

LabQuins: Um Jogo 2D Simulador de Aulas Práticas em Laboratórios de Ciências/Química

Pedro Viana Pantoja Neto, FACIN/UFPA, Brasil,
pedropantojaneto328@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-7344-8119>

Bruno Veloso dos Santos, LABEX/UFPA, Brasil, brvelosoo@gmail.com,
<https://orcid.org/0009-0000-3221-5557>

Carlos Maurício Nunes de Souza da Conceição, FACIN/UFPA, Brasil,
cmauricio@ufpa.br, <https://orcid.org/0000-0003-2311-0432>

Ricardo Arturo Guerra-Fuentes, FACIN/UFPA, Brasil, raguerraf@ufpa.br,
<https://orcid.org/0000-0002-8744-4127>

Joiner dos Santos Sá, LABEX/UFPA, Brasil, joinersa@ufpa.br,
<https://orcid.org/0000-0002-8010-0575>

Jasmine Priscyla Leite de Araujo, LCT/UFPA, Brasil, jasmine@ufpa.br,
<https://orcid.org/0000-0003-3514-0401>

Andreia Monic Viana dos Santos, FACIMPA, Brasil,
profa.monicviana@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-5290-7518>

Fabricio de Souza Farias, LABEX/UFPA, Brasil, fabriciosf@ufpa.br,
<https://orcid.org/0000-0003-4344-6953>

Resumo. No Brasil, há uma carência de infraestrutura adequada de laboratórios para a realização de práticas experimentais de química nas instituições de ensino. Para minimizar esse problema, diversas iniciativas têm investigado o desenvolvimento de *software* com o objetivo de auxiliar as aulas por meio de ambientes virtuais. Este trabalho apresenta um jogo 2D, denominado *LabQuins*, que simula um laboratório virtual. O jogo foi avaliado quantitativamente, por meio da comparação do rendimento entre dois grupos: controle e experimental (grupo que utilizou o *LabQuins*). O estudo também avaliou qualitativamente a usabilidade do aplicativo. A análise dos resultados indicou que o rendimento entre os dois métodos foi semelhante, e a usabilidade do jogo foi considerada eficaz. Concluiu-se, portanto, que o *LabQuins* pode ser uma alternativa viável para substituir ou complementar práticas em laboratórios.

Palavras-chave: jogos 2D, software, laboratório virtual.

LabQuins: A 2D Simulator Game for Practical Classes in Science/Chemistry Laboratories

Abstract. In Brazil, there is a lack of adequate laboratory infrastructure to conduct experimental chemistry practices in educational institutions. To address this issue, several initiatives have explored the development of software aimed at supporting classes through virtual environments. This study presents a 2D game, called *LabQuins*, which simulates a virtual laboratory. The game was evaluated quantitatively by comparing the performance of two groups: a control group and an experimental group (the latter used

LabQuins). Additionally, the study qualitatively assessed the application's usability. The analysis of the results indicated that the performance between the two methods was similar, and the usability of the game was deemed effective. It was concluded, therefore, that *LabQuins* can be a viable alternative to replace or complement laboratory-based experimental practices.

Keywords: 2D game, software, virtual environments.

1. Introdução

A Química é uma disciplina que, por meio de métodos de observação científica, estuda a composição da matéria e suas transformações. Trata-se de uma ciência essencialmente experimental. No entanto, diferentemente do modelo de ensino proposto para a disciplina, a maioria das escolas no Brasil ainda adota metodologias que enfatizam a transmissão de conteúdos em sala de aula, onde os alunos desempenham um papel passivo, atuando como meros espectadores do que é ensinado (TRINDADE *et al.* 2021).

A Lei de Diretrizes e Bases (LDB 9.394/96) estabelece que, ao final da educação básica, deve-se garantir uma formação eficaz aos jovens brasileiros, de modo que possam atender seus diferentes anseios e participar ativamente na construção de uma sociedade mais solidária. Além disso, devem ser capazes de reconhecer suas potencialidades e os desafios para inserção no competitivo mercado de trabalho. Essas diretrizes destacam a importância de modelos de ensino-aprendizagem que priorizem atividades experimentais em laboratórios ou práticas lúdicas em sala de aula, a fim de formar cidadãos mais críticos e aptos a contribuir com a sociedade à qual pertencem (SALESSE, 2012).

Sabe-se que uma das razões pelas quais a Química é considerada uma disciplina monótona é a falta de espaço e infraestrutura adequada de laboratórios de Ciências/Química. Esse é um problema que afeta diretamente a forma como as práticas experimentais, que deveriam contribuir para a assimilação dos conceitos pelos alunos, são realizadas. Esse déficit é predominante na maioria das escolas da rede pública de ensino básico no país, especialmente naquelas localizadas em regiões mais afastadas dos grandes centros urbanos. Os dados do Censo Escolar de 2019 sobre a infraestrutura das escolas públicas de ensino básico comprovam essa realidade, indicando que apenas 3,5% das instituições municipais e 26,2% das escolas estaduais pesquisadas possuíam laboratórios de Ciências/Química (BRASIL, 2020; DA SILVA *et al.* 2023).

Para melhorar o ensino de química e contornar a falta de laboratórios, professores têm usado materiais alternativos e de baixo custo para simular experimentos (BRITO *et al.* 2018). Guedes (2017) define esses materiais como objetos simples e baratos que viabilizam o ensino. Embora os materiais alternativos tenham comprovadamente melhorado o desempenho dos alunos (LIMA *et al.* 2022), é válido reforçar que o uso de objetos destinados a outros fins e/ou a imperícia no manuseio podem gerar riscos de acidentes, ficando a responsabilidade com o professor e a escola.

Outra alternativa para as aulas práticas é o uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC), que podem aumentar o interesse dos alunos, que já cresceram em um ambiente digital, tendo contato constante com a internet, smartphones, notebooks e tablets. Segundo Ferreira *et al.* (2020) e Valletta (2015), essas tecnologias são parte do cotidiano e devem ser integradas ao ensino de química, especialmente por meio de aplicativos em smartphones e tablets. O *Mobile-Learning*, quando bem adaptado, pode suprir a falta de laboratórios e a infraestrutura escolar complexa, reduzindo custos

com equipamentos e insumos (BERALDO *et al.*, 2021; DELAMUTA *et al.*, 2020; NICHELE e SCHLEMMER, 2014).

Diante desse contexto, o objetivo principal deste trabalho é apresentar e avaliar um jogo 2D, denominado *LabQuins*, criado como ferramenta alternativa para suprir a falta de laboratórios de Ciências/Química, bem como servir como suporte lúdico das TDIC para o ensino de Química. O *LabQuins* foi desenvolvido na plataforma *Construct 2*, uma ferramenta utilizada para o desenvolvimento de jogos 2D. O jogo foi projetado para funcionar em dispositivos móveis com sistema operacional *Android*, buscando-se atender às necessidades tecnológicas de uma geração de alunos familiarizados com *smartphones* e *tablets*. Este trabalho também tem como objetivos específicos comparar o desempenho dos alunos que utilizaram o jogo 2D com o desempenho de alunos submetidos a aulas práticas em laboratório de Química. A escolha pela plataforma *Construct 2* justificou-se pela sua capacidade de criar interações dinâmicas e simulações de ambientes laboratoriais com segurança e realismo, características essenciais para um jogo educacional de Química.

A estrutura do trabalho está organizada da seguinte forma: na Seção 2, são apresentados os conceitos relacionados ao uso de jogos digitais para o ensino de Química; na Seção 3, descreve-se a plataforma de desenvolvimento e o jogo 2D *LabQuins*; a Seção 4 detalha a metodologia do estudo; na Seção 5, são apresentados os resultados obtidos; e, por fim, a Seção 6 relata as conclusões extraídas a partir da pesquisa.

2. O uso de jogos digitais para ensino de Química

Segundo Schaeffer e Angotti (2016), experiências educacionais inovadoras podem ser baseadas em representações digitais que refletem ambientes e objetos cotidianos dos alunos, facilitando a apropriação do conhecimento. Um exemplo disso é o estudo de Teixeira *et al.* (2019), que usaram jogos digitais e realidade virtual para ensinar vocabulário em inglês, integrando o mundo real à sala de aula. Essa abordagem cativou os alunos e destacou a importância de adaptar novas tecnologias para melhorar o ensino.

Além disso, Connolly *et al.* (2012), em sua revisão de literatura sobre o êxito dos jogos educacionais, apontam que o uso de jogos pode melhorar significativamente a aprendizagem em diferentes disciplinas, incluindo as ciências exatas. Os autores destacam que os jogos educacionais promovem um ambiente interativo e interessante, o que facilita a assimilação dos conteúdos acadêmicos pelos alunos. McGonigal (2021) também destaca que os jogos digitais podem ser usados como ferramentas para o desenvolvimento de competências práticas, argumentando que, quando bem projetados, os jogos fazem com que os alunos se envolvam em desafios complexos de maneira motivadora e prazerosa. Essa perspectiva reforça a necessidade de integrar os jogos ao contexto educacional estrategicamente, levando em consideração os aspectos pedagógicos e permitindo uma otimização do processo de ensino-aprendizagem.

De maneira semelhante, Wouters *et al.* (2013), em uma revisão sistemática sobre o uso de jogos sérios no ensino de ciências, mostram que jogos como o *LabQuins* podem ser uma ferramenta produtiva para o ensino de conceitos científicos. A pesquisa evidencia que esses jogos facilitam a aprendizagem ao proporcionar uma experiência prática em um ambiente simulado, especialmente em contextos em que os recursos laboratoriais são limitados. Gobet e Sala (2023), em sua revisão sobre o uso de jogos digitais no ensino de química, corroboram essa visão ao destacar como o uso de jogos e metodologias gamificadas no ensino dessa disciplina pode promover o engajamento e a compreensão dos alunos. Eles salientam que os jogos digitais podem servir como um complemento

valioso às práticas tradicionais, especialmente ao oferecer simulações interativas que replicam experimentos laboratoriais.

Os jogos eletrônicos trazem uma outra perspectiva para o desenvolvimento do raciocínio, permitindo que os alunos desenvolvam habilidades e competências de maneira dinâmica. Embora a presença de jogos digitais em sala de aula já seja uma realidade, é fundamental que aspectos pedagógicos sejam cuidadosamente considerados na construção e utilização dessas ferramentas, a fim de otimizar o processo de ensino-aprendizagem.

3. Jogo 2D LabQuins

O *LabQuins* é um jogo 2D desenvolvido na plataforma *Construct 2*, disponibilizado para *smartphones* e *tablets* com sistema operacional *Android*. O jogo simula um laboratório de Ciências/Química, abordando conteúdos experimentais. Para isso, foram considerados fatores de segurança e fidelidade para aproximar a experiência virtual à de um ambiente laboratorial real.

O *LabQuins* foi projetado para suprir a falta de laboratórios de Ciências/Química, especialmente em locais onde essa infraestrutura não está disponível, sendo uma ferramenta que visa compensar tal carência. O jogo conta com quatro fases, como ilustrado na Figura 1. Cada fase é configurada com um conjunto de elementos específicos, que o professor pode utilizar como suporte pedagógico para debater com os alunos durante as aulas.



Figura 1 – Apresentação da tela contendo as quatro fases do Jogo *LabQuins*.

A primeira fase aborda a importância dos Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) para o acesso ao laboratório. O jogador deve seguir as instruções sobre o uso correto dos EPIs e tem um limite de 60 segundos para completar essa atividade. Caso o usuário conclua a tarefa dentro do tempo estabelecido, a segunda fase será liberada para dar continuidade à aprendizagem; caso contrário, ele terá que tentar novamente. Nessa fase, o jogador é apresentado aos seguintes itens de proteção: jaleco, botas, luvas, máscara e óculos de proteção.

A segunda fase trata do experimento "vulcão de vinagre e bicarbonato de sódio", em que o jogador deve utilizar vidrarias e reagentes para realizar uma reação química que libera gás carbônico (CO_2). Para completar essa fase, o usuário deve seguir uma ordem predefinida de mistura dos elementos, compreendendo assim os conceitos da reação química. O tempo para execução do experimento é, novamente, de 60 segundos. Se o jogador concluir a tarefa no tempo estabelecido, avançará para a próxima fase; caso

contrário, ele poderá tentar novamente. Durante essa fase, o usuário trabalha com conceitos relacionados aos reagentes químicos ácido acético (CH_3COOH) (vinagre), bicarbonato de sódio (NaHCO_3), CO_2 e à reação entre um ácido fraco e um sal, formando CO_2 , água e acetato de sódio ($\text{C}_2\text{H}_3\text{NaO}_2$). O sabão líquido não participa da reação; ele apenas indica a formação do gás carbônico. O jogador também conhece as vidrarias utilizadas, como frascos de reagentes, Erlenmeyer, espátula e bastão de vidro.

A terceira fase explora o experimento da “água furiosa”, na qual o aluno aprenderá sobre conceitos como equilíbrio químico, reações endotérmicas e exotérmicas, e reações reversíveis. Para avançar, o jogador deve seguir as instruções e completar o experimento em até 60 segundos, conforme nas fases anteriores. Se concluir no tempo, ele passará para a última fase. Nesta fase, o jogador trabalha com reagentes como hidróxido de sódio (NaOH), glicose ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$), azul de metileno ($\text{C}_{16}\text{H}_{18}\text{ClN}_3\text{S}$) e fenolftaleína ($\text{C}_{20}\text{H}_{14}\text{O}_4$).

Na quarta e última fase, o usuário realiza o experimento "Utilização do extrato de repolho roxo como indicador natural de ácidos e bases". O jogador deve seguir o roteiro experimental, utilizando vidrarias e reagentes, para visualizar as reações que ocorrem quando substâncias indicadoras reagem em meio ácido e básico. O tempo limite para essa fase é de 120 segundos, maior que o das fases anteriores devido à maior complexidade do experimento. Ao concluir, o jogador finaliza o jogo e retorna ao início. Durante essa fase, ele trabalha com ácido clorídrico (HCl), hidróxido de sódio (NaOH) e as vidrarias como almofariz com pistilo, proveta, tubo de ensaio, béquer e pipeta Pasteur.

Vale destacar que as fases do jogo são baseadas em um roteiro didático desenvolvido e realizado no laboratório de química da Universidade Federal do Pará. Cada fase do jogo está associada a um conceito específico de química. A Tabela 1 apresenta os conteúdos organizados conforme suas respectivas fases de ensino.

4. Metodologia

O trabalho foi dividido em quatro etapas, utilizando uma metodologia experimental com abordagem quantitativa para avaliar o desempenho dos discentes e qualitativa para avaliar a experiência dos usuários com o jogo *LabQuins*. Segundo Gil (2019), a pesquisa experimental é adequada para investigar relações de causa e efeito entre variáveis, permitindo que o pesquisador manipule uma variável independente para observar seus efeitos em uma variável dependente.

Na primeira etapa, foram investigados os principais experimentos já realizados no laboratório de química da Universidade Federal do Pará. Com base nesses experimentos, foi desenvolvido o jogo 2D na plataforma *Construct 2*, denominado *LabQuins*, composto pelas quatro fases mencionadas anteriormente.

Na segunda etapa, foi aplicada uma avaliação quantitativa por meio do questionário de pré-teste, o qual visou avaliar o nível de conhecimento inicial dos alunos participantes da pesquisa. As perguntas foram elaboradas considerando os conteúdos e competências descritos na Tabela 1.

Na terceira etapa, duas turmas foram formadas para o experimento, sendo um grupo controle (Grupo 1) e um grupo experimental (Grupo 2). A divisão dos grupos seguiu o modelo proposto por García-Ruiz *et al.* (2012), com 22 alunos em cada grupo, totalizando 44 discentes. O Grupo 1 participou de aulas práticas no laboratório de química, enquanto o Grupo 2 utilizou o jogo *LabQuins*. As aulas, tanto teóricas quanto práticas, tiveram a duração de 30 minutos para ambos os grupos e discutiram os assuntos presentes na Tabela 1.

Na quarta etapa, além de responder a avaliação quantitativa de pós-teste, os participantes do grupo *LabQuins* completaram um formulário qualitativo para avaliação da Usabilidade e Experiência do Usuário em relação ao produto proposto (Moura *et al*, 2019). Para isso, foi utilizada a escala de *Likert* e a norma ISO/IEC 9126 (2003). Deste modo, permitindo uma análise da qualidade do jogo 2D a partir da perspectiva dos seus usuários, e verificando se os requisitos da engenharia de *software* foram atendidos.

Tabela 1 – Lista de conteúdos presentes na aula teórica, laboratório de química e *LabQuins*.

Fase	Elemento e Descrição
1	EPIs: 1.1 - Jaleco: Protege contra queimaduras. 1.2 - Luva: Protege as mãos. 1.3 - Bota: Protege os pés e os tornozelos. 1.4 - Máscara: Protege as vias respiratórias. 1.5 - Óculos: Protege os olhos.
2	Reagentes: 2.1 - Vinagre: Para consumo deve ter entre 4% e 6% de ácido acético. A legislação brasileira estabelece em 4% o teor mínimo de ácido acético para vinagre. 2.2 - NaHCO ₃ : O bicarbonato de sódio é um sal ácido muito utilizado no laboratório em diversos ensaios como reação de oxirredução, tamponamento, ácidos-bases. Vidriarias: 2.3 - Frascos de reagentes: São usados para armazenamento de diversos reagentes para uma solução específica, mistura de meios de cultura ou amostras líquidas em geral. 2.4 - Erlenmeyer: São usados para diversos procedimentos que envolvem soluções químicas, como ácidos e outras substâncias. 2.5 – Espátula: Serve para transferir pequenas porções de substâncias sólidas a qual deve ser lavada e secada após cada utilização. 2.6 - Bastão de vidro: São utilizados para agitar substâncias e facilitar a homogeneização e podem auxiliar na transferência de líquidos de um recipiente para outro.
3	Reagentes: 3.1 -NaOH: O hidróxido de sódio ou soda caustica é um reagente bastante utilizado principalmente para demonstração de reações de titulação, equilíbrio químico. 3.2 - C ₆ H ₁₂ O ₆ : A glicose é um tipo açúcar, que é utilizado no laboratório em reações reversíveis, exotérmicas, entre outras. 3.3 - Azul de metileno: É utilizado como um indicador redox, soluções dessa substância são azuis quando em um ambiente oxidante, mas tornam-se incolores quando expostas a um agente redutor. 3.4 - Fenolftaleína: É um indicador ácido-base sintético muito usado em laboratório. Ela fica incolor em meio ácido e adquire uma coloração rosa intensa (como mostra a imagem inicial) em meio básico. Vidriarias: 2.3 até 2.6
4	Vidriarias: 4.1 - Almofariz com pistilo: É usado para maceração de substâncias sólidas, triturando a mistura até transformá-la em uma pasta homogênea. 4.2 – Becker: É um recipiente para reagentes químicos líquidos, que pode auxiliar os trabalhadores de laboratórios a misturar esses elementos e etc. 4.3 – Proveta: É utilizada para medição de volumes de líquidos, apesar de não ser o instrumento mais preciso. 4.4 - Tubo de ensaio: São utilizados para armazenar, misturar e coletar amostras. 4.5 - Pipeta Pasteur: É utilizada para transferência de líquidos em geral através de aspiração e dispensação. Reagentes: 4.6 – HCl: O ácido clorídrico é um ácido forte, com alto potencial corrosivo. Está presente em diversos processos industriais e no nosso sistema digestório. 4.7 - C ₂ H ₆ O: O etanol ou álcool etílico é um composto orgânico pertencente à função química álcool. É um líquido incolor, altamente inflamável e de caráter polar e anfifílico. Utensílios de laboratório: 4.8 – Suporte universal: Peça para anexar pinças para segurar tubos de ensaio e outros equipamentos. 4.9 - Usado para fixar equipamentos, mantendo a montagem estável, assim como a Pinça de madeira pode segurar tubos de ensaio

5. Resultados

5.1 Análise do Desempenho dos Alunos

Os resultados indicam melhoria no desempenho dos alunos em ambos os grupos. As Figuras 2 (a) e (b) ilustram os desempenhos de pré e pós-teste dos Grupos 1 e 2, evidenciando melhorias significativas no desempenho dos alunos após a aplicação das metodologias propostas.

No Grupo 1, mais de 90% dos voluntários melhoraram ou mantiveram seu desempenho após a aula teórica e prática no laboratório de química. No Grupo 2, os resultados foram semelhantes, com mais de 90% dos voluntários apresentando progresso.

Diante desses resultados, é possível classificar o desempenho dos dois grupos como um “empate técnico”, já que os resultados das aulas práticas foram bastante próximos. Isso valida o uso do ambiente virtual, na forma de um jogo 2D, como uma alternativa viável para o ensino em situações em que não há laboratórios de química disponíveis.

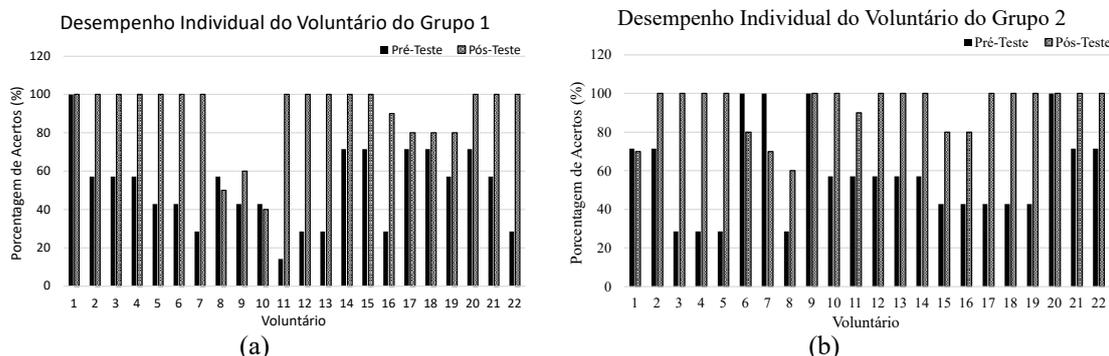


Figura 2 – Desempenho individual do voluntário por experimento de pré e pós-teste. Sendo (a) para o Grupo 1, e (b) para o Grupo 2.

A Figura 3 ilustra os histogramas de desempenho obtidos nas etapas de pré e pós-teste. As Figuras 3 (a) e (b) mostram os resultados do Grupo 1, enquanto as Figuras 3 (c) e (d) correspondem ao Grupo 2. No pré-teste, ambos os grupos apresentaram baixo desempenho, com maior concentração de acertos nas colunas mais à esquerda. Após as aulas teórica e prática no laboratório de química para o Grupo 1 e com o uso do *LabQuins* para o Grupo 2, o pós-teste revelou um aumento significativo na frequência de voluntários que acertaram mais de 84% do teste.

A partir dos resultados obtidos, é possível inferir que as aulas práticas, independentemente de serem realizadas em laboratório físico ou em um ambiente virtual que simule fielmente os elementos presentes no laboratório, podem resultar em uma melhoria significativa no desempenho dos alunos participantes, reforçando a importância das práticas experimentais em ambiente laboratorial ou virtual.

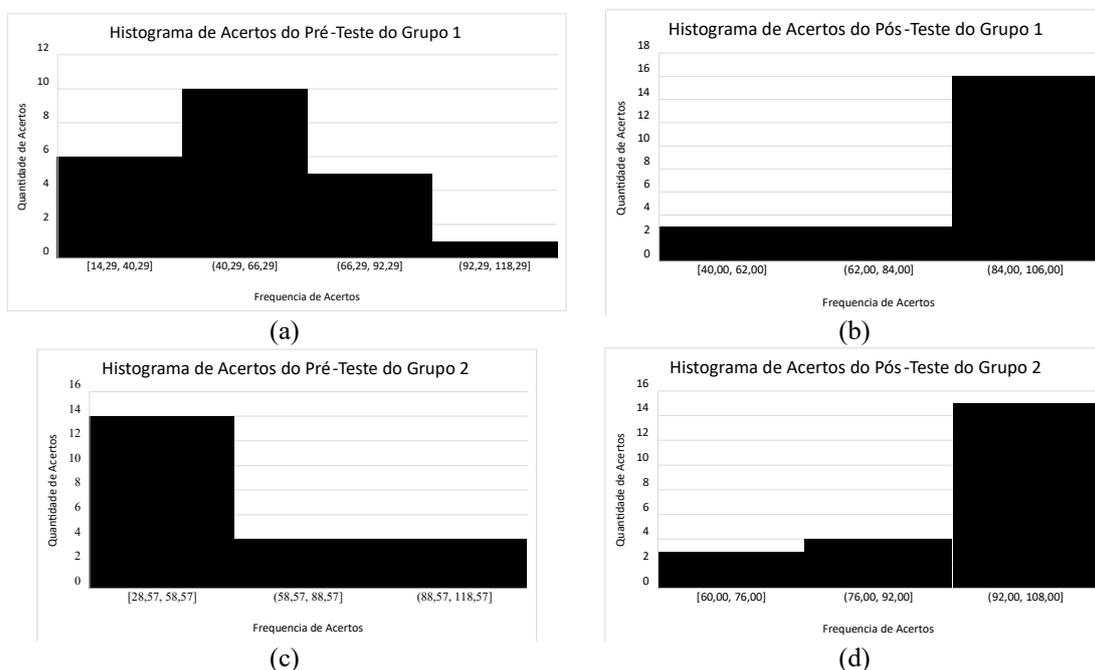


Figura 3 – Histograma da quantidade de acertos dos voluntários. (a) pré-teste do Grupo 1. (b) pós-teste do Grupo 1. (c) pré-prática do Grupo 2. (d) pós-prática do Grupo 2.

5.2 Análise da Usabilidade e Experiência do Usuário

Após a confirmação da eficiência do jogo 2D como alternativa para o ensino, o *LabQuins* foi avaliado em relação aos critérios de qualidade de *software*, isto é, Usabilidade e Experiência do Usuário. A avaliação contou com a participação de 22 voluntários que participaram do Grupo 2.

A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos a partir das respostas dos usuários. Para facilitar o entendimento, será adotada a seguinte identificação para cada categoria: PU# referente à pergunta de usabilidade e PE# referente a pergunta de experiência do usuário. Os valores apresentados nas colunas numeradas de 1 a 5 correspondem a uma escala de Likert, em que 1 representa “discordo totalmente”, 2 “discordo”, 3 “neutro”, 4 “concordo” e 5 “concordo totalmente”, permitindo mensurar o grau de concordância dos participantes com as afirmações propostas.

Em relação a usabilidade, os resultados indicam 100% de concordância em relação as perguntas PU1, PU2 e PU3, e 91% de concordância em relação a pergunta PU4. Tais resultados indicam que o Jogo *LabQuins* atende os requisitos de Usabilidade, o que lhe garante a definição com boa qualidade de *software*. Já em relação a experiência de usuário, apenas PE5 obteve 100% de concordância, mas sendo obtida porcentagem de concordância superior a 90% para as perguntas PE2, PE3, PE4 e PE7, e superior a 80% para PE1 e PE6. Vale ressaltar que a avaliação da qualidade de *software* a partir da experiência do usuário, deve considerar o fator subjetividade, que por sua vez, pode ser influenciado por diversos fatores, como por exemplo, a familiaridade do entrevistado em relação ao manuseio de plataformas digitais e interesse em jogos 2D. Por essa razão, os resultados representam índices de qualidade de *software* satisfatórios e superiores a 90% para a ampla maioria dos critérios investigados.

Tabela 2 – Resultados do *LabQuins* em relação a Usabilidade (PU#) e Experiência do Usuário (PE#).

PU#	Usabilidade	1	2	3	4	5
PU1	O <i>LabQuins</i> transmite clareza sobre o que se propõe a fazer?	0%	0%	0%	35,3%	65,6%
PU2	As funcionalidades do <i>LabQuins</i> são adequadas para o aprendizado do usuário?	0%	0%	0%	68,1%	31,8%
PU3	Considerando o uso adequado de cores e os estilos de interação, o <i>LabQuins</i> é atrativo?	0%	0%	0%	77,2%	22,7%
PU4	O <i>LabQuins</i> é satisfatório em relação a usabilidade (considere todas as tarefas que podem ser realizadas no <i>LabQuins</i>)?	0%	0%	9%	54,5%	36,3%
PE#	Experiência do Usuário	1	2	3	4	5
PE1	Você se sente no controle das ações durante a realização das tarefas do <i>LabQuins</i> ?	0%	9,1%	4,5%	50%	36,3%
PE2	A Interface do <i>LabQuins</i> parece organizada?	0%	0%	4,5%	63,6%	31,8%
PE3	É interessante e estimulante utilizar o <i>LabQuins</i> ?	0%	0%	4,5%	63,6%	31,8%
PE4	O <i>LabQuins</i> fornece resultados corretos e com precisão?	0%	0%	4,5%	63,6%	31,8%
PE5	O <i>LabQuins</i> realiza tarefas e certos objetivos de maneira fácil?	0%	0%	0%	77,2%	22,7%
PE6	Você usaria o <i>LabQuins</i> como ferramenta de ensino em suas aulas?	0%	0%	13,6%	59%	27,2%
PE7	Você teria condições de reproduzir os experimentos de acordo com os roteiros propostos no <i>LabQuins</i> ?	0%	0%	4,5%	77,2%	18,1%

6. Conclusão

Este trabalho apresentou e avaliou o *LabQuins*, um jogo 2D voltado para o suporte ao ensino de práticas laboratoriais de Ciências/Química. A partir dos resultados é possível concluir que o *LabQuins* pode efetivamente contribuir para a aprendizagem, desde que seja aplicado em conjunto com a metodologia empregada pelo professor.

Além disso e baseado nos resultados obtidos, é possível concluir que em situações em que há ausência de laboratórios de Química, o uso de jogos 2D, como o *LabQuins*, pode minimizar as lacunas de ensino decorrentes dessa falta de infraestrutura, alcançando resultados de desempenho comparáveis aos das aulas práticas tradicionais.

Conclui-se também que o *LabQuins* atende aos critérios de qualidade de *software* estabelecidos pela usabilidade e experiência do usuário, o que o torna uma alternativa viável para uso em ambientes escolares voltados ao ensino de conteúdos de laboratório de Química. Para futuros aprimoramentos, espera-se adicionar mais fases e conteúdos, além de equipamentos de laboratório específicos, reagentes e vidrarias. Também se planeja levar o aplicativo a escolas carentes para sua aplicação prática.

Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO/IEC 9126-1: Engenharia de Software: Qualidade de Produto. Rio de Janeiro. 2003.
- BERALDO, A. L. S.; DE OLIVEIRA, T.; STRINGHINI, D. Laboratórios remotos e virtuais no Brasil com foco no ensino: Uma revisão sistemática da literatura. *Revista Novas Tecnologias na Educação*, v. 19, n. 1, p. 330-340, 2021.
- BRASIL, LDB: Lei de diretrizes e bases da educação nacional – Lei nº 9.394/96 e Lei nº 4.024/61. Planalto, Brasília, 1996.
- _____, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). CENSO DA EDUCAÇÃO BÁSICA 2019 - RESUMO TÉCNICO. Brasília- DF, 2020.
- CONNOLLY, T. M. *et al.* The effectiveness of games for educational purposes: A review of the literature. *Computers & Education*, v. 59, n. 2, p. 661-686, 2012. Disponível em: https://tecfa.unige.ch/tecfa/maltt/VIP/Ressources/Articles/Connolly_LitReview.pdf. Acesso em 06 set. 2024.
- BRITO, H. E. M. *et al.* Jogos Educativos no Ensino de Química: As Diferentes Construções Temáticas por Alunos do Ensino Médio, a Partir do Jogo Cara a Cara®. *Multifaces: Revista de Ciência, Tecnologia e Educação*, v. 1, n. 2, 2018.
- DA SILVA, A. K. A. *et al.* Aulas práticas experimentais de bioquímica para o Ensino Médio e o seu papel no protagonismo estudantil. *Com a Palavra, o Professor*, v. 8, n. 21, p. 195-210, 2023.
- DELAMUTA, B. H. *et al.* O ensino de Química e as TDIC: uma revisão sistemática de literatura e uma proposta de webquest para o ensino de Ligações Químicas. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 9, p. e149996839-e149996839, 2020.
- FERREIRA, T. A. *et al.* Concepções de professores de ensino médio sobre o uso didático-pedagógico de aplicativos educacionais digitais para o processo de ensino e aprendizagem de química e suas limitações. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 12, p. e23291211156-e23291211156, 2020.

GARCÍA-RUIZ, M. A. *et al.* Estudio de usabilidad de visualización molecular educativa en un teléfono inteligente. *Química Nova*, v. 35, p. 648-653, 2012.

GUEDES, F. D. F. Experimentos com materiais alternativos: sugestões para dinamizar a aprendizagem de eletromagnetismo (dissertação de mestrados) – Curso de Mestrado profissional em Ensino de física, MNPEF, Catalão - Go, 2017.

GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

LIMA, V. M. R.; DE SOUZA, K. S. Estratégias para o ensino de Química remoto: Uma revisão sistemática da literatura. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 9, p. e444911932091-e444911932091, 2022.

GOBET, F.; SALA, G. Game-Based Learning Approach in Science Education: A Meta-Analysis. *International Journal of Social Science and Human Research*, v. 6, n. 4, p. 1856-1865, 2023. Disponível em: <https://ijsshr.in/v6i3/61.php>.

MCGONIGAL, J. *Reality Is Broken: Why Games Make Us Better and How They Can Change the World*. New York: Penguin Press, 2021.

MOURA, M. P. C. *et al.* Protótipo de Aplicativo Educativo para o ensino de POO: Avaliação da Usabilidade e Experiência do Usuário. *Revista Novas Tecnologias na Educação*, v. 17, n. 3, p. 305-314, 2019.

NICHELE, A. G.; SCHLEMMER, E. Aplicativos para o ensino e aprendizagem de Química. *Revista Novas Tecnologias na Educação*, v. 12, n. 2, 2014.

SALESSE, A. M. T. A experimentação no ensino de química: importância das aulas práticas no processo de ensino aprendizagem. Monografia de Especialização, Medianeira, 2012.

SCHAEFFER, A. G.; ANGOTTI, J. A. P. Jogos digitais na apropriação de conhecimentos científicos. *Revista Novas Tecnologias na Educação*, v. 14, n. 1, 2016.

TEIXEIRA, D. S. L. *et al.* Uma reflexão sobre o uso da tecnologia no processo ensino aprendido de língua inglesa por parte de jovens estudantes. 2019.

TRINDADE, Í. T. M. *et al.* Aprendendo química no ensino médio através da separação de pigmentos por cromatografia em camada delgada. *Brazilian Journal of Development*, v. 7, n. 1, p. 3008-3018, 2021.

VALLETTA, D. Aplicativos para tablets: educar para e com as tecnologias digitais. *Revista Novas Tecnologias na Educação*, v. 13, n. 1, 2015.

WOUTERS, P. *et al.* *A meta-analysis of the cognitive and motivational effects of serious games*. *Journal of Educational Psychology*, v. 105, n. 2, p. 249-265, 2013. Disponível em: <https://psycnet.apa.org/record/2013-03484-001>. Acesso em 06 set. 2024.