

REVISTA

DESAFIOS

ISSN: 2359-3652

V.12, n.4, julho/2025 - DOI: 10.20873/2025_jul_20472

USO DO ANREQUIM COMO OBJETO DIGITAL DE APRENDIZAGEM NO ENSINO DE QUÍMICA

THE USE OF ANREQUIM AS A DIGITAL LEARNING OBJECT IN CHEMISTRY TEACHING

EL USO DE ANREQUIM COMO OBJETO DE APRENDIZAJE DIGITAL EN LA ENSEÑANZA DE QUÍMICA

Mêirior Luís Torres:

Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, pelo Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática. Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). E-mail: meirior.torres@gmail.com | <https://orcid.org/0000-0001-9317-8489>

Toni Amorim de Oliveira:

Professor da Faculdade de Ciências Agrárias Biológicas, Engenharias e da Saúde. Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). E-mail: toniamorim@unemat.br | <https://orcid.org/0000-0003-0250-6147>

Sumária Sousa e Silva:

Doutora em Ciências, pelo Programa de Pós-graduação em Química. Instituto de Química de São Carlos (IQSC). Universidade de São Paulo (USP). E-mail: sumariasousa@gmail.com | <https://orcid.org/0000-0001-7901-1316>

João Milani Júnior:

Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, pelo Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática. Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). E-mail: milani.mil@gmail.com | <https://orcid.org/0000-0003-0655-1308>

José Wilson Pires Carvalho:

Professor da Faculdade de Arquitetura e Engenharia. Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). E-mail: jwilsonc@unemat.br | <https://orcid.org/0000-0002-5969-5105>

RESUMO:

Os conteúdos de Química são frequentemente considerados difíceis e complexos pelos estudantes. Assim como, de serem ensinados pelos professores, que por vezes utilizam abordagem tradicional. Considerando e vivenciando a expansão das tecnologias digitais, este estudo teve como objetivo avaliar o AnReQuim, como objeto digital de aprendizagem (ODA), com foco nos aspectos técnicos e pedagógicos, em situação de ensino no componente curricular Química, no ensino médio. O estudo foi realizado usando o experimento de ensino, e a pesquisa é classificada como qualitativa. Quanto aos instrumentos utilizados para produção de dados foram: questionário, roda de conversa e observação. Os participantes da pesquisa foram 12 estudantes de uma Escola Pública do Estado de Mato Grosso. Os dados foram analisados usando o método indutivo interpretativo. Os resultados indicaram que o AnReQuim possui potencialidades para ser usado como ODA. Por diferentes motivos, como: ser interativo, ter usabilidade, oferecer visualização de fenômenos químicos, proporcionar autonomia de pensamento e motivar a exploração das funções oferecidas, nas percepções dos estudantes. Portanto, o AnReQuim apresentou potencial para ser usado no ensino, por ser fácil de usar, interativo e atrair a atenção dos estudantes.

PALAVRAS-CHAVE: Balanceamento químico, Ensino de Química, Equilíbrio químico

ABSTRACT:

Chemistry content is often considered difficult and complex by students, as well as being taught by teachers, who sometimes use a traditional approach. Considering and experiencing the expansion of digital technologies, this study aimed to evaluate AnReQuim, as a digital learning object (DLO), focusing on technical and pedagogical aspects, in a teaching situation in the Chemistry curricular component, in high school. The study was carried out using the teaching experiment, and the research is classified as qualitative. The instruments used for data production were: questionnaire, discussion circle and observation. The research participants were 12 students from a public school in the state of Mato Grosso. The data were analyzed using the inductive interpretative method. The results indicated that AnReQuim has the potential to be used as a DLO. For different reasons, such as: being interactive, having usability, offering visualization of chemical phenomena, providing autonomy of thought and motivating the exploration of the functions offered, in the perceptions of students. Therefore, AnReQuim showed potential for use in teaching, as it is easy to use, interactive and attracts students' attention.

KEYWORDS: Chemical balancing, Chemistry teaching, Chemical equilibrium

RESUMEN:

El contenido de química a menudo es considerado difícil y complejo por los estudiantes. Además de ser enseñado por profesores que a veces utilizan un enfoque tradicional. Considerando y experimentando la expansión de las tecnologías digitales, este estudio tuvo como objetivo evaluar AnReQuim, como objeto digital de aprendizaje (ODA), con enfoque en aspectos técnicos y pedagógicos, en una situación de enseñanza en el componente curricular de Química, en la enseñanza media. El estudio se realizó mediante el experimento de enseñanza y la investigación se clasifica como cualitativa. Los instrumentos utilizados para la producción de datos fueron: cuestionario, grupo de discusión y observación. Los participantes de la investigación fueron 12 estudiantes de una escuela pública del Estado de Mato Grosso. Los datos fueron analizados utilizando el método interpretativo inductivo. Los resultados indicaron que AnReQuim tiene potencial para ser utilizado como ODA. Por diferentes razones, tales como: ser interactivo, tener usabilidad, ofrecer visualización de fenómenos químicos, brindar autonomía de pensamiento y motivar la exploración de las funciones ofrecidas, en la percepción de los estudiantes. Por tanto, AnReQuim mostró potencial para ser utilizado en la enseñanza, ya que es fácil de usar, interactivo y atrae la atención de los estudiantes.

Palabras clave: Balance químico, Enseñanza de la química, Equilibrio químico

INTRODUÇÃO

A Química é um componente curricular na área de Ciências da Natureza e suas tecnologias, que possui por princípio estudar a matéria, sua constituição, estruturação, propriedades, processos e energias compreendidas em suas transformações (Feltre, 2004; Mortimer e Machado; 2013; Canto, 2016; Atkins; Jones; Laverman, 2018). Sendo assim, a Química é encontrada em tudo que nos cerca, faz parte do dia-a-dia das pessoas e possui relevância cultural, social, político, científico e tecnológico (Mortimer e Machado, 2013; Canto, 2016; Pascoin e Carvalho; 2020; Ferraz et al., 2023).

O componente curricular de Química tem os estudos aprofundados no Ensino Médio e muitas vezes é considerada difícil e complexa de ser aprendida pelos estudantes, assim como, de ser ensinada pelos professores. Esse fato ocorre, devido, muitas vezes ser abordada de maneira tradicional. E com foco na transmissão de conteúdos e a resolução de atividades de forma mecânica, de memorização e por vezes distantes do contexto educacional e social, de modo que os estudantes não conseguem estabelecer relação com o cotidiano (Leite,

2015; Lima, 2016; Giordan, 2015; Oliveira e Carvalho, 2020; Ferraz et al., 2023; Strieder e Carvalho, 2025).

No intuito de contribuir com os processos de ensino e aprendizagem de Química o aplicativo AnReQuim “Análise de Reações Químicas” foi pensado, planejado e desenvolvido durante uma pesquisa de mestrado, junto ao Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ensino de Ciências e Matemática – PPGCEM. Em que, o referido estudo buscou responder às seguintes perguntas norteadoras: Quais as potencialidades e possíveis melhorias do ponto de vista técnico e pedagógico que o AnReQuim possui, na percepção/avaliação dos estudantes? O AnReQuim possui potencial para ser usado nos processos de ensino e aprendizagem de Química, em especial assuntos como: equilíbrio químico e balanceamento de equações químicas?

Dessa forma, foi procedido os estudos de avaliação do AnReQuim com estudantes do Ensino Médio, visando, a partir das percepções e apontamentos dos mesmos obter indicativos das potencialidades e os possíveis aprimoramentos em relação aos aspectos pedagógicos e técnicos: clareza dos conteúdos abordados; facilidade de realização das atividades; níveis de complexidade; feedback; motivação; autonomia; interação; animações; ludicidade; usabilidade; acessibilidade, de acordo com as fundamentações reportadas em diversos estudos (Silva e Elliot, 1997; Galafassi et al., 2013; Braga, 2015; Giordan, 2015; Greszyszczyn et al., 2016; Oliveira; Souto; Carvalho, 2018; Oliveira et al., 2019; Pascoin e Carvalho, 2021; Figueiredo, 2021).

Em função da ocorrência da pandemia de COVID-19, a presente pesquisa foi realizada de maneira remota, na qual, a realização dos estudos ocorreu fora do ambiente escolar físico, em que, todos os participantes estavam em suas residências, com a utilização de tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) por áudio e vídeo, e com o uso da internet, por meio de videoconferência. Neste cenário, as TDICs se tornaram os meios de interlocução e interação entre professores, estudantes e escola, permitindo que ocorressem os processos de ensino e aprendizagem (Giordan, 2015; Castro e Queiroz, 2020; Bernardin et al., 2022, Mendes et al., 2022, Ferraz et al., 2023; Ferraz e Carvalho, 2024; Strieder e Carvalho, 2024).

Nesse sentido, o presente estudo teve como objetivo avaliar o AnReQuim, como objeto digital de aprendizagem (ODA), com foco nos aspectos técnicos e pedagógicos, em situação de ensino no componente curricular Química, no Ensino Médio, de uma escola pública do estado de Mato Grosso.

METODOLOGIA

Os procedimentos metodológicos estão ancorados na pesquisa qualitativa, em relação à natureza da abordagem, assim como, na análise dos dados (Gil,

2002). Flick (2013) argumenta que a pesquisa qualitativa corresponde às demandas muito particulares, e procura entender e considerar os eventos em análise, a partir das percepções e apontamentos dos participantes da pesquisa. O estudo foi realizado usando o experimento de ensino, com base nos pressupostos teóricos de Steffe e Thompsom (2000), no qual procura criar um ambiente favorável e de interação entre pesquisador e os participantes da pesquisa. Em resumo, o pesquisador busca compreender como o participante elabora a resolução de um problema em estudo.

Quanto aos participantes e local de pesquisa, ela foi conduzida com 12 estudantes do segundo ano do Ensino Médio, na Escola Estadual 12 de Abril, localizada no município de Terra Nova do Norte, Estado de Mato Grosso. E como forma de preservar a identidade dos participantes da pesquisa, os estudantes foram identificados no estudo por: E1, E2, E3, ..., E12. É pertinente mencionar que as percepções e apontamentos dos estudantes, sujeitos desta pesquisa foram transcritos na íntegra, sem realização de correções ortográficas.

Como já mencionado, em decorrência da suspensão das aulas presenciais, por motivo do isolamento social causado pela pandemia de COVID-19, o experimento de ensino foi realizado de maneira remota, com o uso de vídeo conferência, usando recursos como: a plataforma Google Meet, e um smartphone para a captação de vídeo e áudio.

Inicialmente, foi realizado um primeiro encontro com os 12 estudantes, participantes da pesquisa para uma revisão dos assuntos referentes aos conteúdos equilíbrio químico e balanceamento de equações químicas. Ao término, foi disponibilizado aos estudantes 5 equações químicas, para que efetuassem o balanceamento estequiométrico pelo “método tradicional”, e informado que no momento das atividades com o AnReQuim seriam retomadas e corrigidas. É válido ressaltar que o AnReQuim foi disponibilizado a todos estudantes com antecedência, para que conhecessem e explorassem as funcionalidades do aplicativo ao tempo de cada participante. Para a produção de dados foram utilizados o questionário individual on-line, roda de conversa e observações do pesquisador.

Dessa forma, no decorrer da realização do experimento de ensino, a princípio, foram corrigidas de forma tradicional as 5 equações químicas, pelo método das tentativas, encaminhadas aos participantes no momento da revisão dos assuntos abordados no primeiro encontro. Em seguida cada estudante resolveu 7 atividades sobre balanceamento de equações químicas usando o AnReQuim, na sequência determinada pelo aplicativo. Sempre que foi solicitado, o estudante que não estava realizando a atividade, buscava colaborar com o(s) colega(s) para a resolução da atividade proposta. O pesquisador, atuou como mediador nas atividades e antes de qualquer resolução, perguntava ao estudante como

havia elaborado mentalmente e os critérios utilizados para o balanceamento estequiométrico das equações químicas.

Ao final das atividades, foi aplicado um questionário on-line a respeito das funcionalidades do aplicativo que avaliam os aspectos pedagógico e técnico desse objeto. Assim, o questionário foi elaborado em linguagem clara, objetiva e de fácil entendimento. Afim de evitar compreensões erradas, evasivas e, conter informações que possam interferir nas respostas. Dessa forma, o questionário apresentou questões abertas e fechadas sobre aspectos pedagógicos e técnicos do aplicativo construído com base em estudo reportados na literatura (Silva e Elliot, 1997; Galafassi et al., 2013; Braga, 2015; Oliveira et al., 2019).

As rodas de conversas foram realizadas em dois encontros on-line. No contexto da pesquisa a roda de conversa é importante devido ao fato de ser possível captar informações relevantes que podem não estarem incluídas de forma clara, ou seja, que estejam ocultas, nas percepções e apontamentos dos participantes da pesquisa (Moura e Lima, 2014).

Nesse sentido, na presente pesquisa as rodas de conversas contribuíram para que os estudantes debatessem/avaliassem o AnReQuim. Assim, os três instrumentos: rodas de conversas, observações e o questionário se complementam, no que tange a seleção, análise e discussão dos dados produzidos (Bogdan e Biklen, 1994).

Com o intuito de alcançar êxito nas análises dos dados produzidos foram realizadas leituras e releituras, pelo método indutivo interpretativo (Martins, 2004). Somado às percepções, e apontamentos dos estudantes, para compor a triangulação dos dados. Assim, a partir destas abordagens, foram discutidos os aspectos pedagógicos do AnReQuim.

Quanto aos aspectos éticos, esta pesquisa foi registrada junto ao Conselho de Ética em Pesquisa – CEP, da Universidade do Estado de Mato Grosso, Carlos Alberto Reys Maldonado-UNEMAT, sob o parecer número 3.779.751/2019. Em relação aos participantes da pesquisa foram convidados todos os estudantes da turma, e os que se disponibilizaram a participar, foi de livre e espontânea vontade e de forma voluntária. Aqueles que aceitaram participar assinaram o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido – TALE, e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As percepções e apontamentos dos estudantes referente aos aspectos pedagógicos e técnicos do AnReQuim em situação de ensino são apresentas e discutidas a seguir. Todavia, ressaltamos que o foco das discussões se

concentra nas potencialidades e eventuais aprimoramentos do aplicativo, como recurso digital de ensino de conceitos químicos. Em especial ao conteúdo de balanceamento de equações químicas, tendo em vista que é o assunto melhor contemplado no objeto.

Nesse sentido, os estudantes realizaram apontamentos a respeito da “clareza dos conteúdos abordados” e “facilidade de realização das atividades”, quando questionados se expressaram como mostrado nos excertos abaixo:

E4: “Sim. A forma como ele apresenta tanto os conteúdos e as atividades, é o que mais chama a atenção. O material teórico e as atividades são as melhores coisas aplicativo.” (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)

E5: “Facilita muito no entendimento, fica muito mais fácil, [...] acaba que o app faz a gente se prender muito mais no conteúdo dele, explorar muito mais as atividades [...].” (Roda de conversa, 05/12/2020).

Referente aos apontamentos de E4: “Sim. A forma como ele apresenta tanto os conteúdos e as atividades, é o que mais chama a atenção [...]” que é corroborado por E5 que pontua: [...] acaba que o app faz a gente se prender muito mais no conteúdo dele, explorar muito mais as atividades [...], denotam que o AnReQuim é um objeto de fácil manuseio/uso e os assuntos contidos nele estão apresentados de maneira clara, objetiva e atrativa.

Para E11: “sim, ele consegue nos mostrar com muita clareza como podemos resolver [...]”, é percebido que as atividades foram construídas de forma a facilitar a sua resolução e a compreensão. Assim, a forma com que os conteúdos estão apresentados pode contribuir na realização das atividades, caso o estudante venha a ter dúvidas em como resolvê-la. Isto pode ser percebido pela percepção de E4: ao afirmar que “o material teórico e as atividades são as melhores coisas aplicativo” e E11: “[...] e tirar as dúvidas sobre as atividades”. Essas falas vão ao encontro sobre como foi pensado o desenvolvimento do AnReQuim, tendo em vista que, ele foi planejado para atender anseios frequentemente discutido na literatura e contém inovações necessárias para um ODA atender necessidades pedagógicas de professores e estudantes em situação de ensino (Galafassi et al., 2013; Milani Junior e Carvalho, 2020; Paiva et al., 2021).

O AnReQuim, teve sua construção pensada para conter os conteúdos de maneira clara, objetiva e comprehensível. Além disso, as atividades no AnReQuim foram construídas de modo prático (Figuras 1). Buscando, além da “simples” resolução, considerando que, o AnReQuim possui uma interface

amigável e nas atividades disponibiliza texto explicativo sobre a resolução (Figuras 1A-1C), possibilitando ao usuário interagir de forma instruída e essa possibilidade pode ser decisiva para a boa aceitação dos participantes.

As possibilidades oferecidas pelo aplicativo, no que se refere ao aspecto pedagógico de interatividade permite um “suporte às consolidações e ações mentais, requer que o aluno interaja com o conteúdo” que estão associados ao aspecto técnico de usabilidade que consiste na “facilidade de utilização dos ODA por alunos e professores” (Braga, 2015, p. 26 e 27). Por isso, a avaliação do AnReQuim, como de fácil uso e como uma fonte de informações de forma clara na avaliação dos estudantes, é um indicativo que os aspectos pedagógicos e técnicos atendem aos requisitos para que possa ser usado como ODA na mediação do ensino de Química.

Uma característica que contribuiu para que o AnReQuim apresentasse fácil usabilidade (Figura 1A), facilidade de realização das atividades (Figuras 1B e 1C), pode ser atribuído ao modo como o feedback foi pensado e se apresenta. Tendo em vista que ao analisar as percepções dos estudantes quando perguntados “se feedback contribui para a resolução dos balanceamentos de equações químicas e para o entendimento do assunto?”. As respostas obtidas são mostradas abaixo:

E7: “dá para você fazer as tentativas ali 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)

E10: “[...] e como ele mostra também onde a gente pode mexer, ele fica mais fácil para a gente fazer.” (Roda de conversa – 09/12/2020).

Quando E7: afirma que “dá para você fazer as tentativas ali bem mais rápido[...],” mostra que o AnReQuim possui feedback que pode colaborar na realização das atividades de maneira ágil, agradável e motivadora. Isto se deve, ao fato de como as atividades do aplicativo foram construídas. E cabe ressaltar que as questões foram construídas de modo a motivar a continuidade das tentativas quando o usuário ao errar, mas ao mesmo tempo não entregar a resposta, instigando o usuário a continuar tentando e também refletir sobre o assunto abordado.

Figura 1- Telas do aplicativo AnReQuim (A e B) mostra os conteúdos sobre balanceamento de equações químicas, e (C) as atividades.

Fonte: Elaborada pelos autores, (2025)

Em relação às atividades nas palavras de E10: “[...] e como ele mostra também onde a gente pode mexer [...] e E7: [...] 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.” Faz referência ao fato que na equação química, o aplicativo mostra qual(is) coeficiente(s) necessita(m) ser(em) balanceado(s) com os números nas barras de rolagem para cima ou para baixo, ou seja, essa informação pode motivar o usuário a reavaliação da resposta de forma específica. Assim como motivar a fazer mais tentativas e podendo inclusive estimular a mobilização de conhecimento sobre o assunto.

No que concerne ao feedback (Figuras 2), ele é automático e, ao clicar em responder, aparece o(s) coeficiente(s) correto(s) na cor verde e o(s) que está(ão) errado(s) na cor vermelha. Cabe, portanto, ao usuário decidir se deseja continuar tentar corrigir a atividade quantas vezes for necessário, para a realização do balanceamento químico, basta clicar no ícone “Repetir” (Figuras

2A e 2B), como manifestou E7: “[...] 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.”

No entanto, se o usuário não tiver interesse em corrigir a atividade ele pode prosseguir normalmente, é só clicar no ícone “Próxima” e continuar suas atividades normalmente nas atividades seguintes (Figuras 2A e 2B). Essa particularidade do AnReQuim de apresentar qual(is) coeficiente(s) está(ão) incorreto(s) e não a necessidade de ter que refazer todos novamente pode contribuir também para que o usuário possa analisar acerca da(s) dificuldade(s) encontrada(s) e rever o assunto novamente e a se sentir motivado a tentar corrigir. O AnReQuim também possui o índice de balanceamentos químicos que o usuário acertou em cada nível de complexidade e outro para os acertos gerais, podendo gerar assim, interesse, estímulo do usuário em continuar resolvendo as atividades (Aguiar e Flores, 2014; Milani Junior e Carvalho, 2020; Torres et al., 2021; Torres, 2022).

A respeito do feedback Rosado et al. (2013) argumentam que 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 et al., 2013, p. 227). O feedback do AnReQuim é uma funcionalidade associada ao aspecto técnico de usabilidade que proporciona elos com as características do aspecto pedagógico de afetividade que é associado aos “sentimentos e motivações do aluno com sua aprendizagem durante a interação com o OA”, relacionado a motivação; cognição, que estão associadas “às sobrecargas cognitivas alocadas na memória do aluno durante o processo de ensino-aprendizagem”, referente a resposta automática de correto ou incorreto, e, em caso de erro, contribui para a correção do balanceamento químico (Braga, 2015, p. 26 e 27).

Figura 2- Telas do aplicativo AnReQuim (A e B) mostra os conteúdos sobre balanceamento de equações químicas, e (C) as atividades.

A)

Ajuste os coeficientes para平衡ear a reação

$$4\text{CaCO}_3(s) \rightleftharpoons 3\text{Ca}^{+2(aq)} + 4\text{CO}_3^{-2(aq)}$$

Acertos 41% Reações descoradas 59%

B)

Ajuste os coeficientes para平衡ear a reação

$$2\text{CaCO}_3(s) \rightleftharpoons 3\text{Ca}^{+2(aq)} + 4\text{CO}_3^{-2(aq)}$$

Acertos 31% Reações descoradas 59%

Carbonato de cálcio - O carbonato de cálcio(CaCO₃) é utilizado terapeuticamente em hemodialise, como antácidio na hiperacidez gástrica para alívio temporário de indigestão e azia e como suplemento de cálcio na prevenção e no tratamento da osteoporose.
fonte: https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/calcium_carbonate

Você ajustou corretamente! 4 CaCO_{3(s)} → 3 Ca^{+2(aq)} + 4 CO_{3-2(aq)}

Você não balanceou a reação... 2 CaCO_{3(s)} → 3 Ca^{+2(aq)} + 4 CO_{3-2(aq)}

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Ainda sobre as atividades, o AnReQuim mostra em todas as equações químicas contidas nas atividades, o nome de um dos produtos formados na reação e em 48 equações químicas são mostradas animações ilustrando um modelo da dinâmica dos processos de transformação da matéria que corresponde cada uma das equações/reações. Também, na tela do feedback são mostradas em todas as equações químicas uma informação e/ou curiosidade sobre um dos componentes da reação química. Referente a essa funcionalidade do AnReQuim os estudantes destacaram:

E7: assim, a gente só fazendo ali, 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 – 09/12/2020)

E2: “Dois pontos que eu achei muito positivo no aplicativo, foi que ele traz informações e curiosidades sobre os produtos formados na reação e ele mostra a reação na animação, que dá para a gente ver as moléculas em movimento e tornou mais visual o processo” (Roda de conversa – 09/12/2020)

E6: eu achei interessante também, porque, em alguns casos ele mostra a aplicabilidade do produto formado,

onde ele pode ser usado. (Roda de conversa – 09/12/2020)

E8: sim, eu também acho que tá bem explícito, bem explicado, levando em consideração essa parte de saber como que acontece a reação química, ele ajuda bastante, já que não tem como ver no olho né e muita da gente que fez a reação química nunca ninguém conseguiu ver, então, tipo assim, para saber como que acontece também é muito importante. (Roda de conversa – 09/12/2020).

E2, E6 e E7 expuseram as peculiaridades do AnReQuim ao mencionar a relevância do ODA mostrar o nome de um dos produtos nas reações que pode fomentar o processo de ensino ao abordar o assunto relacionado à nomenclatura de compostos químicos e, por mostrar informações e/ou curiosidades possibilitando o fortalecimento de conceitos e conhecimentos químicos. Tendo em vista que, os compostos químicos fazem parte do cotidiano das pessoas e, por vezes, não conhecem onde estão presentes, tampouco a sua utilidade. Fazer relações com a realidade no ensino e na aprendizagem em Química pode oportunizar o ganho de novos saberes (Bittencourt e Albino, 2017; Oliveira e Carvalho, 2020; Pascoin e Carvalho, 2021).

O E7 afirma que “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” e E6: “eu achei interessante também, porque, em alguns casos ele mostra a aplicabilidade do produto formado, onde ele pode ser usado”. Isso indica que o AnReQuim despertou a curiosidade e atenção dos estudantes, motivando-os a construir significado para os assuntos estudados e que eles não são restritos à teoria e sim parte do cotidiano. Os apontamentos de E7 e E2 corroboram com o do E2 ao mencionar que “...que ele traz informações e curiosidades sobre os produtos formados na reação e ele mostra a reação na animação, que dá para a gente ver as moléculas em movimento e tornou mais visual o processo” demonstrando também a importância da visualização no ensino de Química que pode motivar e proporcionar afetividade ao assunto (Braga, 2015; Oliveira e Carvalho, 2020; Pascoin e Carvalho, 2021).

O E8 fez considerações sobre as animações, por estar “bem explícito”, “bem explicado” e principalmente ao afirmar que “levando em consideração essa parte de saber como que acontece a reação química, ele ajuda bastante, já que não tem como ver no olho né e muita da gente que fez a reação química nunca ninguém conseguiu ver, então, tipo assim, para saber como que acontece também é muito importante”, essa possibilidade realmente é um diferencial do AnReQuim, por permitir ao estudante visualizar em detalhes na simulação as

transformações iônicas e moleculares das reações químicas. Essa possibilidade é possível, devido às animações das reações simularem o progresso de uma reação como descreve a teoria das colisões, em que mostra sincronicamente os reagentes reagindo entre si e formando os produtos (reação direta), e a decomposição de parte da(s) molécula(s) do(s) produto(s) e formar novamente os reagentes (reação inversa), até alcançar o ponto equilíbrio químico da reação (Russel, 1994; Atkins, Jones, Laverman, 2018; Milani Junior e Carvalho, 2020; Torres, 2022).

De fato, estas funcionalidades (simulações), do AnReQuim estão associadas ao aspecto pedagógico de cognição, que pode favorecer a mediação do ensino e aprendizagem, ao estimular a mobilização e expansão dos conhecimentos químicos, por meio de compreensão, memória, linguagem, pensamento e modelos mentais, devido às simulações propiciarem uma visualização que geralmente tem sido descrita de forma teórica (Bittencourt e Albino, 2017; Tarouco et al., 2014; Braga, 2015; Oliveira, Souto, Carvalho, 2018; Oliveira et al., 2019; Torres, 2022).

Com o intuito de tornar as atividades atrativas, desafiadoras e motivadoras, o AnReQuim possui 10 níveis de complexidade no que se refere a abordagem de questões, contendo um total de 321 equações químicas. Quando perguntados sobre essa particularidade, os estudantes mencionaram que:

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)

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 organização em 10 níveis de complexidade do AnReQuim foi considerada motivadora pelos estudantes, como expressado por E3 e E10 ao pontuarem que a divisão das atividades por níveis de complexidade atrai a atenção e motiva os estudantes em querer resolver as atividades. E10 complementa: “[...] chama bastante atenção para ver que se realmente tá aprendendo [...]”, que está se referindo que ao resolver várias atividades o usuário pode verificar se está entendendo e aprendendo o conteúdo. Esses relatos indicam que a organização das questões em níveis de complexidade pode ser explorada em situação de ensino. Tendo em vista que os estudantes ressaltam que motiva e estimula a curiosidade durante as atividades de ensino.

Outra característica do AnReQuim está relacionada a possibilidade de o usuário realizar a atividade que desejar em qualquer nível, conforme assinalada por E6: “[...] e eu já fui para a fase 10.”. Este apontamento se deve ao fato de o usuário ter a liberdade de poder escolher a(s) atividade(s) no nível que desejar para resolver sem a necessidade de completar todos os balanceamentos químicos de determinado nível de complexidade, de forma obrigatória para poder ir para o nível subsequente. Ou seja, o usuário pode fazer uso do AnReQuim de acordo com suas necessidades.

A organização das 321 equações químicas em 10 níveis de complexidade é uma característica técnica de usabilidade com conexões às características do aspecto pedagógico de cognição. Devido às mobilizações mentais nos estudos de acordo com o grau de compreensão; afetividade, relacionado aos estímulos que podem ser gerados nas resoluções das atividades (Tarouco et al.; 2014; Braga, 2015; Oliveira e Carvalho, 2020).

Esta possibilidade que o AnReQuim oferece de dar liberdade na escolha da(s) atividade(s) que deseja realizar é uma característica que favorece a autonomia do usuário, de poder “arriscar” e se sentir “provocado” em resolver as atividades. E assim, testar o seu conhecimento, despertar o interesse, a motivação, confiança, autoestima e, consequentemente contribuir para que o usuário seja ativo (Soad, 2017; Milani Junior e Carvalho, 2020; Torres, 2022).

As características apresentadas pelo AnReQuim com base nos apontamentos dos estudantes evidenciam que esse ODA é gerador de motivação em seu uso, como pode observado nas considerações apresentadas a seguir.

E1: “[...] 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).

E2: “ele estimula o aprendizado porque a gente tem vontade de resolver mais e mais questões e isso é sem dúvida algo muito gratificante porque química é uma das matérias difíceis também do ensino médio e ele faz a química parecer fácil, principalmente nessa parte de balanceamento.” (Questionário, 02/12/2020).

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: “Sim, da vontade fazer todos os níveis de uma vez só.” (Questionário, 08/12/2020).

As considerações de E1 destacando que “[...] as atividades que são muito divertidas e interativas de se fazer, o que motiva a realizar elas cada vez

mais.” e E2: ele estimula o aprendizado porque a gente tem vontade de resolver mais e mais questões [...]”, são reforçados por E8 ao destacar: “no aplicativo você vai fazendo um atrás do outro, você nem vê o tempo passar, quando você vê, já balanceou umas 10, 15 equações.”, evidenciam que o AnReQuim possui características lúdicas que prendem e atraem a atenção por proporcionar ao usuário a sensação de estar no comando em resolver as atividades de maneira prazerosa. E essas evidências são corroboradas por E12 ao expressar que “Sim, da vontade fazer todos os níveis de uma vez só”, E2 ao pontuar: “[...] é sem dúvida algo muito gratificante porque química é uma das matérias difíceis também do ensino médio e ele faz a química parecer fácil, principalmente nessa parte de balanceamento.” A afirmação que a Química “é uma das matérias difíceis” chama a atenção porque nas palavras do estudante o AnReQuim pode contribuir no entendimento e aprendizagem de conceitos químicos considerados complexos, em especial, balanceamento de equações químicas.

Nos relatos de E1, E2, E8 e E12 sugere evidências sobre a importância da ludicidade, que pode ser percebida no AnReQuim desde as cores, dimensões dos modelos, legendas mostrando as espécies envolvidas na transformação simulada e formato das letras, números e utensílios laboratoriais mostrados em tela. Esses resultados corroboram com estudos reportados na literatura (Braga, 2015; Oliveira et al., 2020; Torres et al., 2021; Torres, 2022; Ferraz et al., 2023).

A ludicidade pode contribuir para a motivação que é uma das características de fundamental importância para o sucesso do estudante nos processos de ensino e aprendizagem. Por atrair e estimular a tomada de decisões durante as ações e o resultado das ações leva a um sentimento de bem estar. Sendo assim, os ODA podem contribuir em potencial para que o estudante sinta a sensação de bem estar ao querer aprender (Leite, 2015; Oliveira e Carvalho, 2020; Torres, 2022).

De acordo com Santos (2014) a motivação é “[...] um fator que pode influenciar os indicadores de esforço mental dos sujeitos e está relacionado com a motivação destes na realização de uma atividade.”. A motivação que o AnReQuim pode gerar no usuário é uma característica pedagógica de afetividade.

De acordo com as percepções e apontamentos dos estudantes a respeito do AnReQuim, fica evidente que sua organização pode propiciar usabilidade de maneira prática. Pois apresenta assuntos fundamentados, em linguagem tangível, e as atividades foram construídas de maneira que possam ser realizadas de maneira dinâmica e propiciar autonomia ao usuário. Além de apresentar informações químicas que podem auxiliar no conhecimento dos estudantes sobre a química (Freire, 1996; Oliveira et al., 2021; Torres et al., 2021; Torres, 2022).

Os apontamentos dos estudantes a acerca de possíveis melhorias no AnReQuim revelaram algumas características, como a trilha sonora, que não agradou. No entanto, o aplicativo possui comandos onde o usuário pode ou não usar o aplicativo ouvindo a trilha sonora. Sair das atividades sem ter resolvido por completo e, ao retornar para tentar finalizar o mesmo balanceamento químico, ele apresentará outra equação química a ser balanceada. Dessa forma, no AnReQuim as atividades contidas em cada nível de complexidade sofrem rotatividade, o que inviabiliza a sua utilização de maneira conjunta, por videoconferência, por exemplo. Por fim, o AnReQuim foi elaborado para que o usuário tenha fácil acesso, ou seja, o aplicativo funciona sem a necessidade de conexão à internet. Todas essas indicações foram consideradas na finalização de construção do AnReQuim.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com as percepções dos estudantes do Ensino Médio, o objeto digital de aprendizagem, AnReQuim, apresentou aspectos pedagógicos e técnicos, podendo contribuir com os processos de ensino e aprendizagem do componente curricular Química. Além de ser mobilizador potencial na aquisição e fortalecimento do conhecimento em situação de ensino.

Esta pesquisa mostrou que o AnReQuim, possui potencial de contribuir com as práticas de ensino de Química mediada por tecnologia digital, que proporcionem oportunidades de estudos e possam contribuir para que o estudante se sinta atraído e motivado. E de fato seja ativo e protagonista, prestigiando a autonomia na aprendizagem e na aquisição de conhecimentos de maneira significativa em tempos e espaços adequados a sua realidade e de acordo com suas necessidades.

Portanto, os resultados indicaram que o AnReQuim, possui potencialidades como ODA para uso nos processos de ensino e aprendizagem de Química por apresentar: clareza dos conteúdos abordados; facilidade de realização das atividades; níveis de complexidade; feedback; motivação; autonomia; interação entre estudante-aplicativo-conteúdo-atividades; animações; usabilidade; acessibilidade, que o qualifica para uso em situações de ensino que são essenciais para uso em situação de ensino. Por fim, os resultados evidenciam que o AnReQuim possui potencial para ser usado em situação de ensino como um aliado ao ensino de conceito químicos, em especial, balanceamento de equações químicas pode estimular a mobilização de conhecimento dos estudantes e “prender” a atenção dos estudantes durante as atividades.

Agradecimentos

Aos estudantes que voluntariamente participaram da pesquisa, à Escola Estadual 12 de Abril, SEDUC/MT, à CAPES, ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM), e à Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT).

Referências Bibliográficas

AGUIAR, E. V. B.; FLORES, M. L. P. **Objetos de aprendizagem: conceitos básicos.** In: Tarouco, L. M. R.; Costa, V. M.; Ávila, B. G.; Bez, M. R.; Santos, E. F. (Org.) **Objetos de Aprendizagem: teoria e prática.** Porto Alegre: Evangraf, p. 12-28, 2014.

ATKINS, P.; JONES, L.; LAVERMAN, L. **Princípios de química:** questionando a vida moderna e o meio ambiente. 7. ed. Porto Alegre: Bookman, 2018.

BERNARDIN, J. S. C.; OLIVEIRA, E. A. R.; MIRANDA, A. F.; CARVALHO, J.W. P. Ensino remoto na pandemia da Covid-19 e os desafios e oportunidades na visão de professores de escolas do interior de Mato Grosso. **Research Society and Development**, v. 11, n. 1, p. e52211125239-e52211125239, 2022.

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

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

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

CANTO, E. L. **Química na abordagem do cotidiano:** ensino médio. 1. ed. São Paulo: Saraiva, 2016.

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

FELTRE, R. **Química Geral.** 6. ed. São Paulo: Moderna, 2004.

FERRAZ, R. S., CARVALHO, J. W. P.; NEGREIROS, C. L. O uso dos objetos digitais de aprendizagem “Massa Molar” e “Concentrações” no ensino médio durante o ensino remoto. **Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico- EDUCITEC**, v. 9, n. jan/dez, p.e205723-e205723, 2023.

FERRAZ, R.S.; CARVALHO, J. W. P. Ensino por Investigação de Equilíbrio Químico: o Uso dos Objetos Digitais de Aprendizagem do Site PhET Interactive Simulations. **Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas**, v. 25, n. 3, p. 453-460, 2024.

FLICK, U. **Introdução à metodologia de pesquisa:** um guia para iniciantes. Tradução: Lopes, M.; Silva, D. Revisão técnica, Porto Alegre: Penso, 2013.

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

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4 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 na Escola**, v. 37, n. especial 2, p. 154-160, 2015.

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, p. 398-403, 2016.

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

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**, v. 6, n. 2, p. 23-38, 2016.

MARTINS, H. T. S. **Metodologia qualitativa de pesquisa**. Educação e Pesquisa, v. 30, 289–300 p., 2004.

MENDES, N. R. S.; IERMER, P.; MIRANDA, A. F.; CARVALHO, J. W. P. Ensino remoto em uma escola do campo do estado de Mato Grosso. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 2, p. e1811225263-e1811225263, 2022.

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

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

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, 2014.

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

OLIVEIRA, F. C.; DE PAIVA, M. M.; ALVES, L. E.; SILVA L. C.; SILVA, F. S.; CARVALHO, J. W. P. QuiLegal: um recurso para o ensino de Ciências Naturais. **Journal of Basic Education, Technical and Technoloical**, Rio Branco, v. 8, n. 2, 2021.

OLIVEIRA, F. C.; MILANI JUNIOR, J.; CARVALHO, J. W. P. Uso de aplicativos no ensino de química orgânica na percepção de discentes. **Revista Educação e Cultura Contemporânea**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 49, 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@. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 11, n. 2, 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**, Belém, v. 13, n. 27, 1005-1021, 2019.

PAIVA, M. M.; ALVES, L. E.; OLIVEIRA, F. C.; SILVA L. C.; SILVA, F. S.; CARVALHO, J. W. P. Desafios enfrentados no desenvolvimento de objetos digitais de aprendizagem e o QuiLegAI. **Multidisciplinary Reviews**, v. 4, p. e2021002-e2021002, 2021.

PASCOIN, A. F.; CARVALHO, J. W. P. Objeto digital de aprendizagem como proposta pedagógica para o ensino de química. **Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar**, v. 6, n. 17, 2020.

PASCOIN, A. F.; CARVALHO, J. W. P. Representações quantitativas em laboratórios virtuais para o Ensino de Química. **Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas**, v. 22, n. 2, p. 152-159, 2021.

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

RUSSEL, J. B. **Química Geral**. v. 1, 2. ed., São Paulo: Makron, 1994.

SILVA, C. M. T.; ELLIOT, L. G. Avaliação da hipermídia para uso em educação: uma abordagem alternativa. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, Brasília, v. 78, n. 188, p. 89-90, 1997.

SOAD, G. W. **Avaliação de qualidade em aplicativos educacionais móveis**. Orientadora: Ellen Francine Barbosa. 2017. Dissertação (Mestrado em Ciências de Computação e Matemática Computacional) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2017.

STEFFE, L. P.; THOMPSON, P. W. Metodologia do ensino da experiência: Princípios subjacentes e elementos essenciais. **Manual de desenho de pesquisa em matemática e educação em ciências**, p. 267-306, 2000.

STRIEDER, R. L.; CARVALHO, J. W. P. Integração do Scratch no Ensino da Tabela Periódica: Experiência com Alunos do 9º Ano. **Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas**, v. 25, n. 5, p. 662-670, 2024.

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

TORRES, M. L. **Avaliação Do Objeto Digital de Aprendizagem AnReQuim por Estudantes do Ensino Médio**. Orientador: José Wilson Pires Carvalho. 2022. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática). Universidade do Estado de Mato Grosso, Barra do Bugres, 2022.

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**, v. 2, p. 267-288, 2021.