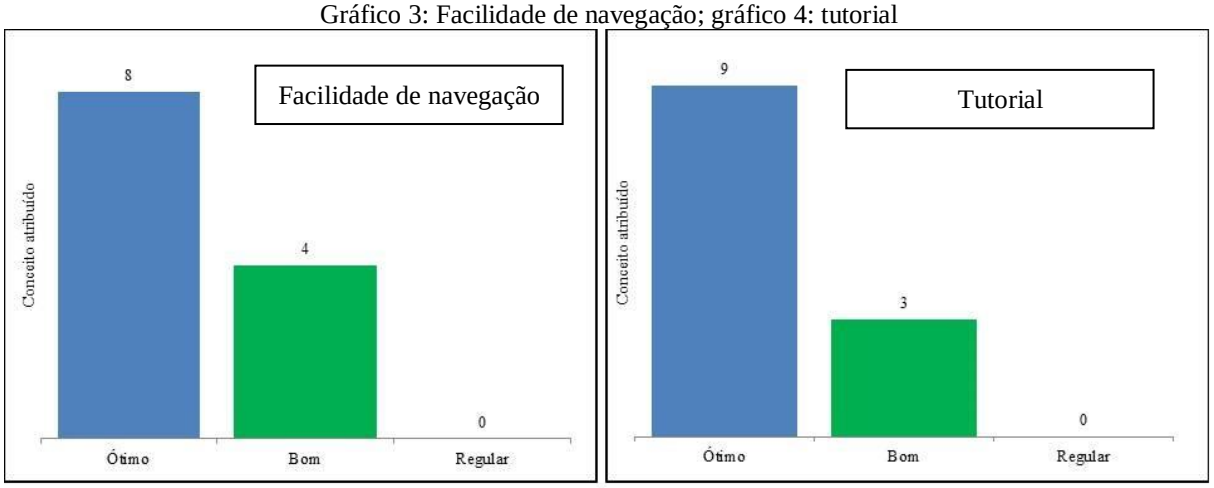
De acordo com o estudante, este assunto é complexo para o entendimento dos conteúdos e o AnReQuim se apresenta como um facilitador, ao apresentar os conteúdos em concordância com as atividades que visam auxiliar nas resoluções (Figura 8A), o modo fácil para a resolução das atividades com barras de rolagens, com números para o estabelecimento do(s) coeficiente(s) estequiométrico(s) (Figura 8B) e o *feedback* que auxilia na(s) correção(ões) do balanceamento químico (Figura 9).

O estudante E8 destacou outra vantagem do AnReQuim, ao argumentar: “*para uma prova, você ficava copiando e com meio com preguiça de fazer para copiar aquilo tudo resolvido tudo, no aplicativo você vai fazendo um atrás do outro [...]”*, afirma que os estudos pelo AnReQuim podem evitar situações como o desânimo e o cansaço, gerados pela maneira tradicional, ao ter que copiar as equações químicas no caderno. Além disto, E8 cita que o aplicativo pode originar motivação para a realização dos estudos.

O AnReQuim, além de oferecer maneira simples e fácil para resolução dos balanceamentos químicos, apresenta em todas as equações químicas das atividades o nome do produto formado para que o usuário possa fortalecer sua aprendizagem ou a revisão de fórmulas e nomenclatura dos compostos químicos (Figura 8B).

Os relatos dos estudantes a respeito da facilidade de realização das atividades, por meio do AnReQuim referem-se ao tutorial, que informa como usá-los e, também, à facilidade de navegação, no qual, propicia ao usuário a utilização das seções do ODA, de acordo com sua necessidade (RODRIGUES; LIMA; VILELA, 2013; TAROUCO, et al., 2014). Essas características do AnReQuim, apresentadas pelos estudantes estão demonstradas nos gráficos 3 e 4 em que a maior parte classificou estes itens como “ótimo”. As avaliações são oriundas das perguntas fechadas: “Como você avalia a facilidade de navegação” e “Como você avalia o tutorial” e da pergunta aberta “É de fácil manuseio? Comente”.

Gráfico 3: Facilidade de navegação; gráfico 4: tutorial



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Os apontamentos dos estudantes apresentados nos gráficos 3 e 4 evidenciam que o AnReQuim possui recursos técnicos que podem dar suporte para que o usuário consiga utilizá-lo sem a necessidade de um agente externo. Tais elementos (tutoriais, ícones das seções na tela principal, ícones das atividades) possuem potencial em colaborar como facilitadores na exploração e execução das atividades e influenciar positivamente na aprendizagem (REATEGUI; BOFF; FINCO, 2010; BRAGA, 2015).

A facilidade de navegação e o tutorial exercem um papel essencial nos estudos de conceitos químicos com o uso do AnReQuim, como pontuados nos gráficos 2 e 3 são também relatados nos excertos dos estudantes apresentados abaixo:

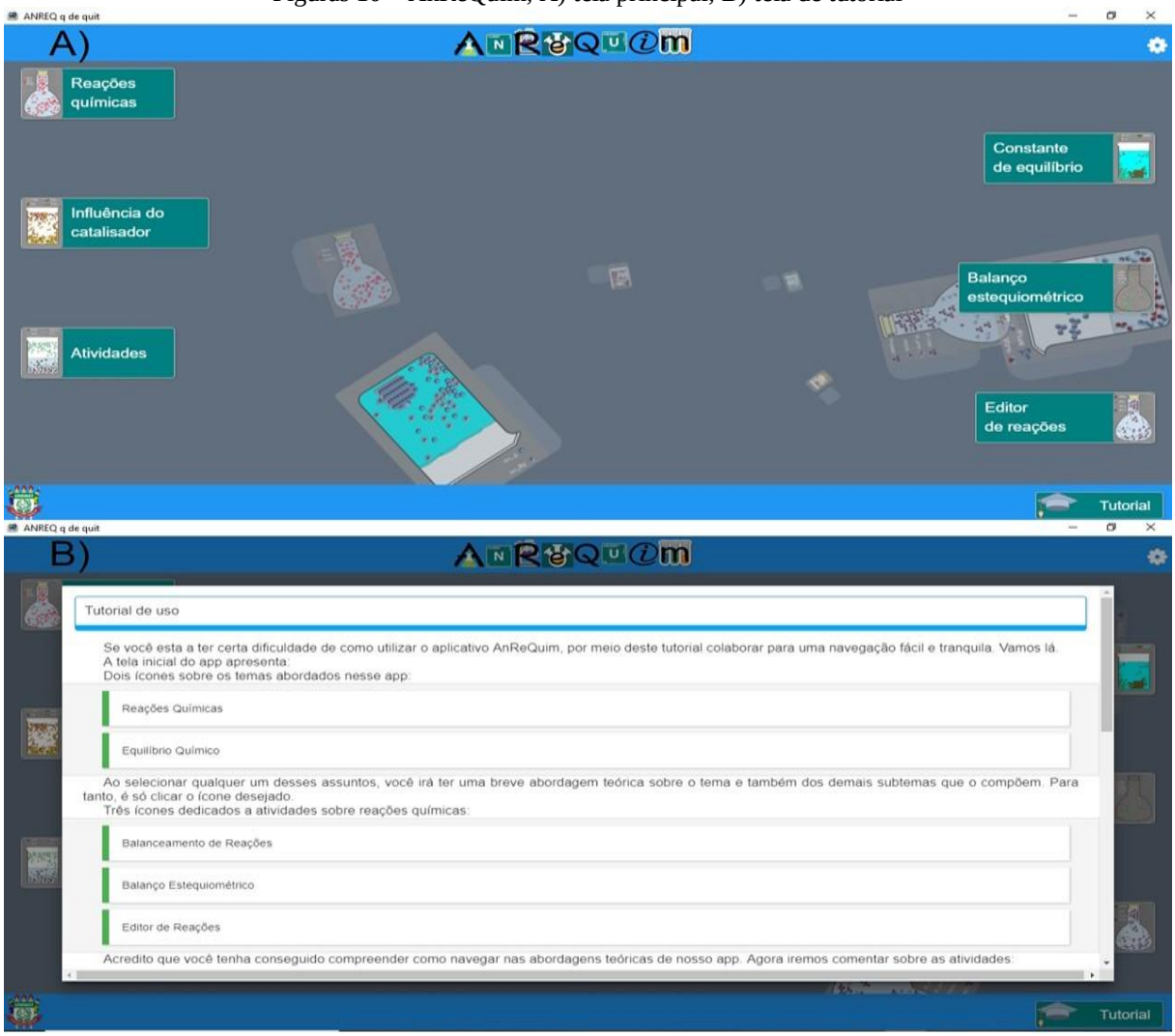
> *E1: Sim, o aplicativo contém várias explicações e tutoriais, as partes são muito bem separadas, tudo é realizado com muita clareza."* (Questionário – 02/12/2020).
>
> *E11: "Sim, o app nos oferece fácil manuseio pois os ícones explicam muito bem o que cada parte do aplicativo quer nos mostrar e ensinar."* (Questionário – 07/12/2020).
>
> *E3: "ele é bem fácil de mexer, didático, você consegue entender tudo certinho como funciona, porque tem uns tutoriais né, eu gostei dessa parte, achei bem legal."* (Roda de conversa – 09/12/2020)

As considerações de E1: *"Sim, o aplicativo contém várias explicações e tutoriais, as partes são muito bem separadas, tudo é realizado com muita clareza.",* denotam que os assuntos contidos no AnReQuim, são organizados de maneira clara (Figuras 8A, 10 A e 10B) e as informações dos tutoriais são de fácil entendimento (Figura 10B).

Esta afirmação é corroborada por E11 ao mencionar que [...] *os ícones explicam muito bem o que cada parte do aplicativo quer nos mostrar e ensinar." O E3* também concorda ao

pontuar que*: "ele é bem fácil de mexer, didático, você consegue entender tudo certinho como funciona [...]",* e destaca que o aplicativo é de fácil manuseio e estas características possibilitam o seu uso (Figuras 8A, 8B, 9A, 9B, 10A e 10B).

Figuras 10 – AnReQuim, A) tela principal; B) tela de tutorial



Fonte: Autor (2022)

Os excertos de E1: "*as partes são muito bem separadas"* referem-se às seções em que estão organizados os conteúdos relacionados a equilíbrio químico e suas associações e as atividades referentes a balanceamento de equações químicas, assunto este também abordado nos conteúdos contidos no AnReQuim (Figura 10A) (RODRIGUES; LIMA; VILELA, 2013; TAROUCO et al., 2014).

Os relatos de E11: "*os ícones explicam muito bem o que cada parte do aplicativo quer nos mostrar e ensinar"*, corroboram com E1, visto que, a tela principal do aplicativo está bem construída e coesa e os ícones (Figura 10A) são o elo que garante o acesso à cada seção do

aplicativo e permite uma visão geral de todas os segmentos do AnReQuim (RODRIGUES; LIMA; VILELA, 2013; TAROUCO et al., 2014; OLIVEIRA, 2017).

As características de uso autônomo (Figura 10 A) e as seções que explicam e auxiliam na compreensão de como funciona o AnReQuim (Figura 10B) são atributos técnicos de usabilidade importantes que facilitam a navegação e o uso do aplicativo e possibilitam interação no acesso e aprendizagem, aspectos pedagógicos.

No caso em específico do AnReQuim, as atividades estão relacionadas a balanceamento de equações químicas. A abordagem deste assunto propicia ao estudante por meio de visualização das fórmulas químicas com seus respectivos componentes, a criação de modelos mentais que contribuem com a percepção de como ocorre a reação química (Figura 8B) (MILANI JUNIOR, 2018). Estes modelos mentais estão vinculados à característica de cognição, relacionado ao aspecto pedagógico do aplicativo, e se refere "às sobrecargas cognitivas alocadas na memória do aluno durante o processo de ensino-aprendizagem" (BRAGA, 2015 p. 27).

A facilidade de uso do AnReQuim pode contribuir para atrair a atenção, despertar o interesse, motivar o usuário em explorar o aplicativo e colocar em prática o aprendizado na resolução das atividades (Figuras 8A, 8B, 9A e 9B). Além disso, o aplicativo exerce uma função mobilizadora que impacta em uma aprendizagem eficaz (NICHELE, 2015; OLIVEIRA, 2017).

Ainda, ao tratar da facilidade de uso, os estudantes apresentaram como ponto negativo do AnReQuim a impossibilidade de retorno e continuidade na mesma atividade quando, por ventura, o usuário sair da atividade ou até mesmo do próprio aplicativo, ao retornar para resolver o mesmo balanceamento químico, até então não resolvido por completo, conforme expressado nos comentários a seguir:

> *E7: "Daí, o lado negativo é quando a gente tá fazendo a reação, tipo na metade, e aí, sei lá, deu um problema e tiver que sair e voltar não ser mais a mesma, isso não é legal."* (Roda de conversa – 05/12/2020)

> *E4: "eu acho que podia melhorar e aquele negócio que a gente falou aquele dia de tá fazendo uma questão de sair e a questão desaparecer depois, a questão podia aparecer de volta lá."* (Roda de conversa – 09/12/2020)

O relato dos estudantes E4: "*tá fazendo uma questão de sair e a questão desaparecer"* e E7: "*tiver que sair e voltar não ser mais a mesma, isso não é legal."*, estão se referindo ao fato de que no AnReQuim, quando se cessa uma atividade que esteja incompleta, ao retornar

torna-se impossível acessar a mesma equação química para concluir seu balanceamento químico.

No AnReQuim isto não é possível, visto que, o aplicativo faz a rotatividade e apresenta outra equação química para se evitar, principalmente, decorar os coeficientes estequiométricos daquele balanceamento químico. Esta rotação das questões é possível devido a existência de um banco de dados com questões idealizado para este fim (MILANI JUNIOR, 2018; MILANI JUNIOR; CARVALHO, 2020).

Entretanto, o excerto de E7: "*isso não é legal."* demonstra que o estudante manifesta um sentimento de descontentamento em relação a falta de continuidade de resolução da equação em aberto. Esta característica tem relação com o aspecto pedagógico de afetividade que compreende "os sentimentos e motivações do aluno com sua aprendizagem e durante a interação com o OA" (BRAGA, 2015 p. 27).

O estudante E3: *"eu acho que podia melhorar [...] a questão podia aparecer de volta lá.*", destaca o desejo de dar continuidade a uma equação química que teve início e ficou sem ser balanceada devido a configuração do AnReQuim. Esta peculiaridade técnica de facilidade de uso do aplicativo possui conexão com o aspecto pedagógico de interatividade que "indica se há suporte às consolidações e ações mentais, requerendo que o aluno interaja com o conteúdo do OA de alguma forma, podendo ver, escutar ou responder algo. " (BRAGA, 2015 p. 26).

Ainda em relação a rotatividade, os estudantes destacaram como positivo a possibilidade de refazer as atividades do AnReQuim inúmeras vezes. Isso pode ser observado no relato do estudante E7:

> *E7: "por um lado é bom, porque daí assim, não fica aquela decoreba e, tipo assim, ah, eu fiz todos os níveis e quando eu for repetir novamente não serão as mesmas sequências das reações por outro."* (Roda de conversa – 05/12/2020)

Em seu comentário, E7 ao mencionar: *"*[...] *eu fiz todos os níveis e quando eu for repetir novamente não serão as mesmas sequências das reações por outro."*, refere-se ao fato de que as atividades contidas no mesmo nível de complexidade não são fixas, em outras palavras, ao encerrar as atividades em determinado nível e o usuário desejar realizá-las novamente, o AnReQuim gera, automaticamente, mudanças na ordem das equações químicas (MILANI JUNIOR, 2018; MILANI JUNIOR; CARVALHO, 2020).

Esta configuração técnica do AnReQuim visa evitar que o usuário decore os coeficientes estequiométricos dos balanceamentos químicos, como E7 afirmou: *"por um lado*

é bom, porque daí assim, não fica aquela decoreba [...]". Neste contexto, o usuário terá que "pensar" e mobilizar seu conhecimento adquirido novamente para resolver os balanceamentos das equações químicas.

Este apontamento de E7 remete a um aspecto técnico de usabilidade do AnReQuim que pode propiciar ao usuário potencializar as ações mentais e está vinculado ao aspecto pedagógico de interatividade entre usuário-atividades-conteúdo e autonomia para refazer a atividade dentro do respectivo nível ou em níveis diferentes.

No sentido da educação contemporânea, requer o uso de recursos inovadores, em especial ODA, como o AnReQuim, com potencial de agregar mudanças nos modelos tradicionais de ensino, de modo a prover mais diversidade e dinamicidade, indo além do tão conhecido "copia e responde", ainda muito presentes em sala de aula (EICHLER; DEL PINO, 2000; MACEDO; LOPES, 2002; POZO; CRESPO, 2009; SANTOS; WHARTA; SILVA FILHO, 2010; GIORDAN, 2015; MENDES; SANTANA; JÚNIOR, 2015).

Com base nas percepções dos estudantes, o AnReQuim, pelas suas características, como: manuseio simples e fácil; conteúdo em consonância com as atividades em linguagem clara, objetiva e contextualizada, organizados em seções e subseções para facilitar a navegação, tutorial para ajudar no uso; tornam o aplicativo um facilitador e mobilizador dos estudos de conceitos químicos, em especial, balanceamento de equações químicas por tentativas.

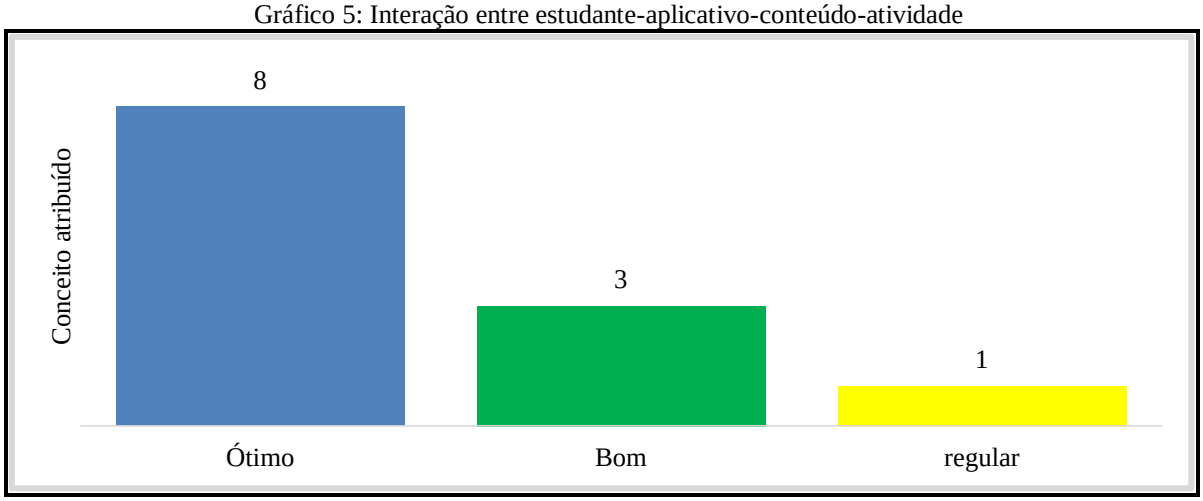
Esses fatores, presentes no AnReQuim, podem resultar em ganho de tempo e, principalmente, qualidade na prática pedagógica, no desenvolvimento do aprendizado e no conhecimento por meio de descobertas que irão surgir. (MILANI JUNIOR; CARVALHO, 2020). Neste sentido, Freire (1996) pontua que as condições que são apresentadas aos estudantes promovem habilidades para enfrentar, responder e superar os desafios, o que poderá resultar na produção de novos saberes e, em consequência, mobilizar a aprendizagem.

5.2 O AnReQuim como mediador da aprendizagem de conceitos químicos

A presente categoria originou-se após leituras e releituras, análise dos dados produzidos nos estudos e a seleção de núcleos de sentido que melhor caracterizaram o AnReQuim como recurso pedagógico mediador de aprendizagem de conceitos químicos, em especial, balanceamento de equações químicas (TAROUCO et al., 2014; OLIVEIRA; CARVALHO; KAPITANGO-A-SAMBA, 2019).

Neste contexto, iniciou-se com as percepções em relação à interação entre estudante-aplicativo-conteúdo-atividade, em que, a maioria apontou esta característica como "ótima", conforme mostrado no gráfico 5. Esses apontamentos mostram que o AnReQuim apresenta relação direta entre o conteúdo e as atividades e propicia ao estudante interagir com o aplicativo. Suas análises partiram da pergunta fechada: "Como você avalia a interação com o conteúdo e as atividades" e a pergunta fechada "É interativo? Comente".

Gráfico 5: Interação entre estudante-aplicativo-conteúdo-atividade



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

As considerações dos sujeitos da pesquisa retratadas no gráfico 5, evidenciam que o AnReQuim apresenta combinações integradas entre o conteúdo e as atividades. Isso conduz o estudante a interagir com o aplicativo (TAROUCO et al., 2014; BRAGA, 2015; OLIVEIRA, 2017). A importância destas interações entre estudante-aplicativo-conteúdos-atividade, fomentam o protagonismo na construção de novos saberes acerca do objeto de estudo. A esse respeito são apresentadas algumas considerações dos estudantes:

> *E2: "Sim. A interatividade é um dos pontos fortes do aplicativo, haja visto que sua organização estrutural e abordagem dinâmica acerca dos conteúdos, constituem-se de maneira interativa e permite ao usuário obter feedbacks e informações relevantes."* (Questionário – 02/12/2020)

> *E3: "Sim, pois o aplicativo apresenta várias opções interativas, como a realização de atividades e o editor de reações, por exemplo."* (Questionário – 05/12/2020)

Em observação aos relatos do estudante E2 ao afirmar que: "*A interatividade é um dos pontos fortes do aplicativo, visto que sua organização estrutural e abordagem dinâmica acerca dos conteúdos, constituem-se de maneira interativa [...]"* é confirmada por E3: *"Sim, pois o aplicativo apresenta várias opções interativas, como a realização de atividades [...]"*

reforça a conexão entre os conteúdos e as atividades (Figuras 8A e 8B) de maneira contextualizada e as partes do AnReQuim favorecem a interatividade entre o estudante e o aplicativo em seu uso. A esse respeito, Braga (2015) defende que:

> Um OA é tanto mais interativo quanto maior a capacidade de intervenção do aluno no conteúdo ensinado por esse OA. Um OA com alta interatividade possibilita a ação do aluno e o estabelecimento de uma relação de reciprocidade. Ou seja, quanto mais o OA permite que o aluno se aproprie de informações, reflita e seja ativo em seu processo de aprendizagem, mais interativo ele é (BRAGA, 2015, p. 22).

Braga (2015) pontua que a interatividade é uma das características fundamentais em um aplicativo para fins educacionais. Flôres e Tarouco (2008) destacam que o estudante necessita sentir-se integrante ativo na ação para que se possa estabelecer uma interatividade efetiva com os recursos digitais de ensino.

Os estudantes E2 e E3, demonstraram que o AnReQuim propiciou a interatividade entre o usuário e o aplicativo, visto que, os conteúdos (Figura 8 A) podem contribuir para a realização das atividades (Figura 8B). A interatividade é vivenciada pelo estudante devido o aplicativo proporcionar momentos em que o usuário é protagonista na resolução das atividades. O protagonismo na educação coloca o estudante como parte principal nos processos de ensino e aprendizagem. Estimula a elaboração de hipóteses e tomadas de decisões, sendo capaz de organizar e reorganizar estratégias, rever percursos e, por meio da experimentação, em especial, com uso de aplicativos educacionais, tornar-se ativo e dinâmico na construção de uma aprendizagem significativa e duradoura (DIAS; DEBALD, 2019).

Os excertos de E2: *"A interatividade é um dos pontos fortes do aplicativo*" e E3: "*o aplicativo apresenta várias opções interativas"* indicam que o AnReQuim proporciona a mediação entre o usuário, atividades e os conteúdos. Esta ligação deve-se a organização do aplicativo por seções e respectivos ícones na tela principal (Figura 10A) que facilitam o acesso aos conteúdos (Figura 8A) ou atividades (Figura 8B) de acordo com sua necessidade e interesse.

Esta característica do AnReQuim está relacionada ao aspecto pedagógico de interatividade, associada à característica do aspecto técnico de usabilidade, que sustentam e dão suporte às ações mentais, possibilitando a interação do usuário com o ODA, de maneira que possa ser ativo e protagonista da construção do conhecimento (TAROUCO et al., 2014; BRAGA, 2015).

Nesse sentido, os ODA que apresentam conteúdos na sua estrutura, suas abordagens, necessitam possuir funções relevantes e estar estruturados de forma a possibilitar a realização das atividades com informações claras, e assim, contribuir para que o usuário seja proativo.

Desta maneira, o recurso de ensino precisa, de fato, ser um facilitador do ensino e da aprendizagem (MACHADO; SILVA, 2005; KENSKI, 2012; SANTOS et al., 2013; FERREIRA; ROSADO; CARVALHO, 2017).

Aplicativos educacionais para a disciplina de Química, como o AnReQuim, podem promover a interação entre o usuário e o objeto de estudo, por meio da apresentação dos níveis de representações macroscópicas, microscópicas e simbólicas, evidenciando serem recursos potenciais para contribuir no entendimento de assuntos complexos e para a abstração que determinados assuntos possam apresentar (GIORDAN, 2008; WARTHA; REZENDE, 2011; MONTAGNA et al., 2012; FERNANDES; REIS, 2015; MENDES; SANTANA; JÚNIOR, 2015).

Ainda no que se refere à interação, os excertos dos estudantes, a seguir, apresentados indicam a possibilidade de interação estudante-estudante via AnReQuim, evidenciando processos cooperativos, conforme manifestações a seguir:

> *E6: "Bastante, ele nos oferece muitas informações sobre os conteúdos abordados e possibilita a interação/discussão com outras pessoas na resolução dos exercícios [...]."* (Questionário – 04/12/2020)
>
> *E8: "Sim, pois você pode realizar as atividades junto aos amigos e ao professor." (Questionário – 07/12/2020)*
>
> *E5: "Fica bem mais interativo quando se faz junto."* (Roda de conversa – 04/12/2020)
>
> *E7: "Principalmente quando a gente faz com alguém, que ajude sabe, sozinho eu acho que é meio tenso, junto é bem mais legal." (Roda de conversa – 04/12/2020)*

Embora os excertos dos estudantes não estejam relacionados a interatividade entre estudante-estudante, mediada pelo AnReQuim, os educandos destacam a importância dos estudos de maneira coletiva, conforme os excertos de E6 ao pontuar: "[...] *possibilita a interação/discussão com outras pessoas na resolução dos exercícios [...]"*, afirma que a possibilidade de se relacionar com outros estudantes, contribui para o enriquecimento do processo pedagógico. Os apontamentos do E5 ao afirmar que: *"Fica bem mais interativo quando se faz junto."* e por E8: "*você pode realizar as atividades junto aos amigos e ao professor."* é reforçado por E7 que pontua: "*Principalmente quando a gente faz com alguém, que ajude sabe, sozinho eu acho que é meio tenso, junto é bem mais legal.",* salientam que a relação entre os estudantes na realização das atividades do AnReQuim, de maneira coletiva, pode contribuir para um ambiente leve, calmo e participativo. Neste sentido, Leite (2015)

afirma que o ensino na contemporaneidade é uma construção alicerçada na interação e nas trocas de informações, as opiniões dos estudantes devem ser consideradas e respeitadas.

Os excertos de E5, E6, E7 e E8 referem-se ao aspecto pedagógico de cooperação que "indica se há suporte para os alunos trocarem opiniões e trabalharem coletivamente sobre o conceito apresentado" BRAGA, 2015, p. 26), característica esta, muito importante para o desenvolvimento dos processos de ensino e aprendizagem de Química. Entretanto, segundo com Milani Junior (2018), o AnReQuim foi produzido e pensado para o uso individual.

Durante as rodas de conversa, um estudante mencionou como ponto negativo o fato de o AnReQuim não oferecer suporte técnico que possibilite a cooperação simultânea entre os usuários quando estiverem estudando, via o aplicativo.

Porém, a confecção do AnReQuim procurou atender a uma característica técnica associada à acessibilidade que possibilita seu uso "em diferentes lugares (ex.: lugares com acesso à internet, lugares sem acesso à internet, etc.) e por diferentes tipos de dispositivos (ex.: computadores, *smartphones, tablets*, etc.)." (BRAGA, 2015, p. 27).

De acordo com Milani Junior (2018) o AnReQuim foi idealizado de forma que possa ser acessado em múltiplas plataformas, sem a necessidade de conexão à internet, para que o usuário possa usá-lo no ambiente escolar e fora dele, cabendo ao professor organizar práticas pedagógicas que possibilitem o uso do aplicativo em diferentes tempos e espaços.

Essas oportunidades de interação entre estudantes, ODA e professor podem estabelecer uma nova realidade, próxima, motivadora, participativa e cooperativa nas práticas pedagógicas do atual contexto educacional (KENSKI, 2012; SILVA, 2012; SILVA; KAYSER, 2015; SEVERRO; KASSEBOEHMER, 2017).

Uma consideração relevante ao assunto foi de E6 ao comentar a respeito de estudantes que "pouco" participam das aulas e que o uso de ODA em práticas pedagógicas pode contribuir para atrair a atenção.

> *E6: "Em sala de aula também dá ser utilizado, utilizar como forma de integração, como por exemplo, de alguns alunos que não participam muito da aula, com o app ele pode unir mais a sala e fazer com todos participem com maior interesse e auxilia também no aprendizado."* (Roda de conversa – 04/12/2020)

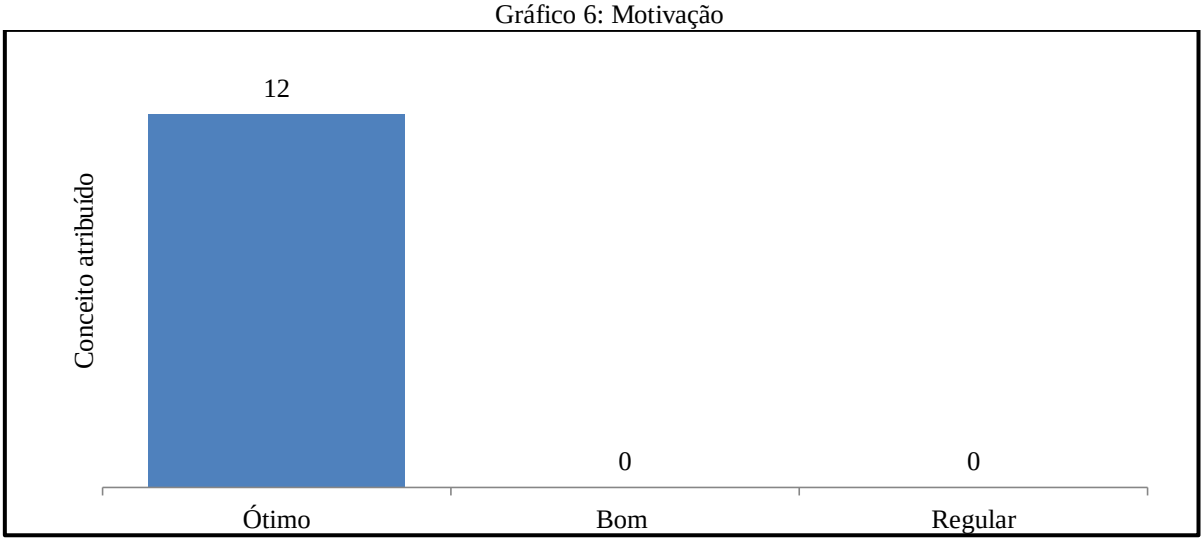
Os excertos de E6 ao pontuar o uso de aplicativos educacionais de maneira conjunta pode fomentar a interação entre os colegas de turma, por meio de colaboração mútua e mediada pelo professor, são capazes de atrair o interesse, motivar e fazer com que suas participações sejam potencializadas, atuantes e eficientes nas práticas pedagógicas

(ALCARÁ; GUIMARÃES, 2007; KENSKI, 2012; SANTOS et al., 2013; TORRES; OLIVEIRA; CARVALHO, 2021).

Neste contexto, Kenski (2003) pontua que para que se obtenha os resultados desejados, a aprendizagem necessita ser colaborativa e os estudantes incentivados a trabalhar em conjunto.

As considerações dos estudantes em seus relatos anteriores indicam a possibilidade de o AnReQuim despertar a motivação nos estudantes. Tais apontamentos foram originados da pergunta fechada: "A respeito do uso do aplicativo ter contribuído na melhoria de sua motivação para a aprendizagem, como você avalia?" e também a pergunta aberta "É motivador? Comente". Todos os estudantes pontuaram conceito "ótimo" para esta característica, de acordo com o gráfico 6 apresentado a seguir.

Gráfico 6: Motivação



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Os estudantes destacaram as qualidades que motivam o uso desse recurso digital, que podem ser observadas nas explanações a seguir.

> *E2: "Sim, pois incentiva a realização das atividades e demais práticas pedagógicas presentes no app com sua abordagem interativa e desenvolvida de modo a tornar o processo ensino-aprendizagem motivadora."* (Questionário – 02/12/2020)

> *E10: "Sim, quanto mais trabalhamos mais queremos conhecer o app."* (Questionário – 08/12/2020)

> *E6: "Sim, a gente começa da fase 1 e a gente quando terminou aquela lá, a gente já quer saber o que têm na segunda, aí você já entra na segunda, e eu já fui para a fase 10."* (Roda de conversa – 09/12/2020)

> *E8: "no aplicativo você vai fazendo um atrás do outro, você nem vê o tempo passar, quando você vê, já balanceou umas 10, 15 equações."* (Roda de conversa – 09/12/2020)
>
> *E12: "É bastante curioso, igual a gente estava resolvendo as questões e não queria mais parar, então é algo diferente, algo que incentiva a gente a fica no aplicativo e a fazer." (Roda de conversa – 09/12/2020)*

A motivação é uma variável que pode ser considerada de suma importância para o sucesso nos processos de ensino e na utilização de recursos diferenciados e atrativos, em especial ODA, que possibilitam estimular os estudantes a se manifestarem, produzirem, se relacionarem, despertar e consolidar o prazer do aprender a aprender (LEITE, 2015; OLIVEIRA; MILANI JUNIOR; CARVALHO, 2020).

O E2 ao afirmar que "[...] *incentiva a realização das atividades e demais práticas pedagógicas presentes no app com sua abordagem interativa [...]"* o AnReQuim, pela sua característica interativa, incentiva e motiva para seu uso nos estudos realizados.

Os apontamentos de E10 que destaca que *"Sim, quanto mais trabalhamos mais queremos conhecer o app."* fortalecem o conceito de que práticas de ensino que proporcionem motivação ao estudo, podem contribuir significativamente para que o estudante possa adquirir empatia com o assunto em estudo e com a disciplina (LEITE; LIMA, 2015).

Os estudantes, em seus relatos, afirmaram, também, a vontade de realizar as atividades no AnReQuim. Nos relatos, E8 enfatiza que: "*no aplicativo você vai fazendo um atrás do outro, você nem vê o tempo passar* [...]", apoiado por E12: "[...] *igual a gente estava resolvendo as questões e não queria mais parar [...]"* e reforçado por *E6: "Sim, a gente começa da fase 1 e a gente quando terminou aquela lá, a gente já quer saber o que têm na segunda, aí você já entra na segunda [...]"*, demonstram que as atividades do AnReQuim instigam os usuários a dar continuidade nos balanceamentos das equações químicas e, desta maneira, contribuem para a construção do conhecimento.

Os excertos de E2, E3, E8, E10 e E12 retratam as características de afetividade que se referem-se aos "sentimentos e motivações do aluno com sua aprendizagem e durante a interação com o OA" (BRAGA, 2015 p. 27). A motivação de acordo com Santos (2014) é um fator importante no ensino e aprendizagem, uma vez que, desperta nos estudantes o engajamento e a vontade de realizar as atividades com sucesso. Sendo, portanto, "[...] um fator que pode influenciar os indicadores de esforço mental dos sujeitos e está relacionado com a motivação destes na realização de uma atividade." (SANTOS, 2009, apud TAROUCO et al., 2014, p. 424).

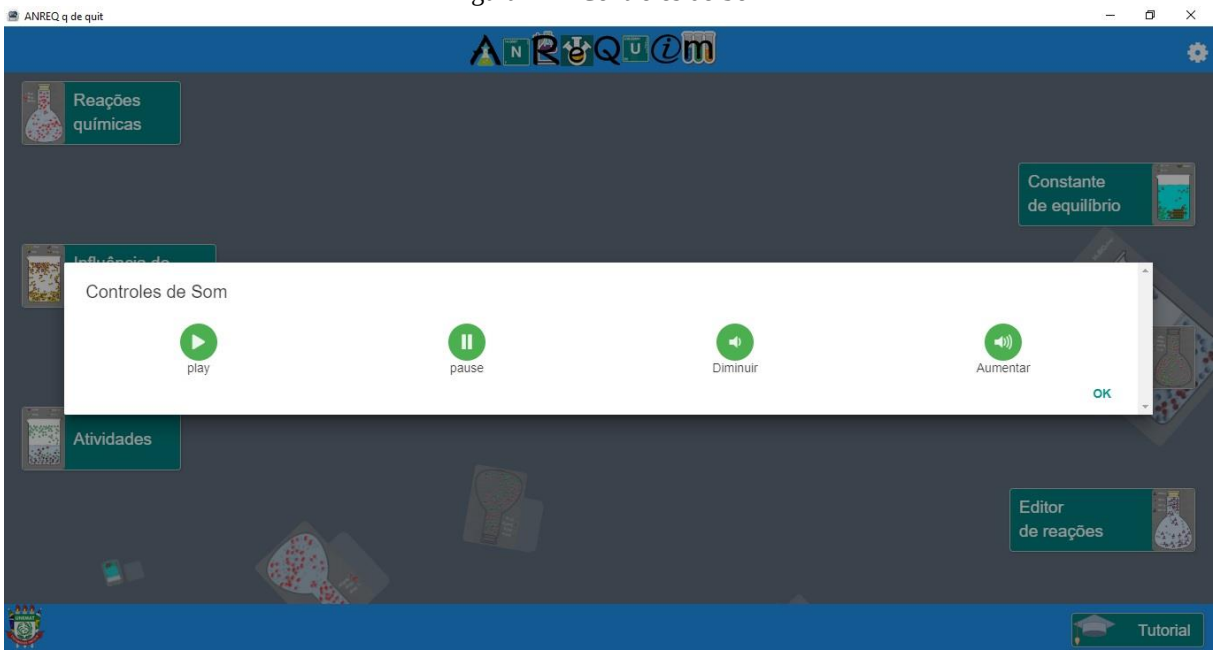
Recursos digitais, que disponibilizam conteúdos e atividades atrativas e prazerosas, são capazes de proporcionar nos estudantes motivação, capacidade de ação, tomada de decisões e/ou resolução de problemas, tem se mostrado eficazes e contribuído para o enriquecimento do aprender e desenvolvimento de habilidades (KENSKI, 2003; ALCARÁ; GUIMARÃES, 2007; SOUZA; MOITA; CARVALHO, 2011; PAULETTI; CATELLI, 2013; BITTENCOURT; ALBINO, 2017; NETO; BLANCO; ARAÚJO, 2019).

Outra abordagem dos estudantes em relação a motivação trata-se da trilha sonora que compõe o AnReQuim. Em suas opiniões, a música escolhida não contribui para a concentração durante os estudos:

> *E7: "Uma coisa que eu achei sem muito fundamento assim, foi a música, ninguém vai conseguir raciocinar com a música. Eu acho que música nenhuma ia, num sei, têm gente que gosta e se concentra melhor né, com música, mas assim, não é qualquer música, e aquela música lá, eu não conseguia pensar em nada com ela."* (Roda de Conversa – 05/12/2020)
>
> *E1: "[...] só não gostei da música"* (Roda de Conversa – 09/12/2020)
>
> *E3: "[...] aí do que eu não gostei foi daquela musiquinha bem alta."* (Roda de Conversa – 05/12/2020)

Embora as considerações dos estudantes referentes à trilha sonora do AnReQuim não tenham sido favoráveis ao que se destina, vale destacar que, em relação ao volume, pontuado por E3, que achou o som muito alto; na realidade, o aplicativo possui um controle de volume da trilha musical (Figura 11). Milani Junior (2018, p. 64) destaca que "é possível aumentar, diminuir, colocar em pausa e reiniciar o som da aplicação sempre que necessitado. Os controles de som estão disponíveis em todas as telas da aplicação". O usuário possui a autonomia de escolha em utilizar ou não a música e, se o quiser, pode ouvir na altura que desejar (Figura 11).

Figura 11 – Controles de Som



Fonte: Autor (2022)

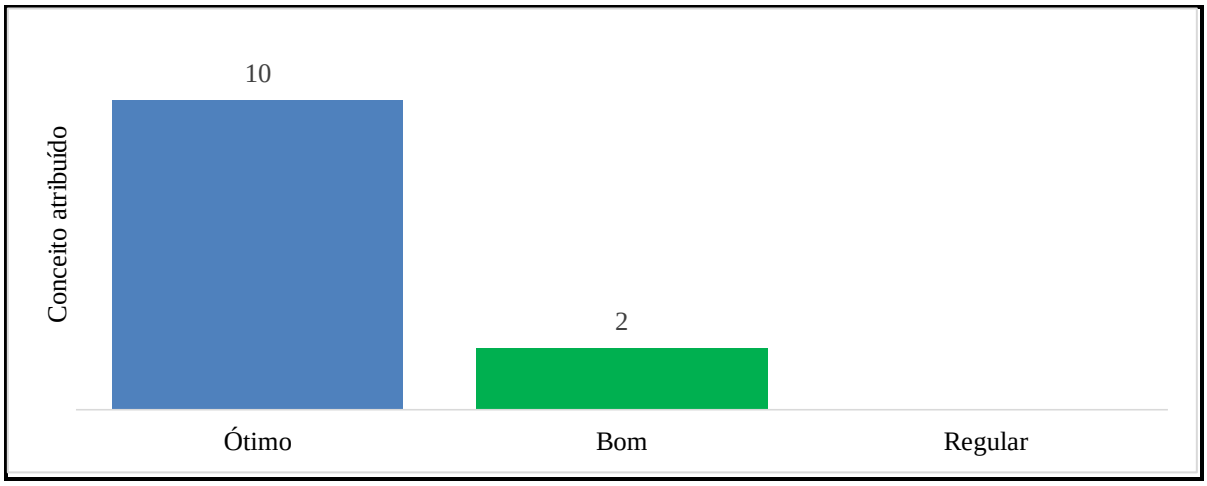
No caso específico desta pesquisa, a trilha musical parece não ter interferido no desenvolvimento das ações durante a realização das atividades, visto que, os estudantes diminuíram o volume ou pausaram o som (observação do pesquisador).

De acordo com Milani Junior e Carvalho (2020), a música incorporada ao AnReQuim possui o objetivo de despertar o interesse, animar e colaborar na motivação dos estudantes, durante a utilização do aplicativo, seja para estudos de conceitos e/ou para a realização das atividades (Figura 11).

A trilha sonora é uma característica relacionada ao aspecto técnico de usabilidade incorporada ao AnReQuim com o propósito de possibilitar o estabelecimento de um ambiente favorável ao estudo e possui conexão com a característica do aspecto pedagógico de afetividade (BRAGA, 2015).

Outros apontamentos dos estudantes referem-se à motivação pela busca e resolução das atividades que remetem aos princípios de autonomia, gerada pela usabilidade do aplicativo. Tais apontamentos cooperaram para a avaliação dos itens relacionados a autonomia de “acesso aos conteúdos e atividades.” e “na execução das atividades” que o AnReQuim dispõe. Suas considerações são provenientes das perguntas fechadas: “Como você avalia a autonomia de acesso aos conteúdos e atividades.” e “Quanto a autonomia na execução das atividades, como você avalia?”, em que o quesito “ótimo” foi pontuado pela ampla maioria dos estudantes, como pode ser observado no gráfico 7.

Gráfico 7: Autonomia



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Os excertos dos estudantes indicados no gráfico 7 ratificam que o AnReQuim possibilita autonomia em seu uso, como apontado pelos estudantes:

> *E2: "Sim, pois suas funções são de fácil uso e a organização do app como um todo está de modo a permitir o uso intuitivo, ou seja, autonomamente e autodidaticamente. Por essas razões, o aplicativo avaliado apresenta fácil manuseio."* (Questionário – 02/12-2020)
>
> *E5: "Sim, porque da autonomia para tentarmos responder de maneira fácil e prática as questões."* (Questionário – 04/12-2020).

O E2 ao tratar da autonomia do AnReQuim, pontua que: "[...] *suas funções são de fácil uso e a organização do app como um todo está de modo a permitir o uso intuitivo, ou seja, autonomamente e autodidaticamente"*. Pode-se observar que, por meio da palavra "autonomamente" denota que o AnReQuim proporcionou ao estudante, fazer uso de acordo com sua necessidade e "autodidaticamente" afirma que a organização do aplicativo facilita o seu manuseio (Figura 8A, 8B e 10A).

O estudante E5 ao relatar: "[...] *de maneira fácil e prática as questões."*, afirma que o AnReQuim possibilita que as atividades podem ser resolvidas de maneira objetiva e ratifica os apontamentos de E2, em relação a esta característica, que é apontado como positivo, ao possibilitar ao usuário, liberdade para resolução das atividades, propiciado pela usabilidade do aplicativo.

A autonomia é uma característica valiosa nos ODA, visto que, possibilita ao estudante ter a independência para utilizar este recurso de acordo com a sua necessidade e propicia que ele possa "ousar". Essa característica no AnReQuim é marcante e significativa, de modo que, o usuário possui total independência para fazer uso do aplicativo de acordo com sua vontade,

como: escolher qual nível quer resolver as atividades; mudar de nível de complexidade, sem a necessidade de ter concluído o nível em que se encontra em um primeiro momento, retornar aos níveis incompletos, quando desejar e, no caso dos níveis já completados, poder reiniciá-los e resolver novamente (Figura 12) (MILANI JUNIOR; CARVALHO, 2020; OLIVEIRA; MILANI JUNIOR; CARVALHO, 2020).

Figura 12 - Tela dos níveis de complexidade e de desempenho



Fonte: Autor (2022)

Os excertos de E2: "*suas funções são de fácil uso e a organização do app como um todo"* e de E5:*" responder de maneira fácil e prática as questões."* estão relacionados ao aspecto técnico do AnReQuim de usabilidade que, por meio de sua organização em seções com seus respectivos ícones (Figura 10A) dão acesso aos conteúdos e atividades.

O E5 vai além, ao afirmar que a configuração do aplicativo para a resolução de atividades, também contribui para o estudo, visto que, possui ícones para o acerto do coeficiente estequiométrico; para verificação se o balanceamento está correto ou não; possibilidade de poder corrigir; ir para outra atividade sem ter corrigido a anterior; escolher o nível de complexidade que deseja, mesmo que não tenha encerrado todos os balanceamentos de determinado nível em que está estudando; zerar determinado nível ou todos os níveis para reiniciar novamente sem ter a necessidade de completar todos os balanceamentos. Estas características de autonomia do AnReQuim estão relacionadas ao aspecto pedagógico e associado ao aspecto técnico de usabilidade.

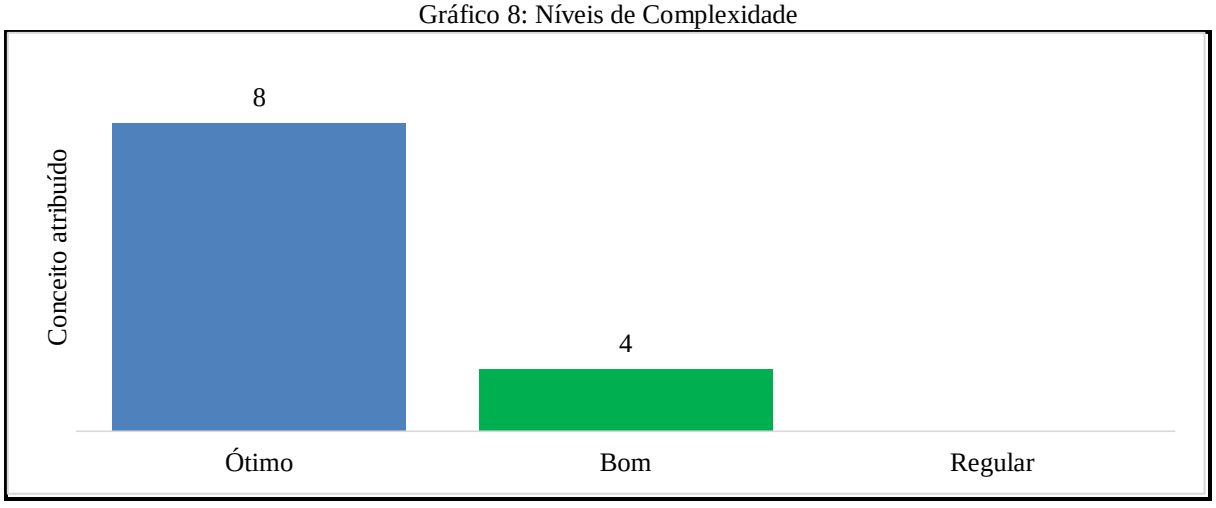
Os relatos dos estudantes sinalizam que o aplicativo é gerador de autonomia, por meio de sua usabilidade e pode contribuir para que o usuário conheça, construa, seja atuante e protagonista no uso do aplicativo nos estudos de conceitos químicos. (MILANI JUNIOR;

CARVALHO, 2020; OLIVEIRA; MILANI JUNIOR, CARVALHO, 2020). Braga (2015) descreve que a autonomia em um OA é uma característica que colabora e incentiva o usuário a ter atitude, estimula a agir e tomar decisões.

A possibilidade de aprendizagem fora do ambiente escolar, por meio de dispositivos móveis, em especial ODA, pode contribuir para o despertar da autonomia do estudante e, para tanto, necessita estar alinhada a experiências que estimulem o interesse e incentive o estudante a tomar decisões e ser responsável, conforme pontua Freire (1996).

Os apontamentos de E2 e E5 corroboram para a discussão de outra característica do AnReQuim, que faz referência a organização das atividades em níveis de complexidade. Neste contexto, são apresentadas, a seguir, as percepções dos estudantes em relação às facilidades que o AnReQuim oferece, por meio da usabilidade, para que o usuário possa mudar de nível na resolução das atividades de balanceamento de equações químicas por tentativa, que estão organizadas e disponibilizadas em 10 níveis de complexidade. Estes apontamentos são originados a partir da pergunta fechada "Como você avalia a organização e representação dos níveis de atividades?" no qual, a maioria dos estudantes pontuaram esta característica como "ótimo", como pode ser observado no gráfico 8.

Gráfico 8: Níveis de Complexidade



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Os apontamentos dos estudantes em suas avaliações indicam que a maneira em que as atividades foram estruturadas no AnReQuim, favorece a autonomia e a motivação para dar continuidade nos estudos, como demonstrado no gráfico 8 e relatados e confirmados nos excertos dos estudantes apresentados abaixo:

> *E6: "Sim, a gente começa da fase 1 e a gente quando terminou aquela lá, a gente já quer saber o que têm na segunda, aí você já entra na segunda, e eu já fui para a fase 10."* (Roda de conversa – 05/12/2020)

> *E3: "você se interessa bastante por resolver em níveis das atividades que vai aumentando, eu gostei daquilo."* (Roda de conversa – 09/12/2020)

> *E8: "eu mais achei massa foi esse negócio de nível aí, tipo assim, de você ir subindo, aí você fazer que teus amigos se torna igual a competição, você tá sempre querendo passar, passar, passar, não quer errar para não baixa o seu percentual de acerto."* (Roda de conversa – 09/12/2020)

> *E10: "achei legal que também tem a parte dos nível lá do 1 ao 10, chama bastante atenção para ver que se realmente tá aprendendo, leva a bastante interesse isso né, essa parte do nível."* (Roda de conversa – 09/12/2020)

A maneira com que as atividades estão organizadas no AnReQuim foi considerada como positiva pelos estudantes, fato este pontuado por E3: *"você se interessa bastante por resolver em níveis das atividades que vai aumentando, eu gostei daquilo."*, apoiado por E10 ao relatar: *"[...] chama bastante atenção para ver que se realmente tá aprendendo [...]* sugerem que a separação por níveis de complexidade (Figura 12) atraiu e instigou o usuário ao se sentir "desafiado" e dar continuidade na resolução dos balanceamentos químicos a fim de fortalecer e/ou pôr em prática sua aprendizagem.

No AnReQuim, as atividades já concluídas servem como base para a sequência das próximas resoluções e o índice de acertos das questões anteriores apresentados no *feedback* (Figura 9A), servem de incentivo e motivação para as próximas resoluções.

Essa qualidade do AnReQuim é ratificada por E8 ao afirmar: *"[...] você tá sempre querendo passar, passar, passar, não quer errar [...]"*, assevera a avaliação dos estudantes de que o aplicativo desperta o interesse e os seduz em querer resolver várias atividades, além de fomentar a continuidade e progressão das resoluções para os níveis mais complexos.

O E8 pontou outra característica que se mostrou interessante no AnReQuim ao destacar que:

> *E8: "a maneira como ele expressa a porcentagem de acertos e erros motiva o aluno a não querer errar."* (Roda de conversa – 05/12/2020)

Neste relato, E8 está a se referir aos índices de acerto por nível (Figura 9B) e também ao quadro geral das equações químicas balanceadas corretamente, disponibilizados pelo AnReQuim (Figura 12) e isso se mostra como algo atrativo e incentivador para a continuidade na resolução das atividades (MILANI JUNIOR; CARVALHO, 2020).

Foi considerado, também, como positivo a flexibilidade para a resolução das atividades, conforme relata E6: "*[...] e eu já fui para a fase 10."*, referindo-se ao fato de que, no AnReQuim, o usuário não necessita resolver as equações químicas em ordem crescente dentro do mesmo nível e nos níveis de complexidade superiores, como nas "fases de jogos" (Figura 12).

Aplicativos educacionais que, por meio de sua usabilidade, oportunizem aos estudantes a "liberdade" para poder "ousar" e desenvolver autonomia de escolha para ir a níveis superiores no momento que assim o desejar, se sentir "desafiado" e estimulado a testar seu conhecimento, ter atitude, confiança, autoestima, enfim, ser proativo, podem desencadear resultados positivos, na visão de Soad (2017).

Outra característica destacada como positiva pelos estudantes está relacionada à possibilidade de resolver novamente as atividades do AnReQuim, como pode ser observado no relato do estudante E7:

> *E7: "por um lado é bom, porque daí assim, não fica aquela decoreba e, tipo assim, ah, eu fiz todos os níveis e quando eu for repetir novamente não serão as mesmas sequências das reações por outro."* (Roda de conversa – 05/12/2020)

Em seu comentário, E7 ao mencionar: *"*[...] *eu fiz todos os níveis e quando eu for repetir novamente não serão as mesmas sequências das reações por outro."*, referiu-se ao fato de que, no AnReQuim as atividades contidas no mesmo nível de complexidade não são fixas, elas passam por alternância de posições. Em outras palavras, ao encerrar as atividades em determinado nível e o usuário desejar realizá-las novamente, o AnReQuim gera, automaticamente, mudanças na ordem das equações químicas, de modo a evitar que se decore os coeficientes estequiométricos dos balanceamentos químicos, como E7 afirmou: *"por um lado é bom, porque daí assim, não fica aquela decoreba [...]"*. Desta maneira, o usuário terá que "pensar" e mobilizar seu conhecimento novamente para resolver os balanceamentos das equações químicas.

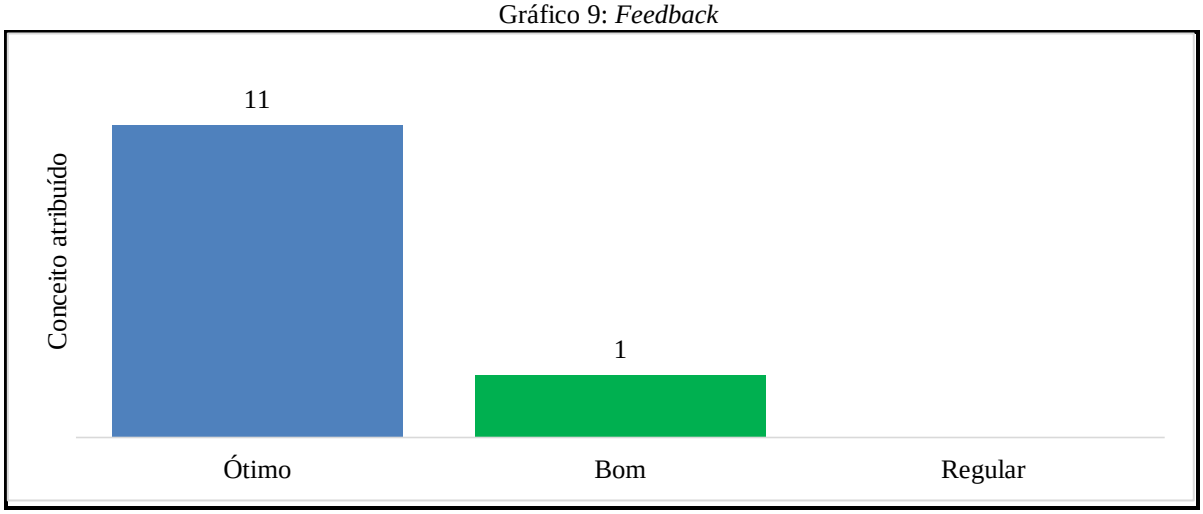
Desse modo, o usuário pode escolher aleatoriamente qual equação química quer estabelecer os coeficientes estequiométricos em qualquer nível de complexidade, mesmo que não tenha completado todos os balanceamentos de outros níveis inferiores e isto proporciona autonomia em resolver as equações químicas de acordo com o seu interesse e necessidade (POZO; CRESPO, 2009; ANDRADE; ARAÚJO JUNIOR; SILVEIRA, 2017; MILANI JUNIOR; CARVALHO, 2020).

As considerações de E3, E6, E7, E8 e E10 indicam que a organização das atividades do AnReQuim em níveis de complexidade (Figura 12) têm potencial de mobilizar processos cognitivos por meio de aprendizagem autônoma e motivadora, no qual o usuário interage com o aplicativo para ter acesso aos conteúdos, conforme sua necessidade de estudo. Além disso, permite a retomada e avaliação de seus níveis de conhecimentos adquiridos.

A característica do aspecto técnico de usabilidade do AnReQuim a respeito da organização em níveis de complexidade possibilita associação às características do aspecto pedagógico de afetividade, ao se tratar da motivação vivenciada na resolução das atividades; cognição, devido ao acesso e mobilização de processos de ensino e aprendizagem, de acordo com os níveis de conhecimentos; autonomia, que garantem o uso do aplicativo de acordo com sua necessidade de estudo e revisão de aprendizagem e interatividade, ao proporcionar a interação entre estudante-aplicativo-conteúdo-atividades.

Neste contexto, ao dar continuidade as avaliações do AnReQuim, foi abordado a característica relacionada ao *feedback*, trazida à luz da discussão. As percepções e apontamentos dos estudantes em relação ao *feedback* originaram-se da pergunta fechada" Como você avalia a contribuição do *feedback* para o entendimento do assunto" e da pergunta aberta "Oferece *feedback*, ou seja, retorna a resposta ou ajuda ao assunto abordado. Comente", foi pontuado pela ampla maioria dos estudantes com o conceito "ótimo", conforme apresentados no gráfico 9.

Gráfico 9: *Feedback*



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

As considerações dos estudantes ratificam que o *feedback* de cada atividade distribuído nos 10 níveis de complexidade, qualifica positivamente o AnReQuim no retorno

dos resultados e da elucidação da aprendizagem alcançada nas resoluções das atividades, como demonstrado no gráfico 9 e ratificado nos apontamentos a seguir:

> *E1: "Sim, você sabe quando acerta e se erra sabe onde errou, as explicações sobre o assunto fazem ele se tornar bem claro de se entender, a resposta ao assunto abordado é muito boa."* (Questionário – 02/12/2020)
>
> *E8: "Sim, ele avisa se você acertou ou errou, e no caso de erro, ele nos mostra aonde erramos."* (Questionário – 07/12/2020)
>
> *E5: "a gente tenta alí, errou, ele mostra onde a gente errou, a gente volta, tenta de novo até conseguir acertar. Então, é um app que facilita muito o conteúdo e o entendimento para a gente."* (Roda de conversa – 05/12/2020)
>
> *E7: dá para você fazer as tentativas alí bem mais rápido, na hora que ele te dá o feedback, ele mostra para a gente o que a gente errou, qual a gente acertou, então assim, na hora do feedback lá, ele mostra em vermelho o que eu errei, daí o verde do que eu acertei, e aí você já corrige."* (Roda de conversa – 05/12/2020)
>
> *E8: o que eu achei bem interessante é quando você erra a questão ele mostra aonde que você errou né qual balanceamento você errou ele mostra em vermelho que tá errado se corrigir."* (Roda de conversa – 09/12/2020)

O AnReQuim fornece automaticamente ao término de cada atividade um *feedback* da resolução da atividade respondida (Figura 9). Os registros pelos estudantes acerca do *feedback* disponibilizado pelo AnReQuim apresentam respostas bem objetivas.

O estudante E1 pontua que: *"Sim, você sabe quando acerta e se erra sabe onde errou [...]"*, afirma que o AnReQuim, além de informar o acerto ou erro, mostra onde está o erro. O apontamento de E1 é fortalecido pelo estudante E7, ao relatar: *"[...] daí o verde do que eu acertei [...]"*, mostra que o(s) coeficiente(s) estequiométrico(s) que estiver(em) correto(s) aparecerá(ão) na cor verde.

O estudante E7 assinala também: *"[...] ele mostra em vermelho o que eu errei [...]"*, ele se refere ao fato de no AnReQuim o(s) coeficiente(s) que estiver(em) incorreto(s) será(ão) identificado(s) na cor vermelha e necessita(m) ser verificado(s) novamente e corrigido(s) para que se estabeleça o balanceamento da equação química.

Esses apontamentos são confirmados pelo estudante E8 que relata: *"[...] ele mostra aonde que você errou né qual balanceamento você errou ele mostra em vermelho que tá errado se corrigir."* Os relatos mencionam a resolução de atividades, como a mostrada na figura 9B.

Ainda com relação a atividade e o *feedback* foi relatado pelo estudante E5: *"[...] tenta de novo até conseguir acertar [...]"* e por E7: *dá para você fazer as tentativas alí [...]"*

refere-se que o usuário pode repetir o balanceamento estequiométrico quantas vezes for necessário. O estudante E7 ao usar a expressão "*bem mais rápido"* menciona que ao realizar o balanceamento estequiométrico no AnReQuim é mais rápido em comparação a método tradicional.

Os apontamentos dos estudantes demonstram que a maneira que o AnReQuim apresenta o *feedback* dos resultados da equação química pode contribuir para evitar situações de desânimo, ou até mesmo de desistência. Esta situação pode ocorrer, em muitos casos, pela falta desse tipo de retorno das atividades.

A possibilidade de refazer a referida equação com o devido respaldo disponibilizado pelo AnReQuim ao informar qual e/são o(s) índice(s) a corrigir objetiva motivar e inspirar o usuário a continuar na resolução das atividades (MILANI JUNIOR, 2018).

O *feedback* do AnReQuim, na parte central à esquerda, oferece uma visão geral do índice de desempenho do usuário, mostrando, assim, os seus índices de acertos e o grau de entendimento do assunto (Figura 9) em números. Também, aponta em detalhes os casos específicos que precisam ser retomados ou refeitos (Figura 9B).

No AnReQuim, sem a apresentação dos coeficientes estequiométricos em vermelho qual(is) está(ão) errado(s) (Figura 9B), o usuário, provavelmente, teria que refazer o balanceamento de toda a equação química novamente. Em tese, ao não ter uma ideia de qual(is) está(o) certo(s) e errado(s), pode gerar desmotivação na realização das atividades (MILANI JUNIOR, 2018).

Também, pode contribuir para que o usuário possa refletir acerca das dificuldades encontradas na resolução, podendo rever conceitos do assunto em estudo (AGUIAR; FLORES, 2014; MILANI JUNIOR, 2018; OLIVEIRA; MILANI JUNIOR; CARVALHO, 2020; TORRES; OLIVEIRA; CARVALHO, 2021).

Ainda relacionado às atividades, na tela do *feedback* são apresentados conteúdos complementares, que informam alguma(s) particularidade(s) de um componente da reação química (Figura 9). Em todas as atividades, o AnReQuim apresenta o nome de um composto formado na reação química (Figura 8B), que pode contribuir na ampliação do conhecimento. A esse respeito, os estudantes, em suas avaliações, classificaram estas funcionalidades como positivas, como pode-se observar nos relatos a seguir.

> *E5: "apresenta o nome do produto e sua função, ajuda o aluno a compreender de maneira mais fácil. além de mostrar o produto formado para que serve, é bem interessante."* (Roda de conversa – 05/12/2020)

> *E6: "achei interessante, porque as vezes a gente sabe que têm aquele produto mas, não sabe para que serve, ou, onde ele é usado né, o que é para que serve."* (Roda de conversa – 05/12/2020)
>
> *E7: assim, a gente só fazendo alí, vendo aquele monte de letras, monte de números, a gente fica, sei lá, a gente não olha nem o nome, a gente olha só o Cl ou o S, e aí a gente fica boiando, e ali, a gente fica, nossa, ele forma uma coisa que pode ser muito comum em nossa vida e a gente usa todo dia e nem sabe.* (Roda de conversa – 05/12/2020)

Os apontamentos de E5 ao comentar: *"[...] além de mostrar o produto formado para que serve, é bem interessante."*, considera que esta característica peculiar e relevante do AnReQuim ao apresentar referências de um componente da reação química, tem potencial de propiciar ao usuário estabelecer relações entre o conteúdo abordado e a realidade que o cerca (Figura 9). Essas considerações também foram mencionadas pelo E6 que relatou: *"achei interessante, porque as vezes a gente sabe que têm aquele produto, mas, não sabe para que serve, ou, onde ele é usado né, o que é para que serve"*.

Tais informações apresentadas pelo AnReQuim são consideradas importantes, visto que, são referências de produtos químicos que fazem parte do cotidiano e que, muitas vezes, não se sabe a sua utilidade ou, se sabe, não possui o conhecimento de sua fórmula e/ou o nome químico (MACEDO; LOPES, 2002; FERREIRA; ROSADO; CARVALHO, 2017; MILANI JUNIOR; CARVALHO, 2020).

O estudante E7 ao relatar: "*assim, a gente só fazendo alí, vendo aquele monte de letras, monte de números, a gente fica, sei lá, a gente não olha nem o nome, a gente olha só o Cl ou o S, e aí a gente fica boiando [...],* refere-se a situações de realização de atividades de forma "mecânica", em que o contato com o objeto de conhecimento está relacionado apenas ao que está a ser resolvido, isto é, o estudante tenta solucionar o problema e não se atenta a possíveis informações contidas no assunto em estudo. Nos processos de ensino e aprendizagem de Química, fazer conexões com a realidade pode propiciar a aquisição de novos saberes (SILVA; BANDEIRA, 2006; PAZ et al., 2007; AGUIAR; FLORES, 2014).

Para Ouriques et al. (2018), para que se possa obter aprendizagem efetiva de Química, torna-se necessário estimular a curiosidade, de forma que os estudantes explorem os assuntos abordados e estabeleçam relações destes com a realidade.

No caso específico das atividades contidas no AnReQuim, os símbolos dos elementos e fórmulas químicas (Figura 8B) são as representações em nível simbólico e, as informações e/ou características de algum participante da reação química (Figura 9); é uma maneira de tentar levar a imaginação de como o produto é, em nível visível, ou seja, a representação

macroscópica, além de possíveis informações de propriedades físico-químicas (MORTIMER; MIRANDA, 1995; WARTHA; REZENDE, 2011; FERNANDES; REIS, 2015; LEITE, 2015).

Os apontamentos de E1, E5, E6, E7 e E8 assinalam que o *feedback* do AnReQuim (Figura 9) pode funcionar como uma função que fomenta a mediação dos estudos de balanceamento de equações químicas por tentativa, na medida que possibilita a averiguação instantânea do resultado alcançado na respectiva atividade e, em caso de erro, indica em que coeficiente(s) o usuário poderá, se assim o desejar, retomar e corrigir a atividade, para tanto bastará clicar no ícone refazer na tela do *feedback* (Figura 9B). O AnReQuim oferece, também, uma visão geral com a apresentação de um indicador de acertos alcançados nos estudos. Com essas informações, o usuário terá uma ideia de seu nível de conhecimento (Figura 9), motivando, assim, a continuidade dos estudos.

Além disso, apresenta informações complementares de um componente da reação química, que tem por objetivo acrescentar o conhecimento sobre a Química, bem como, a possibilidade de poder relacionar estas particularidades com o seu cotidiano (Figura 9).

A característica do aspecto técnico de usabilidade do AnReQuim no que concerne o *feedback* propicia conexão com as características do aspecto pedagógico de afetividade, ao se tratar da motivação vivenciada na resolução das atividades; cognição, ao se tratar da motivação gerada pela resposta rápida de certo ou errado, que contribui para a correção, em caso de erro; índice de acertos e informações completares acerca de um dos componentes da reação química: autonomia, que garante ao usuário avaliar o seu nível de conhecimento e interatividade, ao proporcionar a interação entre estudante-aplicativo-conteúdo-realidade do usuário.

Neste sentido, Rosado, Bohadana e Ferreira (2013) pontuam que o *feedback* é um "importante instrumento para a melhoria da aprendizagem, pois por seu intermédio o aluno obtém uma visão mais clara do seu desempenho, gerando uma conscientização valiosa para a aprendizagem." (ROSADO; BOHADANA; FERREIRA, 2013, p. 227).

Entende-se que essas particularidades do AnReQuim podem ser fatores agregadores, no sentido de incentivar o usuário a prosseguir nas realizações das atividades de modo a potencializar o querer aprender.

Aplicativos educacionais que possuam elementos que os tornem atraentes e motivadores para seu uso, como o AnReQuim, podem colaborar para que o estudante tenha estímulo a explorar e mobilizar conhecimentos sobre o conteúdo abordado e se sinta disposto a aprender, fatores que são fomentadores para o fortalecimento do conhecimento (TAROUCO et al., 2014).

Nesse sentido, outro destaque que foi retratado no debate a respeito das configurações que o AnReQuim apresenta na ampliação do conhecimento, refere-se às 48 atividades de balanceamentos de equações químicas que apresentam animações. Os estudantes avaliaram como positivo esta característica. O estudante E7 expressou que:

> *E7: "eu acho legal, porque a gente não pode nem imaginar como que é né, porque não dá para ver, e aí a gente vê como elas se agrupam e tal. Dá para a gente imaginar como ocorre realmente."* (Roda de conversa – 05/12/2020)

A consideração de E E7 afirma que ao ver, nas animações do AnReQuim, os átomos dos reagentes e produtos em movimento, pôde ter ideia de como as reações químicas ocorrem, visto que, não imaginava como realmente funcionava uma reação química. Os comentários de E7 foi corroborado pelo do E3 que relatou:

> *"eu achei bem interessante né, como funciona as reações, achei bem demonstrativo, é bem prático, gostei. [...] Está bem explícito o que acontece e tem a imagem de qual molécula é qual né e dá para entender bem e não precisa de explicação. [...] Agregam seu conhecimento, saber como funciona o movimento das moléculas." (Roda de conversa – 09/12/2020)*

O estudante E3, ao pontuar: "*tem a imagem de qual molécula é qual né e dá para entender bem e não precisa de explicação* [...]", denota que conseguiu ver e soube identificar cada átomo (elemento), molécula ou composto químico participante da reação química (Figura 8C).

Esta visualização e identificação deve-se ao fato de que cada componente participante da reação química está identificado com cor específica, o que facilita o entendimento das transformações que ocorrem em uma reação química. Esse tipo de animação pode dar "vida a imaginação" e atrair a atenção dos estudantes por meio de múltiplas linguagens (GIORDAN, 2005; MILANI JUNIOR; CARVALHO, 2020).

As animações do AnReQuim são características do aspecto pedagógico de cognição e interação ao fomentar e mediar os estudos de conceitos químicos, por meio de percepção, memória, linguagem e pensamento, ao visualizar as transformações químicas que mostram interações iônicas e moleculares que proporcionam ao estudante mobilizar e ampliar conhecimentos (GIORDAN; GÓIS, 2005; GIORDAN, 2008; TAROUCO et al.; 2014; BRAGA, 2015; OLIVEIRA, 2017).

Ainda de acordo com Milani Junior e Carvalho (2020) as animações contidas nas atividades do AnReQuim são um recurso didático em potencial que pode auxiliar na mediação e, em consequência, agregar possibilidades nos estudos de conceitos químicos, ao mostrar/ilustrar como "funciona" uma reação química (Figura 8C).

Neste contexto, Braga (2015, p. 15) pontua que: “as animações interativas tornam-se ferramentas didáticas valiosas no auxílio daqueles alunos com alguma dificuldade de abstrair conceitos. Seu uso estimula processos cognitivos como percepção, memória, linguagem, pensamento e outros”.

As animações contidas no AnReQuim têm por objetivo simular a Teoria das Colisões entre os componentes em uma reação química, ao exibir, a partir dos reagentes, a formação dos produtos (reação direta) e, simultaneamente, a quebra da molécula do produto para originar novamente os reagentes (reação inversa) até que se estabeleça o equilíbrio químico (Figura 8C).

Tais animações visam demonstrar a nível microscópico (atômico/molecular) como as reações químicas ocorrem, visto que, são fenômenos invisíveis ao olho a nu (MORTIMER; MIRANDA, 1995; WARTHA; REZENDE, 2011; FERNANDES; REIS, 2015; LEITE, 2015).

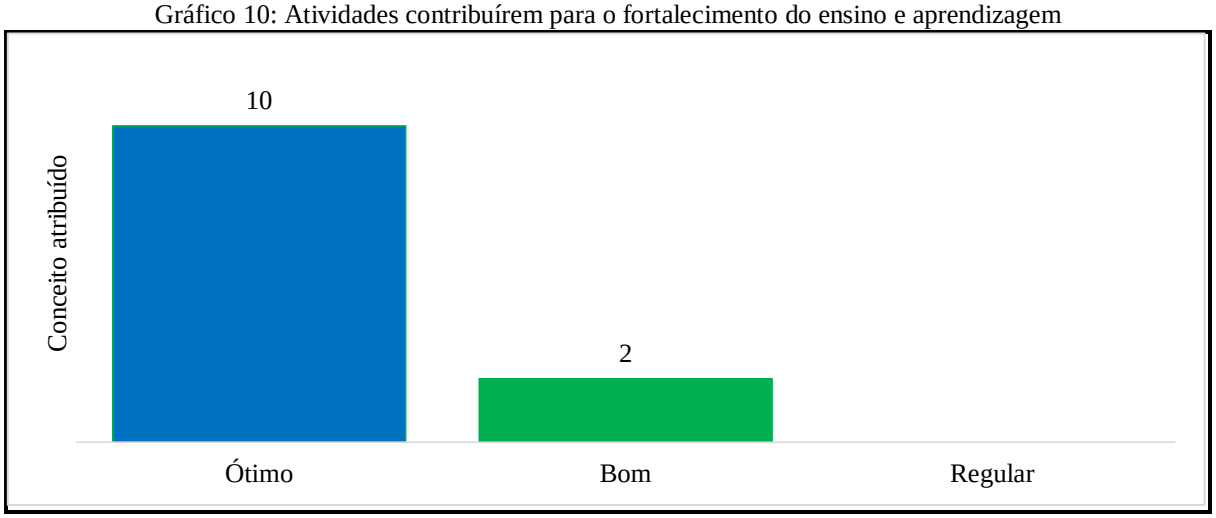
5.3 O AnReQuim como recurso digital pedagógico para a aprendizagem de conceitos químicos

Esta categoria é resultado de leituras, análise dos dados produzidos nos estudos e a seleção de núcleos de sentido que melhor caracterizaram o AnReQuim como recurso digital pedagógico para a aprendizagem de conceitos químicos, em especial, balanceamento de equações químicas (TAROUCO et al., 2014; OLIVEIRA; CARVALHO; KAPITANGO-A-SAMBA, 2019).

Com o intuito de obtenção de elementos que contribuíssem para a avaliação e classificação desta categoria, as análises iniciaram-se com as percepções e apontamentos dos estudantes a respeito da contribuição das atividades para o fortalecimento da aprendizagem de conceitos químicos, em especial, de balanceamento de equações químicas.

Os resultados apresentados foram apoiados na pergunta fechada: “As atividades contribuem para a ampliação da aprendizagem” e também da questão aberta “Após o uso do aplicativo AnReQuim para os assuntos equilíbrio químico e suas associações e, em especial, balanceamento de equações químicas, você considera que esse recurso digital pedagógico contribui de maneira satisfatória para a sua aprendizagem? Comente”. Os estudantes pontuaram em sua maioria esta característica como “ótima”, conforme os apontamentos apresentados no gráfico 10.

Gráfico 10: Atividades contribuírem para o fortalecimento do ensino e aprendizagem



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Na avaliação deste item, as considerações dos estudantes qualificam o AnReQuim como potencial recurso digital pedagógico de aprendizagem de conceitos químicos, em especial, balanceamento de equações químicas, por meio das resoluções das atividades, como demonstrado no gráfico 10 e confirmado nos apontamentos a seguir:

> *E1: "destaque principalmente para as atividades que são muito divertidas e interativas de se fazer. [...] os exercícios são incríveis para aplicar seu conhecimento e saber ainda mais."* (Questionário – 02/12/2020)
>
> *E2: "[...] a organização do app como um todo está de modo a permitir o uso intuitivo, ou seja, autonomamente e autodidaticamente." (Questionário - 02/12,2020*
>
> *E5: "Sim, porque da autonomia para tentarmos responder de maneira fácil e prática as questões, o aluno aprende o conteúdo se divertindo, pois o uso da Tecnologia chama atenção, além de da liberdade ao aluno."* (Questionário – 04/12/2020)
>
> *E7: "Sim, muito facilitador na hora de resolver as atividades e entender melhor sobre o assunto, além de ser criativo e chamar a atenção por ser digital."* (Questionário – 04/12/2020)
>
> *E10: "Sim, com o app consegui compreender o conteúdo com mais facilidade."* (Questionário – 08/12/2020)
>
> *E1: "Se alguém fosse aprender do zero, o aplicativo ia ser bem fácil do que do jeito que nós aprendemos na escola, além de poupar mais tempo né, do que copiando as coisas e tudo mais."* (Roda de conversa – 09/12/2020)
>
> *E4: "ficou bem mais legal de balancear as equações, é mais versátil de fazer, deixou tudo mais fácil, mais representável de fazer, ajuda a aprender bem mais, a fazer bem mais exercícios."* (Roda de conversa – 09/12/2020)

Os destaques nos apontamentos de E1: *"[...] as atividades que são muito divertidas [...]. os exercícios são incríveis [...]"*, indicam que a realização das atividades por meio do aplicativo propicia um ambiente agradável e prazeroso em seu uso (BRAGA, 2015; OLIVEIRA; MILANI JUNIOR; CARVALHO, 2020; TAROUCO et al., 2014;).

O E2 ao mencionar: "*[...] a organização do app como um todo está de modo a permitir o uso intuitivo, ou seja, autonomamente e autodidaticamente."*, avalia e reforça que a organização no AnReQuim propicia praticidade em sua utilização, ao apresentar conteúdos fundamentados, com linguagem de fácil compreensão, além de possibilitar interação entre as atividades e o conteúdo e dar autonomia ao usuário. Estas características estimulam os usuários e potencializam o uso do AnReQuim (FREIRE, 1996; BRAGA, 2015; MILANI JUNIOR; CARVALHO, 2020; OLIVEIRA; MILANI JUNIOR; CARVALHO, 2020; TORRES; OLIVEIRA; CARVALHO, 2021).

O estudante E5 pontua: *"Sim, porque da autonomia para tentarmos responder de maneira fácil e prática as questões [...]"*, se refere ao fato de que o AnReQuim propicia autonomia para o usuário fazer uso da maneira que lhe for mais adequado e de acordo com o seu interesse, como realizar atividades de maneira aleatória em níveis diferentes (BRAGA, 2015; MILANI JUNIOR; CARVALHO, 2020; OLIVEIRA; MILANI JUNIOR; CARVALHO, 2020; TORRES; OLIVEIRA; CARVALHO, 2021).

Os relatos de E1: *"[...] os exercícios são incríveis para aplicar seu conhecimento e saber ainda mais."*, E4: "[...] *ajuda a aprender bem mais, a fazer bem mais exercícios."* E10: *"Sim, com o app consegui compreender o conteúdo com mais facilidade."* destacam que as atividades no aplicativo propiciam entusiasmo e conduzem ao desenvolvimento mental, por meio de novas práticas de estudos, fomentando a tomada de decisões e favorecendo a aprendizagem de balanceamento de equações químicas por tentativa (BRAGA, 2015).

Essas características estão associadas ao aspecto pedagógico do AnReQuim e estão relacionadas à afetividade, por gerar afinidade e estímulo na resolução das atividades (BRAGA, 2015; OLIVEIRA, 2017) e, também, a cognição, devido ao acesso e entendimento dos conteúdos de acordo com os níveis de conhecimentos por meio das resoluções das atividades.

Os excertos de E2: "*a permitir o uso intuitivo, ou seja, autonomamente e autodidaticamente."* e E5: "*da autonomia para tentarmos responder de maneira fácil e prática as questões"* evidenciam características pedagógicas do AnReQuim de interatividade, ao dispor de texto (Fig. 8A) que possibilitam oportunidades de interação na resolução das atividades (Fig. 8B) e dá suporte às ações mentais, possibilitando a interação do usuário com

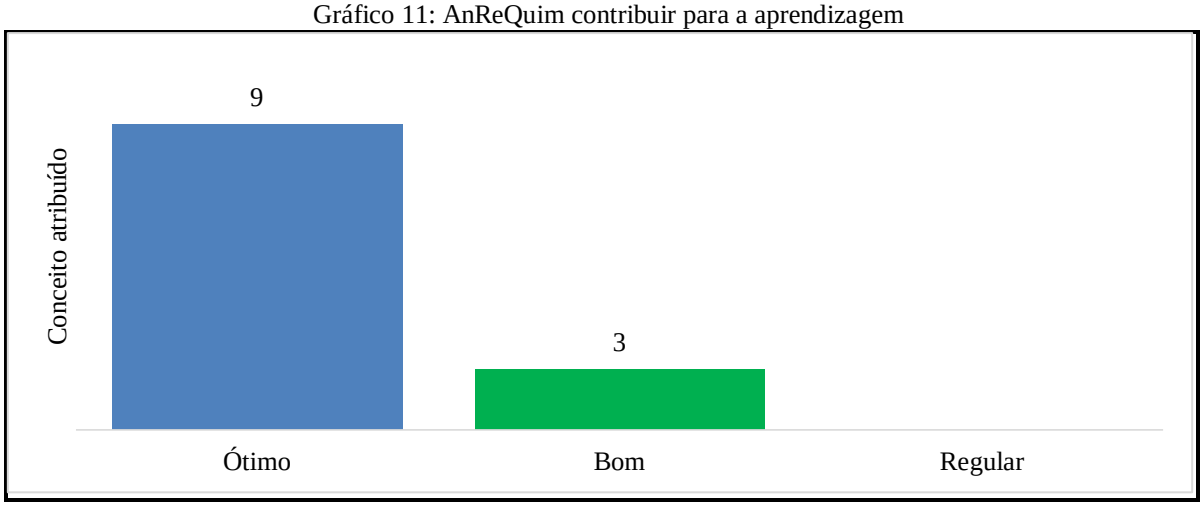
o ODA, de maneira atuante e protagonista na construção do conhecimento (TAROUCO et al., 2014; BRAGA, 2015) e a autonomia, que garante a resolução das atividades de acordo com seu ritmo e necessidade de estudo, de maneira independente.

As características de afetividade, cognição, autonomia e interação do aspecto pedagógico, relatadas anteriormente, estão associadas ao aspecto técnico de usabilidade, devido a organização do AnReQuim por meio de seções com seus respectivos ícones (Figura 10A) que dão acesso aos conteúdos e atividades. Além disso, na resolução das atividades, o aplicativo possui ícones para ajuste(s) do(s) coeficiente(s) estequiométrico(s) (Figura 8B); *feedback* (Figura 8B) para verificação de erro ou acerto e possibilidade de refazer, em caso de erro ou ir para a próxima atividade (Figura 9) e, também, de níveis de complexidade, no qual o usuário escolhe qual nível deseja estudar (Figura 8B e Figura 12).

Os relatos dos estudantes corroboram, destacam, aprovam e qualificam o AnReQuim como um recurso digital pedagógico que contribui, de maneira satisfatória, para a aprendizagem de equilíbrio químico e suas associações, em especial, balanceamento de equações químicas por tentativa.

As avaliações desta característica são provenientes da pergunta fechada: “A respeito do aplicativo favorecer para a aprendizagem de Equilíbrio Químico e suas associações, qual sua avaliação” e da questão aberta “Após o uso do aplicativo AnReQuim para os assuntos Equilíbrio Químico e suas associações e, em especial, Balanceamento de Reações Químicas, você considera que esse recurso digital pedagógico contribui de maneira satisfatória para a sua aprendizagem? Comente”. Os apontamentos apresentados no gráfico 11, denotam que a grande maioria dos estudantes qualificaram essa característica como “ótima”.

Gráfico 11: AnReQuim contribuir para a aprendizagem



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Os resultados apresentados pelos estudantes validam o AnReQuim como potencial recurso pedagógico que favorece a aprendizagem de equilíbrio químico e suas associações, em especial, balanceamento de equações químicas, como apontado no gráfico 11 e pode ser verificado nos relatos dos estudantes, a seguir:

> *E1: "Sim, o aplicativo é de fácil manuseio, é muito bem separado, tem ótimas explicações e os exercícios são incríveis para aplicar seu conhecimento e saber ainda mais, é mais divertido e interativo do que usar um livro ou um caderno por exemplo."* (Questionário – 02/12/2020)
>
> *E5: "Sim, porque da autonomia para tentarmos responder de maneira fácil e prática as questões, o aluno aprende o conteúdo se divertindo, pois o uso da Tecnologia chama atenção, além de da liberdade ao aluno."* (Questionário – 04/12/2020)
>
> *E6: "Sim, geralmente muitos alunos já entram no Ensino Médio com a ideia de que Química é ruim e difícil. Esse aplicativo pode mudar isso. Ele é dinâmico, atrativo e interativo, além de ajudar a sair de uma aula totalmente teórica principalmente em lugares que ainda não tem laboratório de Química."* (Questionário – 04/12/2020)
>
> *E2: "Em relação ao aplicativo, eu achei ele é uma construção interessante no sentido didático, porque apesar de ser simples, ele é um mecanismo bem eficiente de aprendizado, ele estimula o aprendizado porque a gente tem vontade de resolver mais e mais questões e isso é sem dúvida algo muito gratificante porque a química é uma das matérias difíceis também do ensino médio e ele faz a química parecer fácil, principalmente nessa parte de balanceamento."* (Roda de Conversa – 09/12/2020)
>
> *E4: "Eu acho que o ponto principal do aplicativo é as atividades que são, é o mais legal de fazer, é muito didático, você se interessa muito, dá vontade de fazer cada vez mais questão, não dá vontade de parar, eu acho que isso é o que eu mais gostei do aplicativo. Eu aprovo o aplicativo, ele é muito didático, muito simples de trabalhar, eu acho que melhora muito conhecimento."* (Roda de Conversa – 09/12/2020)

Nos relatos dos estudantes E1: *"[...] é muito bem separado, tem ótimas explicações [...]"*, E2: *"ele é uma construção interessante no sentido didático, porque apesar de ser simples, ele é um mecanismo bem eficiente de aprendizado"*, E4: *"[...] ele é muito didático, muito simples de trabalhar, eu acho que melhora muito conhecimento."* E E6: "*Ele é dinâmico, atrativo e interativo[...]"*, em suas percepções, remetem a qualidades e particularidades que o AnReQuim apresenta para uso no ensino, de maneira criativa, informativa, motivadora e atrativa, entre outras, que pode contribuir sobremaneira para a construção, socialização e contextualização do conhecimento.

As considerações de E1 e E4 são corroboradas pelo relatos de E5, ao manifestar que: "*[...] o aluno aprende o conteúdo se divertindo, pois o uso da Tecnologia chama atenção, além de da liberdade ao aluno."* e admite que o uso de TD, em especial ODA, como o AnReQuim, que apresentam componentes que consigam despertar o interesse, propiciar interação, ocasionar motivação, independência e prazer em sua utilização, são recursos de ensino em potencial que contribuem com uma aprendizagem duradoura (MACEDO; LOPES, 2002; KENSKI, 2012; PAULETTI; CATELLI, 2013; AGUIAR; FLORES, 2014; NICHELE, 2014; GIORDAN, 2015; LEITE, 2015; GRESCZYSCZYN; FILHO; MONTEIRO, 2016; BITTENCOURT; ALBINO, 2017).

Os relatos dos estudantes fazem referências as potencialidades do AnReQuim como recurso digital de aprendizagem e destacam a possibilidade de modificar, via esse aplicativo, a maneira de aprender os assuntos equilíbrio químico e suas associações, em especial, balanceamento de equações químicas, ao ter potencial de tornar os estudos atrativos e estimulantes (SANTOS et al., 2013; SANTOS, 2014).

O estudante E5 ao avaliar a contribuição do AnReQuim para a aprendizagem, sugeriu que todos os conteúdos desta disciplina apresentem um aplicativo específico para ser usado como recurso digital de ensino. Este apontamento orienta-se por uma situação intrigante e desafiadora aos professores de Química:

> *E5: "Eu acho que se cada conteúdo tivesse um app assim específico para ele, fixaria muito mais o entendimento dos alunos, não ia ficar aquela coisa chata de só abrir o livro ler e responder as questões. Sim, ele mostra quais maneiras que podemos melhorar o nosso estudo, apresenta maneiras novas de explicar a matéria, e isso faz com que o aluno tenha interesse em usar o aplicativo e estudar sobe o que ele oferece."* (Roda de Conversa – 05/12/2020)

A sugestão proposta pelo E5 pode ser considerada complexa. Cabe ao professor de Química realizar buscas e encontrar ODA que contemplem o assunto em estudo e que possam ser inseridos em suas práticas pedagógicas, de forma a agregar o uso de tecnologias digitais no ensino e aprendizagem que corroborem para o aprofundamento do conhecimento (GRESCZYSCZYN; FILHO; MONTEIRO, 2016; KENSKI, 2012; SANTOS et al., 2013; MENDES; SANTANA; JÚNIOR, 2015; PASCOIN; CARVALHO, 2020).

As considerações de E5 pode ser reforçada pelo estudante E2, ao comentar sobre o AnReQuim: "[...] *"Em relação ao aplicativo, eu achei ele é uma construção interessante no sentido didático, [...] ele faz a química parecer fácil, principalmente nessa parte de balanceamento."* Este apontamento, afirma que o uso de aplicativo possui potencial para a

aprendizagem de conceitos químicos, em especial, balanceamento de equações químicas por tentativa, de maneira significativa, mesmo em conteúdos considerados mais complexos.

Os excertos de E1: *"Sim, o aplicativo é de fácil manuseio, é muito bem separado"* e E2: "*eu achei ele é uma construção interessante no sentido didático"*, referem-se ao aspecto técnico de usabilidade do AnReQuim, que pela sua construção bem organizada em seções e subseções (Figura 10A). Apresenta os conteúdos em uma linguagem tangível e contextualizada. Já, no que concerne à realização das atividades, o formato é de fácil manuseio e entendimento. Além disso, após o "término" da atividade o *feedback* (Figura 9), garante o devido retorno, contribuindo de maneira objetiva com auxílio para o resultado esperado no balanceamento químico, mostrando os acertos ou erros e, neste caso, indica qual(is) coeficiente(s) deve(m) ser corrigido(s). Essas características de usabilidade do AnReQuim, tem potencial de motivar, facilitar o estudo e, consequentemente, a aprendizagem. A usabilidade pode dar suporte "de maneira mais efetiva a aprendizagem e impactar de maneira positiva na motivação dos estudantes" (NICHELE, 2015, p. 37-38).

Os apontamentos de E1: "*e interativo do que usar um livro ou um caderno por exemplo."*, E4: "*dá vontade de fazer cada vez mais questão, não dá vontade de parar"*, E5: *Sim, ele mostra quais maneiras que podemos melhorar o nosso estudo, apresenta maneiras novas de explicar a matéria"* e E6: "*Ele é dinâmico, atrativo e interativo"*, relatam características relacionadas ao aspecto pedagógico do AnReQuim de interatividade, ao destacarem que o aplicativo proporciona estímulo para a realização das atividades (Figura 8B) ao interagir com os conteúdos (Figura 8A) que auxiliam na elucidação de conceitos químicos, por meio da relação direta dos textos, em especial, de balanceamento de equações químicas por tentativa com as atividades relacionadas a este assunto, de maneira interativa. Também possui animações (Figura 8C) que permitem visualizar detalhes de transformações químicas, nome do composto formado (Figura 8B) e curiosidades acerca de um componente da reação química (Figura 9) que possibilitam o enriquecimento do conhecimento. A interatividade confere "suporte às consolidações e ações mentais, requerendo que o aluno interaja com o conteúdo" por meio de ODA (BRAGA, 2015).

O E5: "*da autonomia para tentarmos responder de maneira fácil e prática as questões, [...] além de da liberdade ao aluno."*, afirma que o AnReQuim proporciona ao usuário a liberdade para realizar as atividades da maneira que lhe for mais adequado e, se necessário for, recorrer aos conteúdos para elucidar dúvidas a respeito do assunto. Essas características devem-se ao fato de que a organização do aplicativo possui configurações coesas, compreensíveis e objetivas (Figura 8A), em que a realização das atividades, ocorre

por meio de barras de rolagens para estabelecimentos do(s) ajuste(s) estequiométrico(s) (Figura 8B) e o *feedback* automático que apresenta o resultado do balanceamento químico de maneira direta (Figura 9A e 9B) que facilita a resolução. A autonomia é uma característica pedagógica do AnReQuim que dá suporte para as tomadas de decisões (BRAGA, 2015; OLIVEIRA, 2017).

Os estudantes E1: "*é mais divertido"* e E5: *"o aluno aprende o conteúdo se divertindo"*, destacam a característica do aspecto pedagógico do AnReQuim de afetividade, ao demonstrarem que as atividades despertaram a atenção, tornando-os motivados, animados e, por consequência, realizassem os estudos com prazer. A afetividade trata do estímulo e sensações vivenciadas na resolução das atividades e interação com o ODA (BRAGA, 2015).

A motivação é um fator essencial nos processos de ensino e aprendizagem. Por isso, torna-se necessário que os materiais pedagógicos estejam organizados de maneira a contribuir no estímulo do usuário a se comprometer com o estudo e ter disposição em querer aprender (SANTOS, 2000, apud TAROUCO et al., 2014; ALCARÁ; GUIMARÃES, 2007; OLIVEIRA, 2017).

Em seus excertos, E1 "*tem ótimas explicações e os exercícios são incríveis para aplicar seu conhecimento e saber ainda mais"* e E2: "*apesar de ser simples, ele é um mecanismo bem eficiente de aprendizado, ele estimula o aprendizado porque a gente tem vontade de resolver mais e mais questões [...] ele faz a química parecer fácil, principalmente nessa parte de balanceamento."*, demonstraram que o AnReQuim contribuiu de maneira eficaz e significativa para a aprendizagem de equilíbrio químicos e suas associações, em especial, balanceamento de equações químicas (Figura 8A) disponibilizados nos conteúdos e nas atividades do aplicativo (Figura 8B). Esses apontamentos estão relacionados à característica do aspecto pedagógico de cognição, visto que, oferta aos usuários a possibilidade de entendimento e aprendizagem dos assuntos abordados e corrobora na construção do conhecimento. A cognição está relacionada "às sobrecargas cognitivas alocadas na memória do aluno durante o processo de ensino-aprendizagem" (BRAGA, 2015, p. 27).

O E5 ao relatar que o *"uso da Tecnologia chama atenção"*, confirma que o uso de tecnologias digitais, em especial aplicativos como o AnReQuim, são recursos pedagógicos de grande importância nas práticas pedagógicas. Esses ODA podem agregar de maneira significativa na aprendizagem, visto que, possuem potencial para atrair a atenção, despertar o interesse, motivar, propiciar interação entre usuário e aplicativo, gerar autonomia e incentivar a tomada de decisões, além de posicionar o estudante como protagonista nos processos de ensino e aprendizagem.

As percepções e apontamentos dos estudantes conduziram ao final das rodas de conversa, a formalização de uma última pergunta a respeito da aprovação do AnReQuim como recurso digital de aprendizagem a partir da pergunta aberta "Vocês aprovam o AnReQuim como recurso digital pedagógico para o ensino de equilíbrio químico e suas associações, em especial, balanceamento de equações químicas por tentativa?" Na avaliação dos estudantes, todos responderam que sim e E3 e E4 externaram seus comentários:

> *E3: "facilitou muito o aprendizado e para relembrar o conteúdo também no próprio aplicativo, então eu aprovo."* (Roda de Conversa – 09/12/2020)

> *E4: eu aprovo o aplicativo, ele é muito didático, muito simples de trabalhar, eu acho que melhora muito conhecimento. "* (Roda de Conversa – 09/12/2020)

Em seus relatos, E4: "*é muito didático, muito simples de trabalhar"* destaca a característica do aspecto técnico de usabilidade do AnReQuim. Também, os estudantes E: *"facilitou muito o aprendizado e para relembrar o conteúdo"* e E4: "*eu acho que melhora muito conhecimento."*, evidenciam a característica do aspecto pedagógico do AnReQuim de cognição.

Na perspectiva dos estudantes, em contexto de ensino e aprendizagem, todas as avaliações das características dos aspectos pedagógicos e técnicos foram positivas, indicaram e aprovaram que o AnReQuim tem potencial para uso como recurso digital no ensino de equilíbrio químico e suas associações, em especial, balanceamento de equações químicas por tentativa, possuindo qualificações que podem favorecer a aprendizagem de maneira interativa e autônoma.

As avaliações dos sujeitos das pesquisas a respeito das potencialidades e possíveis aprimoramentos das características dos aspectos pedagógicos e técnicos do AnReQuim: clareza nos conteúdos abordados; facilidade de realização das atividades; facilidade de navegação; possui tutorial; interação entre estudante-aplicativo-conteúdo-atividades; motivação; autonomia; níveis de complexidade; *feedback*; animações positivas.

Os resultados apresentados pelos estudantes evidenciaram que o AnReQuim apresenta as características relacionadas aos aspectos pedagógicos geradores de: interatividade, autonomia, afetividade e cognição; aspectos técnicos: facilidade de instalação, acessibilidade e usabilidade.

Como ponto negativo apresentado foi o fato de algumas equações químicas serem grandes e não ser possível visualizá-las por completo na tela do dispositivo móvel. Nestes casos, para que possa ser realizado o balanceamento químico, é necessário fazer uso das barras de rolagem horizontais, o que ficou evidenciado na realização de uma atividade em que

o estudante teve dificuldades para resolver. Outro ponto negativo destacado foi a trilha sonora. No entanto, o usuário pode optar em ouvir ou não, uma vez que o aplicativo disponibiliza um ícone para essa escolha, além do controle do volume que desejar. Os estudantes pontuaram, também, o fato de, ao sair das atividades com um balanceamento químico sem resolução, ao retornar não conseguirem resolver o mesmo balanceamento que ficou sem resolução, o que acabou por gerar um descontentamento dos estudantes a esta característica do AnReQuim. No entanto, estes fatores apresentados não interferem no uso do AnReQuim.

As características dos aspectos pedagógicos e técnicos demonstram que o AnReQuim pode ser um potencial recurso digital pedagógico para a aprendizagem de conceitos químicos, em especial, balanceamento de equações químicas por tentativa, no qual, a ampla maioria dos estudantes sujeitos da pesquisa pontuaram o conceito ótimo e aprovaram e validaram o aplicativo.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As reflexões e análise produzidas no presente estudo são resultantes de dados produzidos e coletados a partir de experimento de ensino realizado por meio de questionamentos, opiniões, observações, diálogos, constituintes das avaliações feitas pelos estudantes, sujeitos dessa pesquisa. Os resultados construídos foram realizados na busca de contribuir, responder e elucidar a problemática desta pesquisa: o AnReQuim como potencial recurso digital pedagógico no ensino e aprendizagem de Química, em especial, balanceamento de equações químicas por tentativa.

Nesse sentido, vale destacar que os aspectos pedagógicos e técnicos avaliados no aplicativo foram determinantes para atingir o objetivo deste estudo de: "Avaliar as características o ODA AnReQuim, a partir dos aspectos pedagógicos e técnicos nas perspectivas de estudantes do 3º ano do Ensino Médio" e responder às questões norteadoras deste estudo: "Quais as potencialidades e possíveis aprimoramentos, do ponto de vista pedagógico e técnico, que o aplicativo AnReQuim apresenta?", "O AnReQuim possui potencial de contribuir com os processos de ensino e aprendizagem de Química, em especial assuntos como equilíbrio químico e suas associações e balanceamento de equações químicas por tentativa?".

A avaliação dos estudantes, sujeitos da pesquisa, em contextos de ensino e aprendizagem, o AnReQuim se apresenta como potencial recurso digital pedagógico para uso nos estudos de conceitos químicos, em especial, balanceamento de equações químicas por tentativa, constituindo-se mobilizador e gerador de estímulo e motivação dos estudantes de modo que possam ser ativos e autônomos na busca e construção de conhecimentos.

As percepções e apontamentos dos estudantes, em relação aos aspectos pedagógicos e técnicos, destacam evidências de que o uso do AnReQuim propiciou um ambiente leve, favorável e os estudantes se sentiram motivados, inspirados e comprometidos. Tais constatações podem ser verificadas, também, nos debates ocorridos a respeito dos estudos. O fato de os discentes terem recebido o aplicativo antecipadamente e instalado em seus dispositivos para poderem explorar e conhecer, pode ter contribuído para o êxito na realização dos experimentos de ensino.

Conforme as avaliações feitas, o AnReQuim apresenta configurações como: conteúdos, tutoriais, atividades, *feedback* automático, informações adicionais, animações e níveis de complexidade confeccionadas de maneira simples e de fácil entendimento que visam contribuir para o uso no ensino e aprendizagem e para o fortalecimento do conhecimento.

A pesquisa mostrou que o uso de ODA, em especial o AnReQuim, pode desencadear e propiciar situações de ensino e aprendizagem que valorizam a autonomia na construção de conhecimentos em tempos e espaços adequados à realidade, em que as tecnologias digitais podem exercer um papel fundamental.

Cabe destacar que no decorrer da pesquisa, antes dos estudos feitos com os estudantes, realizou-se juntamente com o orientador e o desenvolvedor do AnReQuim um aprimoramento desse aplicativo, com a inclusão de novos conteúdos, como o balanceamento de equações químicas por tentativa. Além disso, alterou-se e reconstruiu-se os conteúdos de equilíbrio químico e suas associações nas suas respectivas seções e subseções, criou-se o tutorial da tela principal e os ícones das seções, mudou-se o *design* da tela principal. Enfim, reorganizou-se quase que totalmente o AnReQuim, para que pudesse ser um ODA de qualidade e, posteriormente, ser avaliado pelos estudantes e aprovado para uso em situação de ensino e aprendizagem.

Durante o processo de realização das pesquisas, apareceram alguns percalços pelo caminho, dentre eles o principal, foi a pandemia de Covid-19, que culminou em uma total reestruturação do experimento de ensino a ser realizado. Ocorrências referentes à coleta de dados geraram certos desafios no decorrer da realização da pesquisa, principalmente, os estudantes que não tinham *webcam* instalados em seus *notebooks* ou computador e que necessitaram de usar *smartphone* para captar e registrar suas ações. Houve também, dificuldades de conexões de internet em alguns casos, além de travamento e quedas de comunicação, por períodos curtos, que não acabaram por comprometer o andamento das pesquisas.

A realização da pesquisa apresentou como limitação do AnReQuim a impossibilidade de uso da aplicativo de maneira colaborativa e à distância, visto que é um aplicativo construído para uso individual, construído para ser usado sem a necessidade de conexão com a internet. Para que se possa promover a interação entre os estudantes, é necessário o apoio de outras tecnologias digitais. Com relação aos pontos negativos mencionados durante a avaliação pelos estudantes, serão encaminhados aos desenvolvedores para implantação de melhorias e as correções necessárias.

No atual contexto educacional, escolas e professores recebem estudantes que fazem uso cotidiano das TD. São os chamados “nativos digitais”. Assim, faz-se necessário ampliar a inclusão e desenvolvimento de práticas pedagógicas que façam uso de TD, em especial, ODA no ensino e aprendizagem escolar. Entretanto, torna-se necessário que os objetos digitais de aprendizagem apresentem características pedagógicas e técnicas que possibilitem

desenvolver, nos estudantes, a motivação para ser atuante, protagonista e capaz de tomar decisões nos processos de ensino e aprendizagem.

7. REFERÊNCIAS

AGUIAR, E. V. B; FLORES, M. 1L. P**. Objetos de aprendizagem**: conceitos básicos. In: TAROUCO, L. M. R.; COSTA, V. M.; ÁVILA, B. G.; BEZ, M. R.; SANTOS, E. F. (orgs.) Objetos de Aprendizagem: teoria e prática. Porto Alegre: Evangraf, 2014, p. 12-28.

ALCARÁ, A. R.; GUIMARÃES, S. E. R. **A Instrumentalidade como uma estratégia motivacional**. Revista Semestral da Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional - ABRAPEE, v. 11, n. 1, p. 165-178, janeiro a junho 2007.

ALVES, J. N.; ALMEIDA, A. M. F.; VIEIRA, M. D.; CARVALHO, A. R.; LEITE, M. A. G. L. **IFQuimical: uma proposta de mediação no processo ensino-aprendizagem de química**. VII Congresso Brasileiro de Informática na Educação – CBIE, Fortaleza-CE; Anais do XXIX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação – SBIE, p. 61-70, 2018.

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, v.7, n.2, p. 178-193, setembro 2017.

ATKINS, P. W.; JONES, L. **Princípios de Química**: Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente. 5ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

AZEVEDO, D. **Revisão de Literatura, Referencial Teórico, Fundamentação Teórica e Framework Conceitual em Pesquisa** – diferenças e propósitos. Working paper**,** 2016.

BARANAUSKAS, M. C. C.; ROCHA, H. V.; MARTINS, M. C.; D'ABREU, J. V. Uma Taxonomia para Ambientes de Aprendizado Baseados no Computador. In: VALENTE, J. A. (org). **O Computador na Sociedade do Conhecimento**. Coleção Informática para a Mudança na Educação. Brasília: MEC/SEED/ProInfo, 1999, p. 45-69.

BARROS, F. C.; VIEIRA, D. A. P. **Os desafios da educação no período de pandemia**. Brazilian Journal of Development, v. 7, n. 1, p. 826-849, 2021.

BEDIN, E.; DEL PINO, J. C. **Rodas de Conversas na Universidade- Formação Docente Tecnológica em Ciências**: metodologias de cunho interdisciplinar. In: VII Congreso Internacional de Formación de Profesores de Ciencias, Bogotá, Colômbia, 2016.

BENEDETTI, F. C. **Funções, Software Gráfico e Coletivos Pensantes**. 2003. 316 p. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática). Universidade Estadual Paulista - UNESP, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 2003.

BERNARDELLI, M. S. **Encantar para ensinar** – um procedimento alternativo para o ensino de química. In: VOLPI, J. H.; VOLPI, S. M. (Org.). **Anais**. 1 Convenção Brasil Latino Americana e 9º Congresso Brasileiro de Psicoterapias Corporais. Foz do Iguaçu-PR, Centro Reichiano, 2004.

BITTENCOURT; P. A. S.; ALBINO, J. P. **Uso das Tecnologias Digitais na Educação do Século XXI**. RIAEE – Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação, v.12, n.1, p. 205-214, 2017.

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

BORBA, M, C.; ALMEIDA, H. R. F. L.; GRACIAS, T. A, S. **Pesquisa em ensino e sala de aula**: Diferentes vozes em uma investigação. 1ª ed. Belo Horizonte: Autentica, 2018.

BRAGA, J. C. **Objetos de aprendizagem**: introdução e fundamentos. v.1. Santo André, SP. UFABC. 2014.

BRAGA, J. C. **Objetos de Aprendizagem**: Introdução e fundamentos. Santo André: Editora da UFABC, v.1, 2015.

BRAGA, J. C. **Objetos de aprendizagem**, volume 2: metodologia de desenvolvimento. Santo André: Editora da UFABC, 2015.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. **Base Nacional Comum Curricular.** Brasília, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura (MEC). Secretaria de Educação Básica (SEB). **Orientações curriculares para o ensino médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília: MEC/SEB, 2006.

BROWN, T. L.; LEMAY Jr, H. E.; BURSTEN, B. E.; BURDGE, J. R. **Química, a Ciência Central**. Tradução: MATOS, R. M. 9ª ed. São Paulo: Person Prentice Hall, 2005.

CASTRO, E. A.; QUEIROZ, E. R. **Educação à Distância e Ensino Remoto**: Distinções Necessárias. Rev. Nova Paideia Revista Interdisciplinar em Educação e Pesquisa. Brasília-DF, v. 2, n. 3. Número Especial, p. 3-17, 2020.

CCEAD/PUC-Rio. Instrumento para avaliação da qualidade de objetos de aprendizagem. Versão 5.0. Rio de Janeiro. 2009.

DEMO, P. **Ciências Sociais e Qualidade.** São Paulo: ALMED, 1985.186p.

DIAS, S. M.; DEBALD, B. S. **Ensino Médio e Educação Ativa**: Estudantes Protagonistas da Aprendizagem. In. OLIVEIRA, R. B.; DEBALD, B. S. (Org). Anais: I Jornada Nacional de Inovação em Educação. Foz do Iguaçu, 2019.

EICHLER, M.; DEL PINO, J.C. **Carbópolis, um *software* para educação química**. Educação em Química e Multimídia, n.11, p. 10-12, maio 2000.

FACHIN, O. Fundamentos de Metodologia. 5ª ed. São Paulo: Saraiva, 2005. 209 p.

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.

FANIN, E. F. **Letramento Literário e digital na escola:** do conto ao hiperconto. 95 p. Dissertação (Mestrado profissional em Letras). Universidade do Estado de Mato Grosso-UNEMAT, Sinop, 2016.

FEITOSA, M.C.; MOURA, P.S.; RAMOS, M.S. F.; LAVOR, O. P. **Ensino Remoto**: O que Pensam os Alunos e Professores? *In*: Anais do V Congresso sobre Tecnologias na Educação (CTRL+E)**.** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, p. 60-68, 2020.

FELTRE, R. **Química – volume 1 – Química Geral**. 6. ed. São Paulo: Moderna, 2004. 384 p.

FERNANDES, J. M.; FREITAS-REIS, I. **Análise das Concepções Adquiridas sobre Balanceamento de Reações Químicas**: produção de imagens feitas por alunos Surdos. X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências- X ENPEC, p. 1–8, 2015.

FERREIRA, G. M. S.; ROSADO, L. A. S.; CARVALHO, J. S. **Educação e Tecnologia**: abordagens críticas. EstSESES – Sociedade de Ensino Superior Estácio de Sá. Rio de Janeiro-RJ, 2017.

FIGUEIREDO, E. O. **Avaliação do aplicativo QuiLegAl por estudantes do ensino superior**. 86 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática). Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT, Barra do Bugres, 2021.

FILHO, O. S. **Software Educacional e Ensino de Equilíbrio Químico - Uma Proposta de Utilização e Avaliação**. XI ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Florianópolis, p. 1-10, julho de 2017.

FLICK, U. **Introdução à metodologia de pesquisa**: um guia para iniciantes. Tradução: LOPES, M. Revisão técnica: SILVA, D. Porto Alegre: Penso, 2013. 256 p.

FLÔR, C.C.; CASSIANI, S. **Qual química ensinar?** Reflexões a respeito da educação química e formação de leitores em aulas de química no ensino médio. Revista Reflexão e Ação, Santa Cruz do Sul, v. 24, n. 1, p. 366-381, jan.-abr., 2016.

FLÔRES, M.L.P.; TAROUCO, L. M.R. **Diferentes tipos de objetos para dar suporte a aprendizagem**. Novas Tecnologias na Educação, v.6, n.1, p.1-10, 2008**.**

FRANCO, M. V. A.; DANTAS, O. M. A. N. A. **Pesquisa Exploratória**: Aplicando Instrumentos De Geração De Dados – Observação, Questionário e Entrevista. In: XI Congresso nacional de educação - EDUCERE, 2013, Curitiba. **Anais....** Curitiba: PUC-PR, 2013. p. 1 - 16. Disponível em: https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2017/25001_13407.pdf. Acesso em 24 de fevereiro de 2021.

FONSECA, M. R. M. **Química**: ensino médio. Volume 1. 2ª. ed. São Paulo: Ática, 2016. 369 p.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários a prática educativa. 39ª ed. 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. RBIE - Revista Brasileira de Informática na Educação, v. 21, n. 3, p. 41-52, 2013.

GERHARDT, T.E.; RAMOS, I. C. A.; RIQUINHO, D. L.; SANTOS, D. L. **Estrutura do projeto de pesquisa**. In: GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. (Org). Métodos de Pesquisa**. C**oordenado pela Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS e pelo Curso de Graduação Tecnológica – Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GIORDAN, M. **Análise e reflexões sobre os artigos de educação em química e multimídia publicados entre 2005 e 2014**. Química Nova, n.02, dez, 2015.

GIORDAN, M. **Computadores e Linguagens nas Aulas de Ciências**. Ijuí: Editora Unijuí, 2008, 328 p.

GIORDAN, M., GÓIS, J. **Telemática educacional e ensino de química**: considerações sobre um construtor de objetos moleculares. Linhas Críticas, Brasília, v. 11, n. 21, p. 285-301, julho-dezembro, 2005.

GIORDAN, M.; MELEIRO, A. **Hipermídia no ensino de modelos atômicos**. Texto LAPEQ n. 09. Universidade de são Paulo – faculdade de Educação. Sessão conectividade. Junho de 2003.

GIORDAN, M. **O computador na Educação em Ciências:** Breve Revisão Crítica Acerca de Algumas Formas de Utilização. Ciência & Educação, v. 11, n. 02, p. 279-304, 2005.

GIORDAN, M. **O Papel da Experimentação no Ensino de Ciências**. Química Nova na Escola, n. 10, p. 43-49, 1999.

GODOI, M.; KAWASHIMA, L. B.; GOMES, L. A.; CANEVA, C. **As Práticas Do Ensino Remoto Emergencial De Educação Física Em Escolas Públicas Durante a Pandemia De Covid-19**: reinvenção e desigualdade. RPD - Revista Prática Docente, v. 6, n. 1, p. 1-22, 2021.

GRESCZYSCZYN; M. C. C.; FILHO, P. S. C.; MONTEIRO, E. L. **Aplicativos Educacionais para Smartphone e sua Integração Com o Ensino de Química**. Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas, Londrina, v. 17, n. esp. Selitec 15/16, p. 398-403, 2016.

HODGINS, W.; DUVAL, E. **Draft standard for Learning Object Metadata**. LTSC-IEEE 1484.12-1-2002, LOM Working Group, 15 July 2002.

KENSKI, V. M. **Aprendizagem Mediada pela Tecnologia.** Revista Diálogo Educacional, v. 4, n. 10, p. 47-56, setembro-dezembro 2003.

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

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

LEITE, L. R.; LIMA, J. O. G. **O aprendizado da química na concepção de professores e alunos do ensino médio: um estudo de caso**. Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos, v. 96, n. 243, p. 380-398, 2015.

LÉVY, P. **As tecnologias da inteligência:** o futuro do pensamento na era da informática. Tradução de Carlos Irineu da Costa. São Paulo: Editora 34, 1993.

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., v. 1, p. 61-70, 2013.

LIMA, J. O. G. **O Ensino da Química na Escola Básica: o que se tem na prática, o que se quer em teoria**. Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**.** Vol. 6, n. 2, p. 23-38, 2016.

LIMA, J. O. G.; LEITE, L. R. **O processo de ensino e aprendizagem da disciplina de Química: o caso das escolas do ensino médio de Crateús/Ceará/Brasil**. Revista Electrónica de Investigación en Educación em Ciencias, Buenos Aires, v. 7, n. 2, p. 72-85, 2012.

MACEDO, E.; LOPES, A. R. C. **A estabilidade do currículo disciplinar**: o caso das ciências. In. LOPES, A. C.; MACEDO, E. (Org.) **Disciplinas e integração curricular: história e políticas**. Rio de Janeiro: DP&A. 2002.

MACHADO, L. L.; SILVA, J. T. **Objeto de aprendizagem digital para auxiliar o processo de ensino-aprendizagem no Ensino Técnico em Informática**. CINTED - Novas Tecnologias na Educação, v. 3, n. 2, p. 1-16, novembro, 2005.

MACIEL, C. (Org.). **Ambientes virtuais de aprendizagem.** 1ª edição, Cuiabá: EdUFMT, 2012, 262 p.

MACIEL, C.; BACKES, E.M. **Objetos de aprendizagem, objetos educacionais, repositórios e critérios para a sua avaliação**. In: MACIEL, C. (Org.). **Ambientes Virtuais de Aprendizagem**. Cuiabá-MT: EdUFMT, p.161-198, 2013.

MAHAN, B., M.; MYERS, R., J.; Química um curso universitário, 4ª edição, São Paulo: Edgard Blücher, 1995.

MANZATO, A. J; SANTOS, A.B.A **Elaboração de Questionários na Pesquisa Quantitativa**. Departamento de Ciência de Computação e Estatística - IBILCE- UNESP, p. 1 – 17, 2008.

MATO GROSSO. Portaria nº 374, de 22 de julho de 2020. Estabelece diretrizes de organização e assiduidade dos servidores públicos da Secretaria de Estado de Educação de Mato Grosso, com manutenção temporária dos regimes de teletrabalho e de revezamento, bem como outras medidas para a redução dos riscos de disseminação do coronavírus (Covid-19). **Diário Oficial do Estado de Mato Grosso**. Cuiabá, nº 27.800, p. 18-21a. 24 jul. 2020. Disponível em:

https://www.iomat.mt.gov.br/buscanova/#/p=1&q=PORTARIA%20N%C2%BA%20374/2020/GS/SEDUC/MT.

MATO GROSSO. Secretaria de Estado de Educação. **Orientações Curriculares: Área de Ciências da Natureza e Matemática**: Educação Básica / Mato Grosso – Cuiabá: Gráfica Print, 2012.

MENDES, A. P.; SANTANA, G. P.; JÚNIOR, E. S. F. P. **O Uso do Software PhET como Ferramenta para o Ensino de Balanceamento de Reação Química**. Revista ARETÉ, Manaus, v. 8, n. 16, p. 52-60, jan-jun 2015.

MILANI JUNIOR, J. **Construção de Objeto de Aprendizagem (Aplicativo) Voltado ao Ensino de Química**. 97 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática). Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT, Barra do Bugres, 2018.

MILANI JUNIOR, J.; CARVALHO, J. W. P. **AnReQuim: Um Recurso Digital para o Ensino de Química**. Revista Signos, Lajeado, ano 41, n. 2, p. 34-59, 2020.

MILARÉ, T.; FILHO, J. P. A. **A Química Disciplinar em Ciências do 9º Ano**. Química Nova na Escola, v. 32, n. 1, p. 43-52, fevereiro 2010.

MINAYO, M. C. S. **O desafio do conhecimento**: pesquisa qualitativa em saúde. 14ª ed. São Paulo: Hucitec, 2014.

MONTAGNA, E; MOULATLET, A. C. B.; TORRES, B. B.; MARSON, G. A. **Análise de aplicativos educacionais sobre equilíbrio químico**. In: Anais do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC). Campinas: ABRAPEC, 2012.

MONTEIRO, I. G.; JUSTI, R. S. **Analogias em Livros Didáticos de Química Brasileiros Destinados ao Ensino Médio**. Revista Investigações em Ensino de Ciências. V. 5(2), p. 67-91, 2000.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. **Química**: ensino médio. Volume 1. 2ª. ed. São Paulo: Scipione, 2013. 432 p.

MORTIMER, E. F.; MIRANDA, L. C. **Transformações – concepções de estudantes sobre reações químicas.** Química Nova na Escola, n. 2, p. 23-26, novembro 1995.

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.

NETO, J. C.; BLANCO, M. B.; ARAÚJO, R. N. **As Tecnologias da Informação e Comunicação para o Ensino De Ciências: percepções, desafios e possibilidades para o contexto educacional**. Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista, v. 9, n. 2, p. 3-16, mai./ago. 2019.

NICHELE, A. G. **Tecnologias móveis e sem fio nos processos de ensino e aprendizagem em Química**: uma experiência no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul. 258 p. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Instituto de Educação, São Leopoldo, 2015.

NICHELE, A. G.; SCHLEMMER, E. **Aplicativos para o ensino e aprendizagem de Química**. CINTED - Novas Tecnologias na Educação, v. 12, n. 2, p. 1-9, dezembro, 2014.

OLIARI, G. **A escola e a igualdade de oportunidades**: alguns apontamentos para a reflexão. Research, Society and Development, v.10, n.11, p.1-12, 2021.

OLIVEIRA, F. C. **Aplicativo QuiLegAl:** uma opção para o ensino de ciências. 158 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática). Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT, Barra do Bugres, 2017.

OLIVEIRA, F. C.; CARVALHO, J. W. P. **Aplicativo QuiLegAl como recurso de ensino na percepção de graduandos de licenciatura em química**. Revista ACTIO Docência em Ciências, Curitiba, v. 5, n. 2, p. 1-25, mai/ago. 2020.

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. **Percepções e apontamentos de um grupo de discentes ao explorarem a hipermídia Equimídi@**. RBECT – Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia, Ponta Grossa, v. 11, n. 2, p. 146-168, mai/ago. 2018.

OLIVEIRA, M. E. R, S, N. **Objetos digitais de aprendizagem no ensino de química no primeiro ano do ensino médio**. 98 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática). Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT, Barra do Bugres, 2018.

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, 13 (27), 1005-1021, 2019.

OURIQUES, E. B.; FERREIRA, L. O.; WELTER, L.; BRAIBANTE, M. E. F.; REIS, M. T. **"Curiosidades que a Química Explica":** Um Jogo com Abordagem Diferenciada para o Ensino de Química. REDEQUIM- Revista Debates em Ensino de Química, v. 4, nº 2 (Esp), 2018.

PAIVA, M. M.; ALVES, L. E.; OLIVEIRA, F. C. O.; LORIM, C. S.; SILVA, F. S. S.; CARVALHO, J. W. P. **Desafios enfrentados no desenvolvimento de objetos digitais de aprendizagem e o QuiLegAl**. Multidisciplinary Reviews, v. 4, p. 1-8, 2021.

PALFREY, J.; GASSER, U. **Nascidos na era digital:** entendendo a primeira geração dos nativos digitais. Porto Alegre: Artmed, 2011.

PASCOIN, A. F.; CARVALHO, J. W. P. **Objeto Digital de Aprendizagem como Proposta Pedagógica para o Ensino de Química**. RECEI – Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar, Mossoró, v. 6, n. 17, p. 438-452, agosto, 2020.

PASCOIN, A. F.; CARVALHO, J. W. P.; SOUTO, D. L. P. **Ensino de química orgânica com o uso dos objetos de aprendizagem atomlig e simulador construtor de moléculas**. Revista Signos, v. 40, n. 2, p. 208-226, 2019.

PAULETTI, F.; CATELLI, F. **Tecnologias digitais**: possibilidades renovadas de representação da química abstrata, Acta Scientiae, v. 15, n. 2, p. 383-396, 2013.

PAZ, G. L.; PACHECO, H. F.; NETO, C. O. C.; CARVALHO, R. C. P. S. et al**. Dificuldades no Ensino-aprendizagem de Química no Ensino Médio em Algumas Escolas Públicas da Região Sudeste de Teresina.** 2007.

PIEDADE, C.; GUIMARÃES, J. W. N.; MACEDO, V. B.; SANTANA, G. P. **Abordagens de reações químicas:** uso do simulador PhET. Revista Scientia Amazonia, v. 5, n.2, p. 72-76, 2016.

PIEDADE, C. S.; PEDRAÇA, A. S.; PIO, M. S. **Aprendizagem Comparativa Utilizando o Simulador (Software) PHET "Reações Reversíveis", e a Aula Expositiva para o Estudo de Equilíbrio Químico**. V Congresso Nacional de Educação – CONEDU, Olinda-PE; Anais V Congresso Nacional de Educação – CONEDU, p. 1-10, 2018.

PIOVESAN, A.; TEMPORINI, E. R. **Pesquisa exploratória**: procedimento metodológico para o estudo de fatores humanos no campo da saúde pública. Revista Saúde Pública, 29 (4): 318-25, 1995.

PORTO, E. A. B.; KRUGER, V. **Breve histórico do ensino de química no Brasil**. In: 37º Encontro de Debates sobre o Ensino de Química. UNIJUÍ – Ijuí, 2013.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. **A aprendizagem e o ensino de Ciências**. 5ª. edição. Porto Alegre: ArtMed Editora, 2009. 286 p.

PRENSKY, M. **Digital natives, digital immigrants**. **On the Horizon**, NCB University Press, v.9, n. 5, p. 1-6, 2001.

REATEGUI, E.; BOFF, E.; FINCO, M. T. **Proposta de Diretrizes para Avaliação de Objetos de Aprendizagem considerando Aspectos Pedagógicos e Téc**nicos. Novas Tecnologias na Educação, v. 8, n. 3, 2010.

ROCHA, E. F. ***EQUIMÍDI@*:** Uma Hipermídia como Estratégia Pedagógica no Ensino de Equilíbrio Químico. 131 p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT, Cuiabá, 2012.

ROCHA, F. S. M.; LOSS, T.; ALMEIDA, B. L. C.; MOTTA, M. S.; KALINKE, M. A. **O Uso de Tecnologias Digitais no Processo de Ensino durante a Pandemia da CoViD-19**. Interacções, v. 16, n. 55, p. 58-82, 2020.

RODRIGUES, E. C.; LIMA, A. M.; VILELA, A. A. **Utilização de software livre Blender como ferramenta para a construção de material didático facilitador do processo de ensino e aprendizagem em química**. Revista Iluminart, v. 1, n. 10, p. 199-211, 2013.

RODRIGUES, N. C.; SOUZA, N. R.; PATIAS, S. G. O.; CARVALHO, E. T.; CARBO, L.; SANTOS, A. F. S. **Recursos didáticos digitais para o ensino de Química durante a pandemia da Covid-19**. Research, Society and Development, V.10, n.4, p. 1-17, 2021.

ROSADO, L. A. S. BOHADANA, E. D. B.; FERREIRA, G. M. S. (orgs.). **Educação e Tecnologia**: Parcerias 2.0. Rio de Janeiro: Editora Universidade Estácio de Sá, 2013, 400 p.

RUSSELL, J. B. **Química Geral**. vol. 1, 2ª ed., São Paulo: Makron, 1994, 701 p.

SAMPAIO, I. S. **O Simulador PhET como Recurso Metodológico no Ensino de Reações Químicas no Primeiro Ano do Ensino Médio com Aporte na Teoria de Ausubel**. 104 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências). Universidade Estadual de Roraima – UERR. Boa Vista-RR, 2017.

SANTOS, A. O.; SILVA, R. P.; ANDRADE, D.; LIMA, J. P. M. **Dificuldades e motivações de aprendizagem em Química de alunos do ensino médio investigadas em ações do (PIBID/UFS/Química)**. Scientia Plena, São Cristóvão – SE, vol. 9, nº 3, 2013.

SANTOS, D.O., WARTHA, E.J., SILVA FILHO, J.C. ***Softwares*** **educativos livres para o ensino de Química**: análise e categorização. In Anais do XV Encontro Nacional de Ensino de Química, p. 1-11. Brasília-DF, Brasil, 2010.

SANTOS, J.; R. E ZABOROSKI, E. A. **Ensino remoto e pandemia covid-19**: desafios e oportunidades de alunos e professores. Revista INTERACÇÕES, n. 55, p. 41-57, 2020.

SANTOS, N. S. R. S. **Construção de Objetos de Aprendizagem**. In: TAROUCO, L. M. R.; COSTA, V. M.; ÁVILA, B. G.; BEZ, M. R.; SANTOS, E. F. (orgs.) Objetos de Aprendizagem: teoria e prática. Porto Alegre: Evangraf, 2014, p. 76-101.

SCUCUGLIA, R. A **Investigação do Teorema Fundamental do Cálculo com Calculadoras Gráficas**. 20/02/2006. 158 p. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Ciências Exatas, Rio Claro-SP, 2006.

SEVERO, I. R. M.; KASSEBOEHMER, A. C. **Motivação dos alunos**: reflexões sobre o perfil motivacional e a percepção dos professores. Química Nova na Escola, v. 39, n. 1, p. 75–82, 2017.

SILVA, A. M. e BANDEIRA. J.A. **A Importância em Relacionar a parte teórica das Aulas de Química com as Atividades Práticas que ocorrem no Cotidiano**, in SIMPÓSIO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO QUÍMICA. Fortaleza. CD de resumos do IV SIMPEQUI, 2006.

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

SILVA, J. C. S.; AMARAL, E. M. R. **Analisando estratégias didáticas para o ensino de equilíbrio químico**: o predomínio da aula expositiva. X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências- X ENPEC, p. 1–8, 2015.

SILVA, L. G. M.; FERREIRA, T. J. **O papel da escola e suas demandas sociais**. Periódico Científico Projeção e Docência**.** v.5, n.2, p. 6-23. dezembro, 2014.

SILVA, M. A.; KAYSER, A. M. **O papel da educação contemporânea, uma reflexão a partir da pedagogia da autonomia de Paulo Freire**. Revista Dynamis, Blumenau, v. 21, n. 2, p. 3-15, 2015.

SILVA, R. P. **A escola enquanto espaço de construção do conhecimento**. Revista Espaço Acadêmico, n. 139, p. 83-91, dezembro 2012.

SINGH. H. Introduction to Learning Objects. 2001. Disponível em: www.elerarningforum.com/july2001/singh.ppt. > Acesso em: 11 jan. 2022.

SIQUEIRA, F. **Utilização e Avaliação de *Software* Educacional para o Ensino de Equilíbrio Químico**. 216 p. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência e a Matemática). Universidade Estadual de Maringá – UEM. Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática. Maringá-PR, 2017.

SIQUEIRA; F.; FILHO, O. S.; CIRINO, M. M. **Utilização e avaliação de *software* educacional para o ensino de equilíbrio químico**. RBECT – Revista Brasileira de Ciência e Tecnologia, Ponta Grossa, v, 11, n. 1, p. 88-105, jan./abr. 2018.

SOAD, G. W. **Avaliação de qualidade em aplicativos educacionais móveis**. 147 p. Dissertação (Mestrado em Ciências de Computação e Matemática Computacional). Universidade de São Paulo – USP, São Carlos, 2017.

SOUZA, L. O.; SILVA, P. N.; SILVA, F. C. V.; NETO, J. E. S.; LIMA, A. P. A. B. **Observando a dinâmica do contrato didático em aulas de equilíbrio químico**. Educação Química en Punto de Vista, ReLAPEQ - R***ede Latino-Americana de Pesquisa em Educação Química***, v. 1, n. 1, p. 59-78, 2017.

SOUZA, R. P.; MOITA, F. M. C. S. C.; CARVALHO, A. B. G.; (Orgs). **Tecnologias Digitais na Educação**. Campina Grande: EDUEPB, 2011. 276 p.

STEFFE, L.; THOMPSON, P.W. **Teaching experiment methodology**: Underlying principles and essential elements. Research design in mathematics and science education, Hillsdale, NJ, 2000.

TAROUCO, L. M. R.; COSTA, V. M.; ÁVILA, B. G.; BEZ, M. R.; SANTOS, E. F.; (Orgs). **Objetos de Aprendizagem:** teoria e prática. Porto Alegre: Evangraf, 2014, 502 p.

TORRES, M. L.; OLIVEIRA, F. C.; CARVALHO, J. W. P. **Uso do Objeto de Aprendizagem Digital Molecular Constructor no Ensino de Química Orgânica.** Tópicos em Educação: Docência, Tecnologias e Inclusão, Formiga: MultiAtual, Volume 2, p. 267-288, 2021. 312 p. Disponível em: https://www.editoramultiatual.com.br/2021/04/topicos-em-educacao-docencia-2.html

WARTHA, E. J.; REZENDE, D. B. **Os Níveis de Representação no Ensino de Química e as Características da Semiótica de Peirce**. Revista Investigações em Ensino de Ciências. v. 16, N. 2, p. 275-290, 2011.

APÊNDICE A

QUESTIONÁRIO AVALIATIVO

Você já participou de práticas pedagógicas em que foram utilizados Objetos Digitais de Aprendizagem – ODA, em especial, aplicativos educacionais, por meio de dispositivos móveis em sala de aula em alguma(s) disciplina(s)? Se sim, qual a sua opinião/avaliação?

Como você avalia o conteúdo Equilíbrio químico e suas associações, fácil ou de difícil entendimento? E sobre o assunto Balanceamento de Reações Químicas, como você avalia? Comente.

De acordo com sua percepção, qual conceito atribui a cada item dos aspectos abaixo relacionados:

Aspecto	**Ótimo**	**Bom**	**Regular**	**Ruim**	**Péssimo**
Como você avalia a clareza dos conteúdos abordados?					
Como você avalia a facilidade de navegação?					
Como você avalia a autonomia de acesso aos conteúdos e atividades?					
Como você avalia a interação com o conteúdo e atividades?					
Como você avalia facilidade de realização das atividades					
Acerca de as atividades fortalecera sua aprendizagem, como você avalia?					
Quanto a autonomia na execução das atividades, como você avalia?					
Como você avalia a contribuição do *feedback* para o entendimento do assunto					
Quanto a possibilidade de interrupção, retorno ou reinicio a qualquer momento, como você avalia?					
Como você avalia de os conteúdos abordados no app permitem resgatar fundamentos anteriores em sala de aula?					

A respeito de o uso do aplicativo ter contribuído na melhoriade sua motivação para a aprendizagem, como você avalia?					
Como você avalia a organização e representação dos níveis de atividades?					
Como você avalia o tutorial?					
Como você avalia o *layout*?					
A respeito de o app favorecer para a aprendizagem de Equilíbrio Químicos e suas associações, qual sua avaliação?					

Em relação ao aplicativo AnReQuim você considera que:

É de fácil manuseio? Comente.

É atrativo? Comente.

É interativo? Comente.

É motivador? Comente.

Oferece *feedback*, ou seja, retorna a resposta ou ajuda ao assunto abordado. Comente.

Após o uso do aplicativo AnReQuim para os assuntos Equilíbrio Químico e suas associações e, em especial, Balanceamento de Reações Químicas, você considera que esse recurso digital pedagógico contribui de maneira satisfatória para a sua aprendizagem? Comente.

APÊNDICE B
EXPERIMENTO DE ENSINO

Este projeto será realizado com estudantes de uma turma do 3º ano do Ensino Médio, da Escola Estadual 12 de Abril, por meio de videoconferência na plataforma *Google Meet*. A princípio, adotaremos a seguinte programação na construção do experimento de ensino:

Apresentação do plano de ensino e do aplicativo AnRequim aos estudantes, com exposição por meio de *slides* no *PowerPoint* do aplicativo com o objetivo de apresentar suas funcionalidades, relacionado ao conteúdo de equilíbrio químico e suas associações, bem como sua proposta para utilização como recurso digital em situação de ensino. Ainda será exposto aos estudantes que o intuito do aplicativo é contribuir para a aprendizagem e favorecer a construção do conhecimento químico. Em seguida, será feito o convite a participarem deste estudo. Para a realização desta etapa, têm-se a previsão de 2 horas/aula (h/a).

Na proposta a ser apresentada, será informado todos os passos pretendidos para a realização da pesquisa.

No encontro seguinte, será realizado uma revisão dos conteúdos equilíbrio químico e balanceamento de equações químicas por tentativa e a abordagem de conceitos a partir da oralidade, diálogo com o grupo a respeito dos temas, com apontamentos e posterior, registro das atividades por parte dos estudantes, com previsão de 2 h/a. Ao término será encaminhado 5 exercícios acerca de balanceamento de equações químicas por tentativa para que possam recapitular e aplicar os conceitos explorados para que, no momento em que for realizado a pesquisa, estejam preparados para a resolução das atividades que envolvem o aplicativo.

Como estamos a vivenciar este período de pandemia de Covid-19, para a realização e gravação de vídeo e áudio dos estudos, a princípio, será utilizado a plataforma *Google Meet*, para coleta e produção de dados e, a princípio, as atividades planejadas irão permitir tanto a interação em duplas quanto a participação individual nas atividades exploradas no aplicativo. A escolha da realização da pesquisa ser em duplas deve-se pelas interações entre os estudantes sujeitos da pesquisa, o que pode propiciar debates acerca das atividades a serem realizadas e, desta maneira, contribuir para o enriquecimento na coleta de dados e possíveis aprendizagens entre os pares no decorrer da pesquisa. Para evitar que um dos estudantes domine as realizações das atividades, cada participante irá resolver a mesma quantidade de balanceamentos de equações químicas e, o estudante que estiver em espera, só poderá colaborar se for solicitado pelo estudante que estiver a tentar responder a atividade.

No intervalo de tempo entre o último encontro e a realização da pesquisa, será disponibilizado o aplicativo aos estudantes, de modo que possam explorá-lo e conhecê-lo.

Com o aplicativo instalado nos dispositivos móveis, *notebook* ou computador, os estudantes irão realizar as atividades propostas das seguintes maneiras:

- Bloco 1: será corrigido as 5 atividades enviadas anteriormente e, se for necessário, um debate acerca de como se estabeleceu os coeficientes estequiométricos destas equações químicas, com previsão de 20 minutos;
- Bloco 2: será realizado uma orientação a respeito da realização das atividades que terão que resolver no aplicativo, que serão quatro exercícios, um por nível de complexidade, que consiste em ser a primeira do nível 1 e o restante de escolha do estudante, desde que seja atendido a ordem crescente de complexidade dos níveis. Os estudantes realizarão as atividades propostas, 1 exercício por nível do aplicativo. Para a resolução da atividade, o estudante deverá expor, antes, de que maneira irá tentar estabelecer o coeficiente estequiométrico de cada substância participante da reação química a fim de estabelecer o balanceamento da equação química. Isto se deve para registro da maneira como o estudante pensa a respeito da situação e como tentará solucioná-la e, o outro estudante poderá, se for necessário, contribuir na equalização da substância em questão. Será explorado com os estudantes todas as informações constantes nas atividades do aplicativo e, em especial, as atividades que disponibilizarem a animação que simula de modo macroscópico, como ocorre uma reação química, que é microscópico, e será pedido para que observem e tentem explicar o que ocorre nesta reação química. Nesta etapa a previsão é de 1h e 40 min.;
- Bloco 3: após as atividades, será aplicado um questionário individual com perguntas fechadas e abertas acerca do aplicativo, constituindo-se um instrumento de produção de dados envolvido nesse processo de aprendizagem mediado pelo AnReQuim. O tempo estimado será de 30 minutos.
- Bloco 4: Em um outro encontro, pretende-se realizar uma roda de conversa com a participação de todos os estudantes participantes da pesquisa com o propósito de debater e verificar por meio de suas percepções e apontamentos das potencialidades e as possíveis melhorias acerca do uso do aplicativo AnReQuim como recurso digital em situação de ensino. O tempo previsto é 2 h/a.

O tempo total previsto para a execução da pesquisa é de 24 h/a, divididos em 6 horas com a participação de todos para a apresentação do aplicativo, revisões de conteúdos e roda de conversa e 3 horas de pesquisa para cada dupla.

APÊNDICE C
TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE)

Seu filho(a) está sendo convidado(a) para participar, como voluntário(a), em uma pesquisa do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ensino de Ciências e Matemática - PPPGECM, pela Universidade do Estado de Mato Grosso- UNEMAT, denominado **"AVALIAÇÃO DO APLICATIVO AnReQuim COMO RECURSO PEDAGÓGICO PARA O ENSINO DE QUÍMICA NO ENSINO MÉDIO"**, com o parecer do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da UNEMAT sob o número 3.779.751/2019, que será desenvolvido com estudantes da Escola Estadual 12 de Abril, telefone (66) 3534-1217, em Terra Nova do Norte-MT. A presente pesquisa conta com a orientação do Dr. José Wilson Pires Carvalho, professor de Química da Faculdade de Arquitetura e Engenharias e coordenador do PPGECM.

Nesta pesquisa pretende-se aplicar atividades com o uso do aplicativo AnReQuím com o intuito de estimular o desenvolvimento de exercícios referentes ao conteúdo Equilíbrio Químico e suas associações e contribuir para o fortalecimento do conhecimento no processo de aprendizagem, ao propiciar ao estudante o emprego do conhecimento adquirido para a resolução dos problemas, visto que, é de suma importância trabalhar em sala de aula com ferramentas que possam inferir significado ao tema abordado e colaborar na construção de habilidades e competências para desenvolverem-se no prosseguimento dos estudos e assim possibilitar que tornem-se cidadãos autônomos, com vistas a busca pelo conhecimento e pelo aprimoramento escolar, social e cultural.

Para participar deste estudo, o responsável deverá autorizar e assinar um termo de consentimento, sem custos e nem qualquer vantagem financeira. Será esclarecido(a) em qualquer aspecto que deseja e estará livre para participar ou recusar-se, bem como, poderá retirar o consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. Ressalva-se que a participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido(a) pelo pesquisador que irá tratar da identidade com padrões profissionais de sigilo, não identificando os participantes em nenhuma publicação.

No atual momento em que vivemos acerca da saúde pública, com a epidemia de Covid-19 (SARS-CoV-2) que assolou todo o Brasil e, por este motivo, as aulas do Ensino Básico das escolas públicas do Mato Grosso estão a ser realizadas de modo remoto, ou seja, *on-line*, esta pesquisa também será realizada desta mesma maneira, com o intuito de preservar a integridade física dos participantes.

Como se trata de uma pesquisa que envolve seres humanos pode ocorrer situações inesperadas, assim destacamos a seguir possíveis riscos reais e/ou em potencial:

- Exposição e identificação pessoal de ideias e opiniões sobre o uso de tecnologias digitais em questionários e roda de conversa perante o grupo social;

- Desconforto causado por algumas questões que investiguem suas concepções no que diz respeito ao uso de tecnologias digitais;

- Ansiedade/nervosismo em participar da pesquisa e avaliar um aplicativo voltado para o ensino, o qual será a roda de conversa.

Além do já exposto, o participante pode expressar opiniões pessoais que cause constrangimento e trazer a memória individual ou coletiva, experiências de vida que poderá gerar vergonha, comentários e até mesmo brincadeiras desagradáveis, pode gerar sofrimento psíquico, dano a dimensão moral, intelectual e social, provocar desentendimentos, inimizades e conflitos.

Vale salientar que estas possíveis situações diz respeito a roda de conversa, em que todos os participantes e o pesquisador debaterão em relação a realização da pesquisa e que também ocorrerá de modo remoto e que o pesquisador estará atento para que, se eventualmente, vier a ocorrer qualquer situação acima descrita, conduzirá o debate, inicialmente, conforme as ações mitigatória descritas abaixo e, durante conferência estará atento e inibirá qualquer atitude que esteja fora do contexto do encontro.

Ações Mitigadoras:

Ao visar possibilidade de acontecer alguns riscos descritos e/ou outros, propõe-se com intuito de minimizar ou amenizar os mesmos:

- Antes de iniciar as atividades de pesquisa, poderá ser sugerido aos participantes para que respeitem os hábitos culturais, uns dos outros e que adotem atitudes de ética à dignidade humana, e aos valores sociais, morais e religiosos, caso seja necessário;
- Salientar que como se trata de uma pesquisa de cunho científico, é preciso seriedade, responsabilidade, maturidade e consciência, a visar resultados que tenham valor para o estudo;
- Assegurar a segurança aos participantes, realizar as atividades na própria escola tanto em horário de aula, como no contra turno, evitar prejuízos de outros conhecimentos;
- Transmitir segurança e confiabilidade com relação as informações dadas;

- Assegurar o caráter confidencial e o anonimato das informações do participante dessa pesquisa, uma vez que o relato de suas percepções e apontamentos serão transcritas e mantidas sob a responsabilidade do pesquisador;
- Quanto às questões relacionadas aos questionários e roda de conversa deverá respeitar o seu direito enquanto participante de respondê-las ou não, de acordo com o tempo que necessitar, sem qualquer constrangimento ou identificação do participante.
- Enquanto pesquisador, demonstrar capacidade, clareza e postura pertinentes à pesquisa desenvolvida, evitar que os estudantes sejam expostos a constrangimentos, situações desagradáveis e de maus tratos.

Assim, como as ações mencionadas, será garantido bem-estar dos participantes, proteger a confidencialidade e a privacidade das informações. Por fim, garantir a assistência contínua a qualquer dúvida em relação à pesquisa, para auxiliar em qualquer necessidade que possa surgir durante o desenvolvimento da pesquisa.

Os resultados estarão à sua disposição, quando finalizada a pesquisa. Seu nome ou material que indique sua participação não será liberado sem a permissão do responsável. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável e posteriormente serão destruídos. Este termo de assentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será arquivada pelo pesquisador responsável, e a outra fornecida a você.

Sendo assim, eu _____, portador(a) do documento de identidade_____, fui informado(a), dos objetivos do presente estudo de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento, poderei solicitar novas informações, e que poderei modificar a decisão da participação, se assim o desejar. Tendo o consentimento já assinado, declaro que concordo com a participação nesse estudo.

Recebi uma cópia deste termo de assentimento e me foi dado a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Terra Nova do Norte- MT, _____de

_____de_____.

Nome completo do filho(a)_____

RG ou CPF do filho(a) (se tiver) _____

Assinatura do filho(a)_____

Nome completo do responsável_____

RG ou CPF do responsável_____

Assinatura do responsável_____

Pesquisador responsável: Mêirior Luís Torres

Assinatura do pesquisador responsável: _____

Em caso de dúvida você pode procurar o comitê de ética em pesquisa da UNEMAT pelo telefone: (65) 3221-0067.

Pesquisador responsável:

Mêirior Luís Torres, rua Werno Barkert, n 153, centro, CEP.: 78505-000 – Terra Nova do Norte- MT. Telefone celular: (66) 996149859

e-mail- meirior.torres@gmail.com

APÊNDICE D

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE

Eu, Mêirior Luís Torres, mestrando do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM), da Universidade do Estado de Mato Grosso, UNEMAT/Barra do Bugres, convido você a participar de uma pesquisa que é o objeto de estudo deste mestrado, da qual sou o responsável pela realização, que visa contribuir na melhoria do processo de ensino e aprendizagem de Química.

Após ser esclarecido sobre as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, assine ao final este documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra do pesquisador responsável.

Em caso de recusa você não será penalizado(a) de forma alguma. Em caso de dúvida pode procurar o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da UNEMAT. Endereço completo: Av. Tancredo Neves, 1095. Bairro: Cavalhada II, Cáceres- MT, cep 78200-000. Telefone (65) 3221 0067. E- mail: cep@unemat.br.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA

Título do projeto: "AVALIAÇÃO DO APLICATIVO AnReQuim COMO RECURSO PEDAGÓGICO PARA O ENSINO DE QUÍMICA NO ENSINO MÉDIO".
Parecer do CEP: número 3.779.751/2019
Responsável pela pesquisa: Mêirior Luís Torres
Endereço e telefone para contato: Rua Werno Barkert, 153 - Bairro: Centro - CEP.: 78505-000 - Terra Nova do Norte-MT, telefone celular (66) 996149859.

Orientador: Dr. José Wilson Pires de Carvalho, professor de Química da Faculdade de Arquitetura e Engenharias e coordenador do PPGECM.

Objetivo Geral: Estudar as potencialidades e as possíveis melhorias do aplicativo AnReQuim para o ensino de Química, em conteúdos considerados complexos, tendo em vista, o aprimoramento do aplicativo.

Metodologia: As atividades serão desenvolvidas em etapas, divididas em várias situações de

ensino, conforme a proposição e organização do trabalho. Durante todas as atividades em que os estudantes estarão envolvidos, o pesquisador estará presente para acompanhar, observar e, se for necessário, orientar o desenvolvimento da pesquisa e possíveis mudanças que possam ocorrer no percurso do trabalho, para a garantia da aprendizagem e bem-estar dos participantes.

No atual momento em que vivemos acerca da saúde pública, com a epidemia de Covid-19 (SARS-CoV-2) que assolou todo o Brasil e, por este motivo, as aulas do Ensino Básico das escolas públicas do Mato Grosso estão a ser realizadas de modo remoto, ou seja, *on-line*, esta pesquisa também será realizada desta mesma maneira, com o intuito de preservar a integridade física dos participantes.

Riscos: Como se trata de uma pesquisa que envolve seres humanos pode ocorrer situações inesperadas, assim destacamos a seguir possíveis riscos reais e/ou em potencial:

- Exposição e identificação pessoal de ideias e opiniões sobre o uso de tecnologias digitais em questionários e roda de conversa perante o grupo social;

- Desconforto causado por algumas questões que investiguem suas concepções no que diz respeito ao uso de tecnologias digitais;

- Ansiedade/nervosismo em participar da pesquisa e avaliar um aplicativo voltado para o ensino, o qual será a roda de conversa.

Além do já exposto, o participante pode expressar opiniões pessoais que cause constrangimento e trazer a memória individual ou coletiva, experiências de vida que poderá gerar vergonha, comentários e até mesmo brincadeiras desagradáveis, pode gerar sofrimento psíquico, dano a dimensão moral, intelectual e social, provocar desentendimentos, inimizades e conflitos.

Vale salientar que estas possíveis situações diz respeito a roda de conversa, em que todos os participantes e o pesquisador debaterão em relação a realização da pesquisa e que também ocorrerá de modo remoto e que o pesquisador estará atento para que, se eventualmente, vier a ocorrer qualquer situação acima descrita, conduzirá o debate, inicialmente, conforme as ações mitigatória descritas abaixo e, durante conferência estará atento e inibirá qualquer atitude que esteja fora do contexto do encontro.

Ações Mitigadoras:

Ao visar possibilidade de acontecer alguns riscos descritos e/ou outros, propõe-se com intuito de minimizar ou amenizar os mesmos:

- Antes de iniciar as atividades de pesquisa, poderá ser sugerido aos participantes para que respeitem os hábitos culturais, uns dos outros e que adotem atitudes de ética à dignidade humana, e aos valores sociais, morais e religiosos, caso seja necessário;

- Salientar que como se trata de uma pesquisa de cunho científico, é preciso seriedade, responsabilidade, maturidade e consciência, a visar resultados que tenham valor para o estudo;

- Assegurar a segurança aos participantes, realizar as atividades na própria escola tanto em horário de aula, como no contra turno, evitar prejuízos de outros conhecimentos;

- Transmitir segurança e confiabilidade com relação as informações dadas;

- Assegurar o caráter confidencial e o anonimato das informações do participante dessa pesquisa, uma vez que o relato de suas percepções e apontamentos serão transcritas e mantidas sob a responsabilidade do pesquisador;

- Quanto às questões relacionadas aos questionários e roda de conversa deverá respeitar o seu direito enquanto participante de respondê-las ou não, de acordo com o tempo que necessitar, sem qualquer constrangimento ou identificação do participante.

- Enquanto pesquisador, demonstrar capacidade, clareza e postura pertinentes à pesquisa desenvolvida, evitar que os estudantes sejam expostos a constrangimentos, situações desagradáveis e de maus tratos.

Assim, como as ações mencionadas, será garantido bem-estar dos participantes, proteger a confidencialidade e a privacidade das informações. Por fim, garantir a assistência contínua a qualquer dúvida em relação à pesquisa, para auxiliar em qualquer necessidade que possa surgir durante o desenvolvimento da pesquisa.

Benefícios:

Os benefícios da pesquisa para os participantes estão relacionados com o desenvolvimento de atividades que possam promover a construção de conhecimentos diversos que, contribuirão no processo de ensino e aprendizado com o uso do aplicativo AnReQuim, o

qual aborda os assuntos Equilíbrio Químico e suas associações, ao proporcionar autonomia para a resolução dos problemas no desenvolvimento das atividades e também, proporcionar a interação com os colegas e uso de objetos digitais de aprendizagem - ODA.

O projeto de pesquisa, visa ainda com o uso do AnReQuim contribuir para a aquisição de habilidades cognitivas e fortalecimento do conhecimento, promover a criatividade e a interação entre os participantes e os tornar protagonistas da aprendizagem, atributos que produzam significados e dessa forma desenvolver no ensino e aprendizagem questões que contribuam na formação de cidadãos autônomos e responsáveis, como também construir uma educação mais significativa. Além de compartilhar a produção final, para que outros colegas possam tomar conhecimento do trabalho desenvolvido por ele, o que lhe proporcionará sentimento de autoria sobre todo o processo.

Por fim, ressalta-se que, quando há pesquisa há progressos e benefícios, pois, os estudos existem para propor mudanças de hábitos, costumes, comportamentos, estratégias e metodologias que busquem melhoria de condições de vida da coletividade. Além disso, a Escola Estadual 12 de Abril, a Secretaria Estadual de Educação do Estado de Mato Grosso e toda a educação básica poderão utilizar os dados obtidos com a pesquisa para melhorar o desenvolvimento do trabalho dos professores em sala de aula.

Assim, tendo em vista os pontos apresentados, fica evidenciada que a pesquisa, poderá trazer mais benefícios do que riscos aos envolvidos(a).

Ao assinar este termo de consentimento livre e esclarecido, entendo que:

- Os dados por mim gerados serão submetidos a análise da equipe pesquisadora, com vistas ao alcance do objetivo do estudo acima exposto;

- Os instrumentos de coleta de dados, a serem utilizados serão observações, gravações de áudio e vídeo do desenvolvimento das atividades, questionário e roda de conversa com os estudantes e terei o direito de não responder as perguntas que me causem constrangimento de qualquer natureza.

- Caso, por qualquer motivo, eu me sinta desconfortável, poderemos utilizar algum outro método alternativo de coleta, com a minha permissão;

- A equipe pesquisadora me dará, antes e durante a pesquisa, acerca de sua metodologia, e de

seu método de análise dos dados;

- Reconheço que tenho o direito de acessar os registros utilizados nesta pesquisa a qualquer momento que julgue necessário e conveniente;

- Os resultados desta pesquisa serão fornecidos a mim e aos demais participantes, assim que tiver sido devidamente concluída;

- Os dados coletados durante o estudo poderão ser utilizados para fins científicos, publicações e participações em eventos científicos, atentando para a ética no proceder cientifico;

- Não serei pago pela minha participação na pesquisa, sendo que os ganhos decorrentes da mesma serão no âmbito de minha aprendizagem e experiência de participação.

- Em caso de algum dano recorrente da pesquisa poderei buscar indenizações conforme a legislação vigente.

- Posso descontinuar minha participação nesta pesquisa a qualquer momento, sem que eu em nada seja prejudicado(a); e que

- Autorizo a publicação dos meus dados, desde que sejam mantidos os procedimentos de anonimato.

Consentimento: Ao considerar as informações e todas as garantias acima mencionadas, eu_____ CPF/ou RG_____, declaro para os devidos fins que cedo os direitos de minha entrevista e formulários para ser utilizado integralmente ou em partes, sem restrições de citações, podendo inclusive torná-las pública para os projetos acima descritos.

Assim sendo, declaro o meu consentimento em particular como sujeito desta pesquisa.

_____ _____

Assinatura do participante

Mêirior Luís torres
Pesquisador Responsável

Terra Nova do Norte-MT, _____/_____/_____