



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

ÊNIO DIKRAN VASCONCELOS BRUCE

**VALIDAÇÃO DE JOGOS DIGITAIS PARA O ENSINO DE QUÍMICA: ANÁLISE
DOS PRODUTOS DA INICIATIVA MEC RED**

Recife
2022

ÊNIO DIKRAN VASCONCELOS BRUCE

**VALIDAÇÃO DE JOGOS DIGITAIS PARA O ENSINO DE QUÍMICA: ANÁLISE
DOS PROTUDOS DA INICIATIVA MEC RED**

Monografia apresentada a coordenação do curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de Licenciado em Química.

Orientador: Prof. Dr. José Euzebio Simões Neto

Recife

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- B887v BRUCE, ÊNIO DIKRAN VASCONCELOS
VALIDAÇÃO DE JOGOS DIGITAIS PARA O ENSINO DE QUÍMICA: ANÁLISE DOS PROTUDOS DA
INICIATIVA MEC RED / ÊNIO DIKRAN VASCONCELOS BRUCE. - 2022.
47 f. : il.
- Orientador: Jose Euzebio Simões Neto.
Inclui referências.
- Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Per-
nambuco, Licenciatura em Química, Recife, 2023.
1. JOGOS DIGITAIS. 2. LÚDICO. 3. ENSINO. 4. APRENDIZAGEM. 5. QUÍMICA. I. Neto, Jose
Euzebio Simões, orient. II. Título

**VALIDAÇÃO DE JOGOS DIGITAIS PARA O ENSINO DE QUÍMICA: ANÁLISE
DOS PROTUDOS DA INICIATIVA MEC RED**

ÊNIO DIKRAN VASCONCELOS BRUCE

Aprovado em: 09 de Junho de 2022.

Banca Examinadora

Prof. Dr. José Euzebio Simões Neto – Orientador

UFRPE

Profa. Dra. Roberta Pereira Dias – 1ª Avaliadora

UFPE

Profa. Anny Margaret Fernandes de Melo – 2ª avaliadora

UFPE

Recife

2022

A Elioneide, minha mãe, por toda dedicação e investimento ao longo da minha vida.

A minha esposa, Marcela, e filhas, Analívia e Eva, pelo amor e paciência ao longo desse árduo trajeto.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela graça de ter me concedido a oportunidade de realizar e concretizar mais essa etapa da minha vida.

A minha esposa, Marcela Bruce, pela compreensão, paciência e apoio nesse momento tão árduo e prazeroso da minha vida.

As minhas filhas, Analívia e Eva, das quais me ausentei inúmeras vezes para concluir essa etapa acadêmica.

A minha mãe, Elioneide, e Bárbara, minha irmã, por acompanhar toda minha trajetória e apoio incondicional.

Ao meu orientador, José Euzebio Simões Neto, por todos os ensinamentos, conselhos, paciência, dedicação, incentivos e amizade.

Ao V-lab UFPE, pela colaboração.

Aos membros da banca, pelas contribuições nesse trabalho.

*Ensinar não é transferir conhecimento,
mas criar as possibilidades para a sua
própria produção ou a sua construção.*
(Paulo Freire)

RESUMO

Diante da dificuldade e falta de interesse por parte dos estudantes com relação a disciplina Química no Ensino Médio, a utilização de jogos digitais como fator motivacional para os processos de ensino e de aprendizagem de conceitos científicos vem ganhando espaço dentro das salas de aula pela questão da criação de um elo entre a ludicidade e conteúdos formais. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi analisar e validar o uso de seis jogos digitais para o ensino de Química desenvolvidos pelo V-lab UFPE, visando uma melhor aprendizagem de conteúdos associados a disciplina Físico-Química, parte integrante da Química escolar, por parte dos alunos do Ensino Médio, investigando os benefícios viabilizados pela experiência com os jogos a partir da análise utilizando critérios disponíveis na literatura, bem como da discussão baseada em sugestões de melhorias para os produtos. Vale salientar o processo de criação e escolha dos jogos digitais que possam ser utilizados em sala de aula é desafiador para os docentes. Resultados positivos associados a utilização desta ferramenta é decorrente da maneira a qual o docente idealiza e acompanha tal atividade.

Palavras-chave: Jogos Digitais. Ensino e Aprendizagem. Ensino de Química.

ABSTRACT

Faced with the difficulty and lack of interest on the part of students regarding the Chemistry discipline in High School, the use of digital games as a motivational factor for the teaching and learning processes of scientific concepts has been gaining space within the classrooms due to the issue of creation of a link between playfulness and formal contents. In this context, the objective of this work was to analyze and validate the use of six digital games for teaching Chemistry developed by the V-lab UFPE, aiming at a better learning of contents associated with the Physical Chemistry subject, an integral part of school Chemistry, by the High School students. Investigating the benefits made possible by the experience with the games from the analysis using criteria available in the literature, as well as the discussion based on suggestions for improvements for the products. It is worth noting that the process of creating and choosing digital games that can be used in the classroom is challenging for teachers. Positive results associated with the use of this tool are due to the way in which the teacher idealizes and monitors such activity.

Keywords: Digital Games. Teaching and Learning. Chemistry Teaching.

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1	Séries que apresentam mais dificuldades.....	14
Figura 2	Dificuldade na compreensão em Físico-Química.....	14
Figura 3	Tipos de dificuldades relatadas pelos alunos em Química Geral....	18
Figura 4	Principais dificuldades no aprendizado na EJA.....	19
Figura 5	Conteúdos no qual os alunos possuem mais dificuldade pela ótica dos docentes.....	19
Figura 6	Opinião dos alunos a respeito da ludicidade em sala de aula.....	21
Figura 7	Disponibilidade de recursos didáticos.....	21
Figura 8	Aplicação da ludicidade pelos docentes em sala de aula.....	22
Figura 9	Relação entre os alunos das turmas e os tipos de jogos.....	27
Figura 10	Desempenho individual dos alunos antes e depois do teste.....	29
Figura 11	Telas de interface e captura do jogo pH Puzzle.....	32
Figura 12	Telas de interface e captura do jogo RadioLab.....	33
Figura 13	Telas de interface e captura do Termo Aventuras.....	34
Figura 14	Telas de interface e captura do jogo Olimpo vs. Slimes.....	35
Figura 15	Telas de interface e captura do jogo SudoQuim.....	36
Figura 16	Telas de interface e captura do jogo Equilibrium.....	37

LISTAS DE TABELAS

Tabela 1	Nível de interação jogo e jogador	26
Tabela 2	Critérios para validação dos jogos didáticos propostos	37
Tabela 3	Resumo da Análise dos jogos.....	38
Tabela 4	Síntese da análise e validação dos jogos.....	41

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

IOS	<i>Iphone Operation System</i>
TDIC	Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação
RED	Recurso Educacional Digital
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
EJA	Educação de Jovens e Adultos
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	17
2.1 Jogos e Atividade Lúdicas.....	20
2.2 Jogos no Ensino de Química.....	25
2.3 Jogos Digitais e o Ensino de Química.....	27
2.4 O Ensino e aprendizagem da Físico-Química.....	29
3 METODOLOGIA.....	31
3.1 Os Jogos Produzidos pelo V-lab para o MEC-RED	31
3.1.1 <i>pH Puzzle (jogo 1)</i>	31
3.1.2 <i>RadioLab (jogo 2)</i>	32
3.1.3 <i>Termo Aventuras (jogo 3)</i>	33
3.1.4 <i>Olimpo vs. Slimes (jogo 4)</i>	34
3.1.5 <i>SudoQuim (jogo 5)</i>	35
3.1.6 <i>Equilibrium (jogo 6)</i>	36
3.2 Validação dos Jogos	37
3.3 Análise dos Jogos Elaborados pelo V-Lab para o MEC RED	38
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
4.1 <i>pH Puzzle (jogo 1)</i>	39
4.2 <i>RadioLab (jogo 2)</i>	39
4.3 <i>Termo Aventuras (jogo 3)</i>	39
4.4 <i>Olimpo vs. Slimes (jogo 4)</i>	40
4.5 <i>SudoQuim (jogo 5)</i>	40
4.6 <i>Equilibrium (jogo 6)</i>	40
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	42
REFERÊNCIAS.....	43

1 INTRODUÇÃO

Embora a Química tenha um papel relevante na sociedade atual, agregada em fármacos, vestimentas, alimentação, combustíveis, setor energético, tecnologia, biossistema e com efeitos econômicos (ZUCCO, 2011), não se considera que o uso desses construtos seja permeado por um entendimento químico adequado, propiciando aos sujeitos a compreensão das mudanças que essa área provoca na sociedade.

A Química se evidencia por seu potencial e é possível verificar diversos avanços consideráveis na área tecnológica, principalmente nas últimas décadas (MACENO; GUIMARÃES, 2013), em contrapartida, várias atividades associadas aos métodos de ensino padrão da Química ainda apresenta centrada na utilização de aulas expositivas, visando a memorização de conceitos, muitas vezes sem correlacionar como cotidiano dos alunos (REIS; LEITE; LEÃO, 2019; FINGER; BEDIN, 2019). Essa falta de equilíbrio sugere que o ensino de Química carece de maior articulação, aperfeiçoamento e melhor execução de estudos relativos, por exemplo, a distintas perspectivas teórico-metodológicas, abrangendo práticas docentes em aulas de Química, visando minimizar esses problemas e suprir essa lacuna e, principalmente, amenizar as adversidades com relação a compreensão e apropriação dessa área pelos discentes (QUADROS; MORTIMER, 2016).

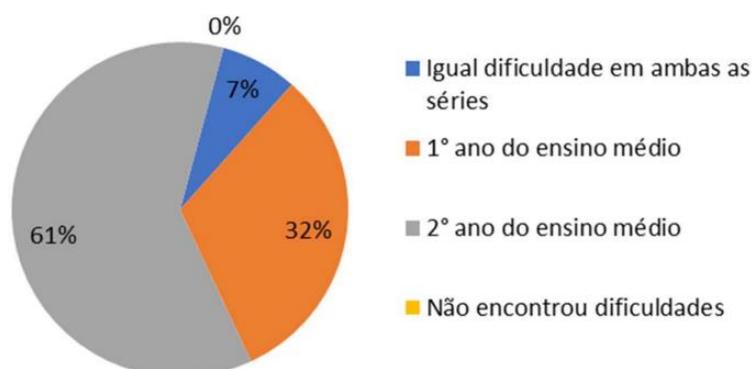
Há algum tempo se busca por metodologias inovadoras e abordagens com concepções que visem a mediação entre docente e alunos, objetivado superar a educação tradicional (RAUPP; SERRANO; MOREIRA, 2009; SCHNETZLER, 2022) e conseqüentemente, minimizar tais adversidades apresentados por professores e estudantes. Nesse contexto, as pesquisas relativas às dificuldades na compreensão e no aprendizado científico, de maneira geral ou em algo conteúdo ou tema específico acerca da disciplina.

É reportado na literatura que os discentes do Ensino Médio, comumente, evidenciam baixos níveis de aprendizagem, verificados por meio de avaliações internas elaborada no contexto da própria escola por docentes, bem como em avaliações externas executadas por programas atrelados pelo estado. Essa grande adversidade por parte dos alunos em aprender vários conceitos essenciais de Química vai influenciar nas suas aprendizagens (SANTOS *et al.*, 2013).

Silva e colaboradores (2017), reportam que essa problemática se intensifica quando, para o Ensino de Química, os conteúdos estão relacionados a Físico-Química, estudada, principalmente, por alunos do segundo ano do Ensino Médio. Isso acontece, em parte, pela deficiência de base matemática, comprometendo o entendimento conceitual e, conseqüentemente, gerando uma falta de motivação em estudar Química, por essas dificuldades apresentadas (CARDOSO *et al.*, 2000).

Mais especificamente, Rodrigues (2020) realizou uma pesquisa com 57 alunos de uma determinada escola e constatou que nas turmas do segundo ano do Ensino Médio, eles apresentam maiores dificuldades quando comparados aos estudantes do 1º ano, conforme comparativo das Figuras 1 e 2, respectivamente.

Figura 1 – Séries que apresentam mais dificuldades



Fonte: Rodrigues (2020)

Figura 2 – Dificuldade na compreensão em físico-química



Fonte: Rodrigues (2020)

Nunes e Ardoni (2010) justificam que a aprendizagem de Química deve propiciar aos discentes o entendimento das transformações da matéria, que advém no mundo físico de forma ampla e integrada, para que os alunos possam avaliá-la com fundamentos teórico-práticos.

De acordo com Rosa e Cruz (2019), quiçá por desconhecimento, inúmeros docentes utilizam apenas jogos educativos como preferência para suas práticas pedagógicas. Há bons jogos direcionados para diversas faixas etárias e objetivos de aprendizagem como jogos cognitivos. Todavia, os autodenominados “jogos educativos”, disponíveis em sites comuns na internet, majoritariamente casuais, fundamentados nas mesmas técnicas ou jogabilidade, apresentando design e mensagens simplificadas, fruto de um processo de produção industrial e pouco inovador, no qual muitas vezes não se sustentam nos princípios pedagógicos almejado pelos docentes.

De posse dessa realidade, é essencial o desenvolvimento e/ou aperfeiçoamento de recursos digitais que possibilitem agregar o ensino e diversão, tornando as práticas educacionais mais atrativas e potencializando o processo de aprendizagem (MOITA, 2014; SAVI; ULBRICHT, 2013).

Conforme reportado na literatura, o modelo tradicional no ensino, também para a Química, em que o professor transmite o seu conhecimento aos alunos por meio da fala e do quadro, incentivando a memorização de fórmulas e equações, é predominante nos meios escolar e acadêmico, o que acarreta no desinteresse por parte dos discentes e, conseqüentemente, questionam a importância em aprender os conceitos químicos (BRASIL, 2006; CARDOSO; COLINVAUX, 2000).

Algo que possibilita o uso dessas ferramentas como recurso didático é o fato de os alunos estarem imersos nesse mundo digital e terem acesso ao mundo tecnológico desde cedo. Recentemente, as instituições de ensino têm visto a necessidade na aquisição de recursos tecnológicos na mediação dos processos de ensino e de aprendizagem, inclusive com a utilização dos jogos digitais, que serve também como recurso motivacional dentro da sala de aula (GUERREIRO, 2015). Podemos pensar que a concepção do uso de jogos na educação foi disseminada pelo movimento da Escola Nova, contudo, ela também se desenvolveu utilizando as ideias associadas ao construtivismo, com as teorias de Piaget e Vigotski.

Outro aspecto a ser ponderado é a relação entre professor e aluno, pois se revela um revezamento de papéis, com ambos assumindo dois papéis, ora o papel de

emissor, ora de receptor. Esse vínculo pode ir além de uma genuína permuta de mensagens, desencadeando no que tange o conceito de interatividade, em que o usuário desempenha influência sobre o conteúdo, atestando desta maneira uma premissa de participação, proporcionando este vivenciar a co-criação (SILVA, 2000).

Nesse contexto, os jogos digitais constituem-se de uma ferramenta tecnológica inovadora que possibilita aos alunos a construção do conhecimento de forma lúdica e criativa.

Assim, diante do que discutimos, este trabalho se inicia após colaboração estabelecida com laboratório V-lab, da Universidade Federal de Pernambuco, que elaborou alguns jogos para o ensino de Química, com disponibilidade nas plataformas IOS (*Iphone Operation System*) e Android, que foram cedidos para análise. Nosso foco foi estabelecido em jogos que envolvessem a Físico-Química, visando analisar e validar os produtos, a partir de critérios estabelecidos na literatura.

Assim, nosso objetivo geral é: **analisar e validar o uso de jogos digitais para o ensino de Química produzidos pelo V-lab UFPE, desenvolvidos para estudantes do Ensino Médio**. E como objetivos específicos, listamos:

- (1) Avaliar os pontos positivos e negativos dos jogos digitais analisados;
- (2) Validar os jogos de acordo com os critérios estabelecidos por Nývák e Souza (2008);
- (3) Propor melhorias para que os jogos se tornem mais eficazes e atrativos para os estudantes do Ensino Médio.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

É reportado na literatura que a disciplina Química faz uso da imaginação por parte dos discentes, porém, o exercício desta ação não é incentivado nas aulas, que geralmente são lecionadas de forma tradicional e descontextualizadas, o que torna ainda mais desinteressante o estudo desta disciplina (OLIVEIRA, 2004). Uma alternativa para atrair e favorecer os estudantes com relação a aprendizagem é o uso de jogos didáticos, estratégia que está recomendada pelos parâmetros curriculares nacionais (BRASIL, 2008) e é vista como importante na compreensão dos conteúdos de Química, pela diversão que proporciona aos alunos e, para dos docentes, se trata de uma atividade que visa a melhoria do processo de aprendizagem (DOHME, 2008).

Há uma aceitação muito grande dos alunos com a respeito da utilização das mídias no processo de ensino, pois eles veem aquele momento como diversão, sendo essa uma ótima oportunidade para aguçar o interesse do discente com relação aos conteúdos contidos no planejamento pedagógico (MORAN, 2002). Nesse cenário, o aluno sai da passividade e é inserido em uma situação-problema, na qual essa deve ser resolvida fazendo uso das inúmeras ferramentas disponíveis, dessa forma, enfrentando os desafios e conseqüentemente construindo o seu conhecimento (SANTOS; VALE, 2006).

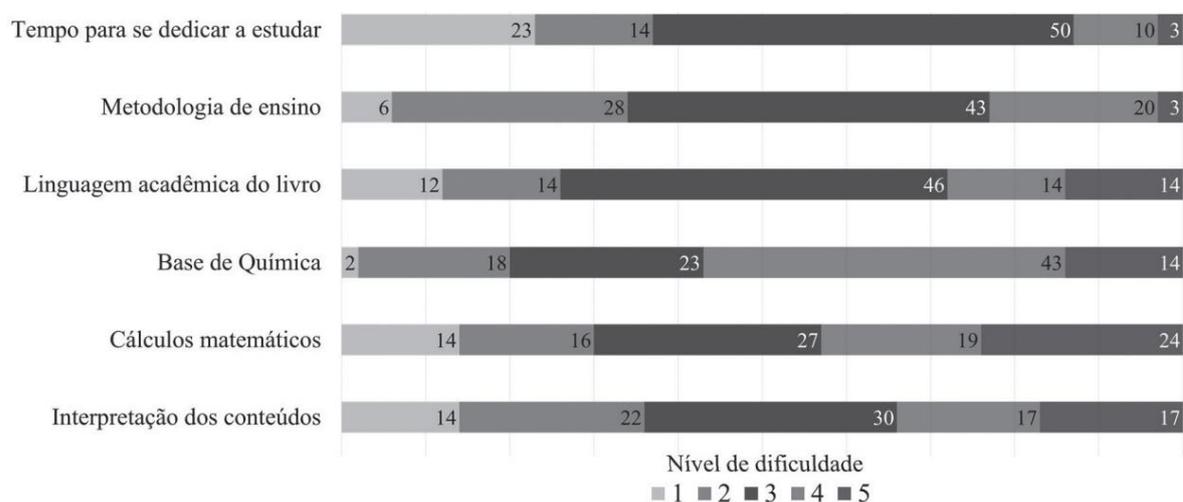
Dentro desse contexto, os jogos desenvolvem a capacidade de contextualizar, de forma lúdica, o conhecimento da temática em questão, ressaltando a necessidade de atender algumas particularidades intrínseca à aprendizagem, como os objetivos pedagógicos, bem como promover uma situação de interação, motivação e descoberta por parte dos alunos (SAVI; ULBRICHT, 2013).

Bober (2010) reporta que alguns fundamentos que são essenciais para o sucesso da utilização dos jogos digitais, tais como: concentração dos alunos, objetivos claros e significativos desses jogos, feedback ao aluno para que ele aprenda a ter controle da situação e, por sua vez, opte pela sua tomada de decisão.

Esse problema na aprendizagem de conceitos da Química escolar se estende, também, ao Ensino Superior e na EJA (Educação de Jovens e Adultos). No intuito de identificar causa e origem dessas dificuldades, Yamaguchi e Silva (2019), no contexto da Universidade Federal do Amazonas, avaliaram a perspectiva e o nível das dificuldades por parte dos alunos, em uma escala de 1 a 5 na disciplina de Química Geral teórica, em que os números da escala se apresentam como: 1– nenhuma

dificuldade; 2 – pouca dificuldade; 3 – dificuldade moderada; 4 – alta dificuldade; 5 – altíssima dificuldade, conforme ilustrado na Figura 3.

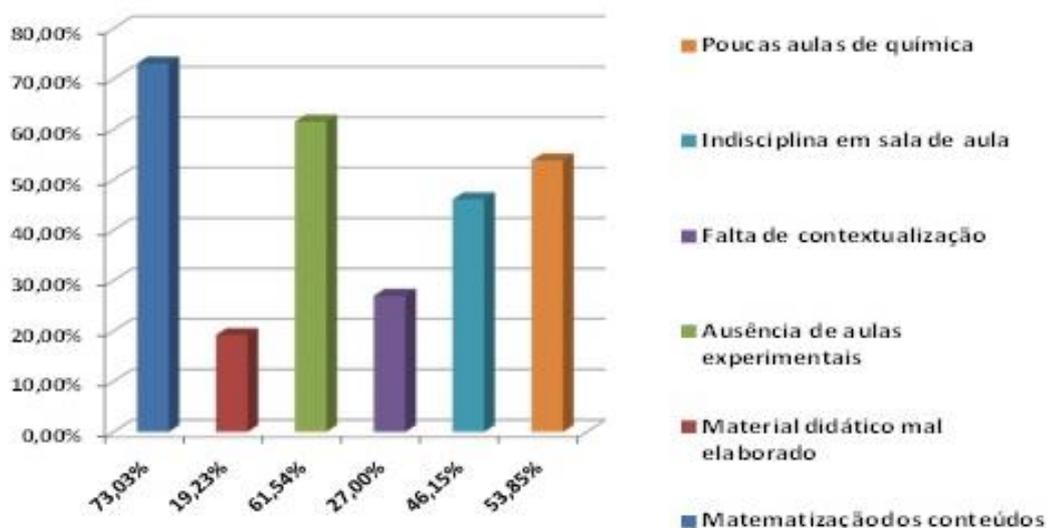
Figura 3 - Tipos de dificuldades relatadas pelos alunos em Química Geral



Fonte: Yamahuchi e Silva (2019)

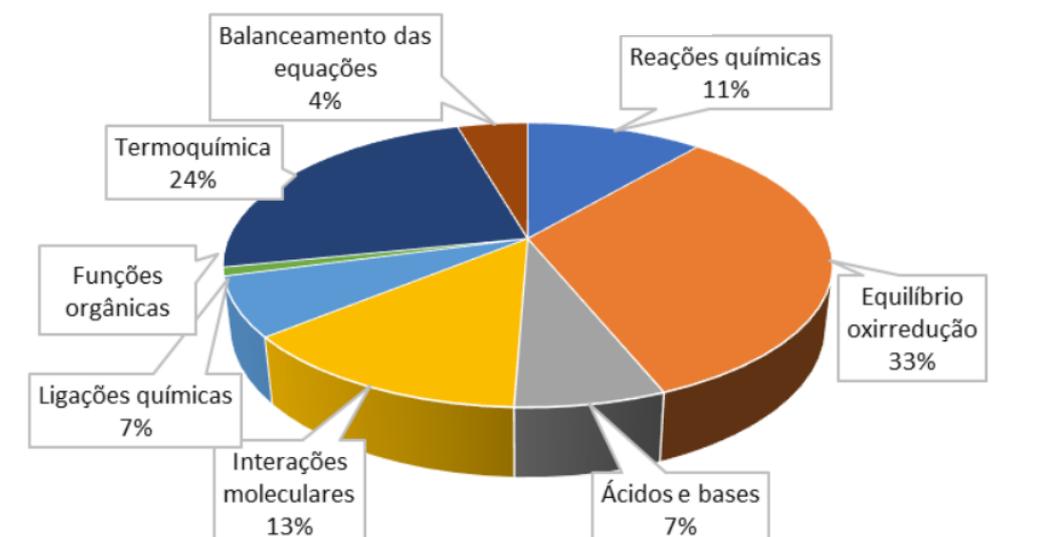
De posse dos dados reportados, os maiores problemas dos alunos, segundo a pesquisa, estão associados aos cálculos matemáticos e nos conceitos básicos e/ou estruturantes da Química, e mais especificamente, ao analisarem os conteúdos propriamente ditos, destacam-se a estequiometria e o balanceamento das equações, tópicos que envolvem cálculos matemáticos, apresentaram 69% dos conteúdos elegidos pelos estudantes, seguidos de reações químicas (13%), ligações químicas (8%), estrutura atômica (2%).

Tal panorama também é notório na EJA, pois assim como nos outros níveis de ensino, muitos professores não tem uma maior preocupação com o aprendizado dos alunos, geralmente usando os métodos tradicionais. Dessa forma, Silva e Lopes (2012) reportaram resultados obtidos a partir de um questionário aplicado para 130 alunos para assim identificar tais dificuldades, como podemos observar na Figura 4. Corroborando com o contexto mencionado, Silva *et al.* (2013) retrataram esse mesmo cenário, o qual os alunos apresentam grande dificuldade nas questões que envolvem cálculos.

Figura 4 – Principais dificuldades no aprendizado na EJA

Fonte: Silva e Lopes (2012)

De posse do panorama apresentado, Yamaguchi e Nunes (2019) relataram essa dificuldade na perspectiva dos professores e alunos do Ensino Médio. Nesta pesquisa, foram entrevistados 15 professores de 7 escolas da rede estadual e uma turma do segundo ano do Ensino Médio. Na Figura 5 são apresentados os conteúdos nos quais os alunos possuem maior dificuldade pela ótica dos professores.

Figura 5 – Conteúdos no qual os alunos possuem mais dificuldade pela ótica dos docentes

Fonte: Yamahuchi e Nunes (2019)

2.1 Jogos e Atividade Lúdicas

O termo lúdico é derivado do termo *ludus*, que significa “brincar”, utilizado em conexão com jogos e suas respectivas regras. O contexto lúdico explora regras de jogo, sistemas de investigação e aquisição de conhecimento por meio de sua mecânica, bem como os fundamentos da percepção, experiência e cognição (ELVERDAM; AARSETH, 2007).

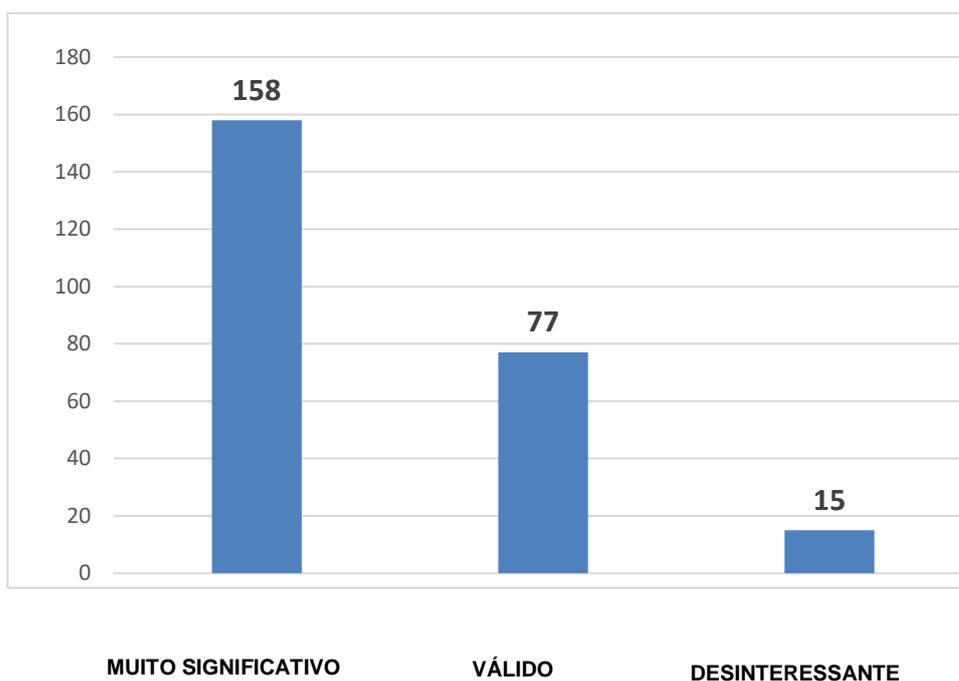
Para Soares (2015), a o termo jogo é algo complicado de se definir, pois se trata de um conceito vasto, que compreende uma gama de definições. O autor justifica que a dificuldade no significado da palavra é devida a existência de diferentes interpretações para ela. Ainda, reporta que as palavras jogo e atividades lúdicas são indissociáveis, logo, jogo é tudo aquilo que é lúdico e divertido.

Há estudiosos que sustentam o uso de jogos e atividades lúdicas como ferramentas facilitadoras no que diz respeito aos processos de ensino e de aprendizagem, o que reforça que o lúdico favorece uma maior interação entre professor e aluno e também entre os estudantes (KISHIMOTO, 2011; MACEDO, 2005; RAU, 2007; ANTUNES, 2013).

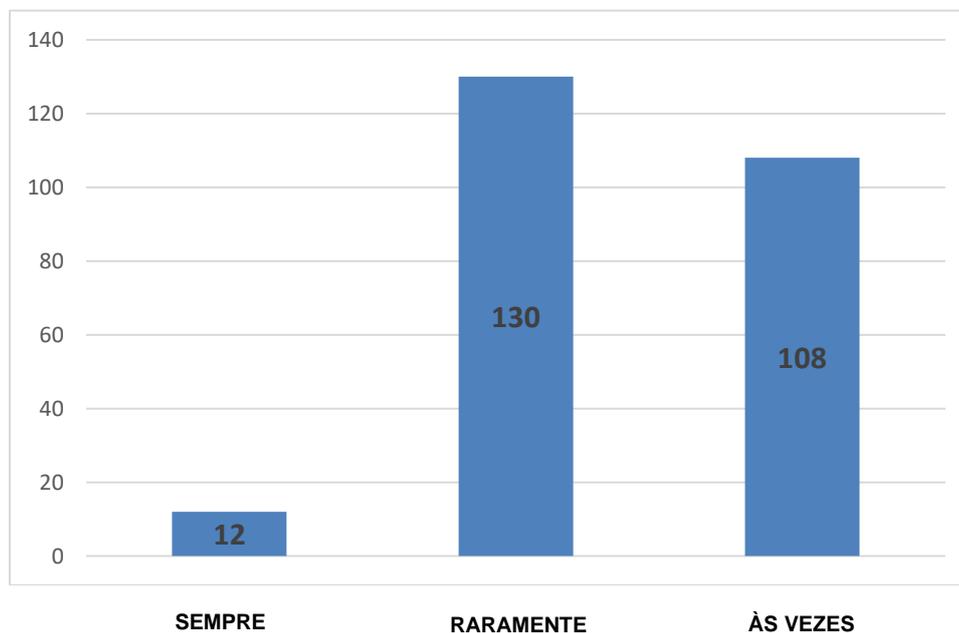
Entretanto, na área acadêmica a utilização de jogos ainda é vista como uma atividade aplicada geralmente no final da aula como forma de entreter os discentes, sem uma finalidade educativa. Essa falta de seriedade e de banalidade atribuída ao jogo, a qual é amplamente reproduzida na escola, não favorece conceber a relação que há entre jogo e educação (BEMVENUTI, 2009).

Dessa forma, o uso de jogos e atividades lúdicas, como instrumento de ensino e facilitador da aprendizagem pode aperfeiçoar a prática pedagógica do docente, estimulando o interesse dos discentes pelas atividades realizadas em sala de aula (KISHIMOTO, 2011).

Mello e colaboradores (2014) coletaram dados por meio de um questionário de caráter avaliativo, para avaliar o uso da ludicidade como método de ensino para os alunos de escolas municipais e estaduais da área urbana de uma cidade interiorana. Para isso, definiram como sujeitos uma série (oitavos anos) de cada escola do município. Nas Figura 6 e 7 são apresentados os resultados das opiniões dos discentes a respeito da importância da ludicidade em sala de aula e frequência com que os docentes fazem uso dessa ferramenta em sala de aula, respectivamente.

Figura 6 – Opinião dos alunos a respeito da ludicidade em sala de aula

Fonte: Melo et al. (2019)

Figura 7 – Aplicação da ludicidade pelos docentes em sala de aula

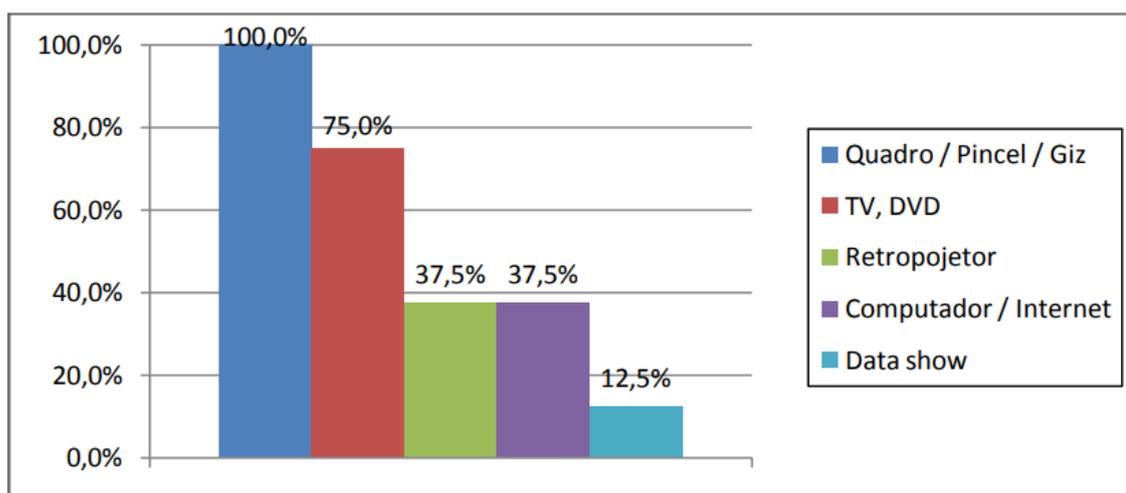
Fonte: Melo et al. (2019)

Antunes (2003) entende jogo como toda e qualquer atividade que impõe desafios, por exemplo, jogar com as palavras por meio de uma conversa, de uma pergunta, de um olhar, enfim, desde que o outro esteja estimulado.

É notório que existe uma limitação na realização de atividades experimentais, acarretando que os objetivos previstos pelos PCN (Parâmetros Curriculares Nacionais) sejam diferentes nas escolas de Ensino Médio. No âmbito do potencial como metodologia de ensino, Giordan (1999) ressalta que a experimentação atrai os estudantes, quaisquer que seja o nível de escolarização, visto vez apresenta caráter motivador, lúdico, associado aos sentidos no qual pode favorecer a questão do aprendizado.

A utilização de recursos didáticos contribui bastante no caráter motivacional por parte dos alunos, mas infelizmente nem todos os professores e alunos dispõem desses materiais. A Figura 8 apresenta a disposição do uso dessas ferramentas para em sala de aula por diversos professores.

Figura 8 – Disponibilidade de recursos didáticos



Fonte: Própria

Crespo e Giacomini (2010) relatam a intensificação das publicações voltadas para atividades lúdicas no ensino de Química. Se destacam as regiões Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste no que diz respeito ao quantitativo das divulgações. Elas demonstram que que 81% do total de cinquenta e quatro trabalhos considerados eram designados ao Ensino Médio, dando importância os inúmeros conteúdos que permitem a elaboração ou alteração de vários jogos para contribuir no ensino de Química. Nos resultados reportados, mostrou-se um receio em permitir ponderações dos conceitos trabalhados e do pensamento crítico, pois a ludicidade instiga o raciocínio lógico, habilita o aluno a idealizar novas técnicas para resolução de

problemas, progredindo simultaneamente a agilidade mental e propiciando ao estudante uma maneira eficiente de aprendizado.

Domingos e Recena (2010) relatam a importância em analisar a conduta do estudante provocado pela situação problema de idealizar e desenvolver jogos para a aprendizagem em Química. Outro aspecto mencionado foi a relevância da espontaneidade das interações entre o docente-aluno e entre os próprios estudantes, viabilizando a observação de esquemas representativos do desenvolvimento cognitivo ao produzir os jogos.

Cunha (2012) lista alguns critérios que o docente precisa exercer para que o aluno tenha um bom aproveitamento da atividade, especificamente jogos, a qual executou.

- Motivar os discentes para atividade;
- Incentivar a ação do aluno;
- Sugerir atividades prévias e posteriores à execução do jogo;
- Explicar claramente as regras do jogo;
- Incentivar o trabalho de cooperação entre colegas no caso dos jogos em grupo;
- Evitar corrigir os erros de forma direta, mas propor questões que possibilitem os estudantes a descobrirem a solução;
- Encorajar os alunos para a criação de esquemas próprios;
- Estimular a tomada de decisão dos discentes ao longo da realização dos jogos;
- Aguçar a atividade mental dos alunos por meio de propostas que debatam os conceitos apresentados nos jogos;
- Conduzir os discentes, em suas ações, tornando os jogos como recursos que contribuam na aprendizagem de conceitos;
- Firmar parâmetros estabelecidos e aceitos pelo grupo que realiza o jogo, como quem joga primeiro, quem é o mediador etc.;
- Criar elo entre o jogo e os conceitos que podem ser explorados;
- Averiguar, ao máximo, as potencialidades dos jogos em termos de conceitos que podem ser trabalhados;
- Não desenvolver os jogos como uma atividade banal ou complementar, mas valorizar o recurso como meio para aprendizagem;
- Desafiar o estudante a refletir.

Corroborando, ou até mesmo complementando as informações supramencionadas, Rizzo (2001) sugere cinco cuidados que os docentes precisam ter para obter o máximo aproveitamento dos alunos ao fazer a utilização dos jogos em sala de aula.

- Encorajar a atuação do aluno, ou seja, o docente precisa, a princípio, estimular a participação do aluno para a sua ação ativa, levando em conta todos os panoramas do jogo, ou seja, os aspectos educativos e o lúdico;
- Impulsionar as tentativas do estudante, independente se os resultados não pareçam interessantes. Ocasionalmente, a atividade com jogos pode manifestar as lacunas presente na aprendizagem de alguns discentes. Nesse contexto, é essencial a cautela do professor em promover um clima instigante para a continuidade e superação das problemáticas encontradas;
- Incitar sempre a concepção de esquemas próprios de ponderar grandezas e de operá-los na mente. O jogo é uma ferramenta significativa para o desenvolvimento de mecanismos e de representações mentais;
- Despertar a decisão em grupo nas regras que foram estabelecidas previamente. Mesmo o jogo possuindo regras próprias, é importante que ao longo da execução os alunos elaborem ou transformem essas regras. É função do docente consentir as decisões do grupo, pois a definição de regras consensuais compõe parte das estratégias do jogar. Essas regras podem ser desde os critérios de escolha, como quem vai jogar primeiro, até de funcionamento mais específico do andamento;
- Estimular a criação de argumentos para a defesa de seus pontos de vista. As discussões que ocorrem ao longo do jogo são indispensáveis para concepção de conceitos e de ideias científicas. Assim, é essencial a permuta de ideias e enaltecer a interação entre os estudantes.

Vale ressaltar que se recomenda jogos mais elaborados para turmas do Ensino Médio, principalmente na disciplina de Química, fazendo uso essencialmente os chamados de jogos intelectuais. Suas regras e objetivos são bem estabelecidos propiciando o estímulo das habilidades cognitivas, favorecendo ao estudante a criação do elo de relações mais abrangentes e criativas. Logo, fazendo uso de jogos que

possuam esses atributos, estamos contribuindo para a aprendizagem de assuntos que majoritariamente é abstrato para os discentes.

Outra vantagem na utilização desses jogos, no Ensino Médio, é a possibilidade dos alunos, ao longo da atividade, participem da avaliação de sua performance durante o jogo, possibilitando uma auto avaliação. No que concerne o docente, ele possui um papel importante de avaliação do desempenho dos seus estudantes, nas habilidades cognitivas e afetivas. Vale ressaltar que na necessidade de uma intervenção por parte do professor devido a alguma intercorrência durante o jogo, é necessário que se faça, pois é nesse instante que o aluno detém a possibilidade de ponderar a respeito do conteúdo no momento e desenvolva na sua formação acadêmica (CUNHA, 2012).

Por fim, destacamos a necessidade do equilíbrio entre as funções lúdica e educativa (KISHIMOTO, 2011; SOARES, 2015), pois se o jogo é só lúdico, não é uma ferramenta de aprendizagem e se é só educativo, sem a função lúdica destacada, é apenas um material didático.

2.2 Jogos no Ensino de Química

Apesar de ser uma atividade recente, a ludicidade em sala de aula vem sendo cada vez mais utilizadas entre os docentes (SOARES, 2015). Essa estratégia pode fazer com que o aluno se sinta mais atraído pela Química, uma vez que esta Ciência é abstrata e isso reflete na aprendizagem dos estudantes (BERGAMO, 2012).

Conforme reportado por Silva (2013), a ludicidade no Ensino Médio corresponde a práticas que visam o desenvolvimento pessoal do aluno e a atuação em cooperação na sociedade. Além de ferramentas nas quais motivam, atraem e estimulam o processo de construção cognitiva dos discentes. As atividades lúdicas são essenciais para a educação, pois contribuem com relação ao desenvolvimento na forma de expressão e comunicação do aluno, favorecendo as relações interpessoais e o trabalho em equipe. Fatores esses bastante importantes para um bom andamento da aprendizagem no âmbito acadêmico (SANTANA, 2012).

O uso de jogos no processo de ensino é uma estratégia didática que tem ganhado notoriedade, pois é eficaz no que diz respeito a prender a atenção do discente, e conseqüentemente, estimular o interesse pelas aulas. Tal fato deve-se ao jogo ser propício a instruir de forma divertida e prazerosa (SANTOS; MICHEL, 2009).

A utilização de jogos é uma alternativa para sair do tradicionalismo em sala de aula, na qual é geralmente maçante e repetitiva, tornando-se a Química uma disciplina insípida e desinteressante, distante da realidade dos alunos.

Com relação aos jogos e atividade lúdicas, essas podem ser classificadas em cinco classes, baseadas no nível de interação com o indivíduo (SOARES, 2015):

- (1) **Funcional:** que abrange disputas físicas e há como características essenciais a tentativa e o treino de funções físicas, quando as regras se tornam mais sofisticadas;
- (2) **Ficção/imitação:** abordam simulações, e há como características a reprodutibilidade de modelos de comportamento, ficção consciente ou deliberada;
- (3) **De aquisição:** definidas pela coleta de materiais e observação;
- (4) **De fabricação:** envolve construção e simulação;
- (5) **De competição:** abordam jogos realizados em grupo, podendo ser cooperativos ou não, em que há vencedores e perdedores.

De posse da classificação dos jogos, Soares (2015) sugeriu níveis de interação entre o jogo e jogador, vide Tabela 1.

Tabela 1 – Níveis de interação jogo e jogador

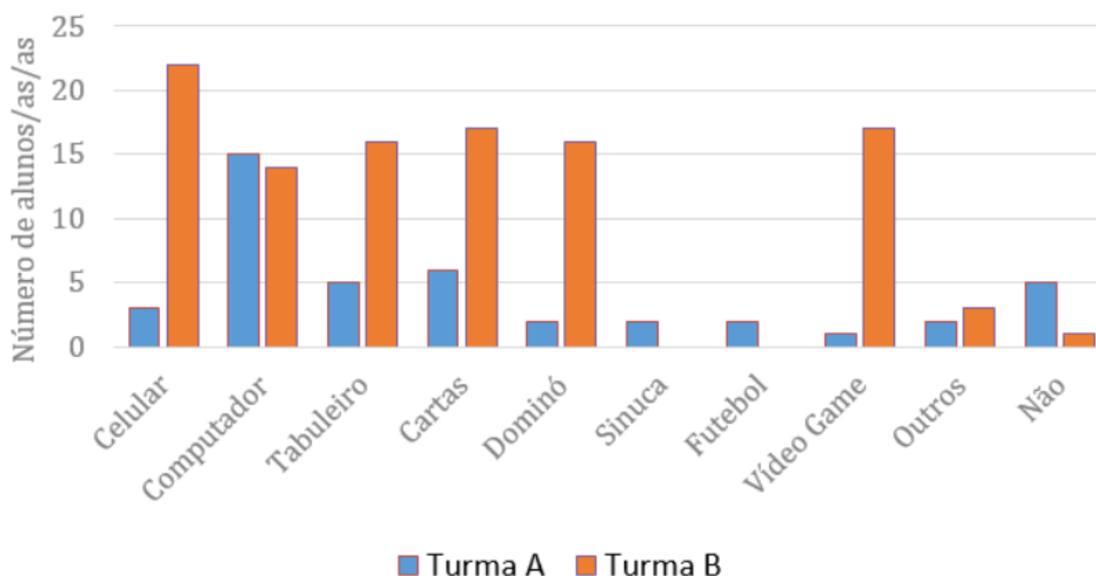
Nível de interação	Características
I	Utilização de materiais que atuem como simuladores de um conceito conhecido pelo docente, mas não pelo aluno, envolvendo algumas regras preestabelecidas, em que não haja vencedores, objetivando-se pela cooperação.
II	Uso de jogo na forma de disputa entre vários estudantes, com um objeto comum a todos, realizado individualmente ou em grupos (cartas e tabuleiros). Construção de modelos e protótipos que se baseiam em modelos teóricos vigentes, como forma de manipulação palpável do conhecimento teórico.
III	Elaboração de simulações e jogos por parte dos alunos, como forma de interação com o brinquedo, objetivando a construção do conhecimento científico, logo após o conhecimento ser estruturado.

IV Utilização de histórias em quadrinhos e atividades que se utilize de expressão corporal em seus diversos níveis.

Fonte: Soares (2015)

Há diversos jogos que podem ser utilizados no ensino de Química, para que dessa maneira tente favorecer de alguma forma o aprendizado do aluno. Scheneider, Jacques e Demos (2020), relataram um estudo no qual se fez um questionário com duas turmas de Ensino Médio, totalizando aproximadamente 60 alunos. Dentre as perguntas, foi solicitado os principais tipos de jogos que os discentes fazem uso, e os que mais se destacam são os jogos de celular e computador, conforme Figura 9.

Figura 9 – Relação entre os alunos das turmas e os tipos de jogos



Fonte: Scheneider, Jacques e Demos (2020)

2.3 Jogos Digitais e o Ensino de Química

A utilização dos adventos tecnológicos digitais na educação tem exibido uma nova construção simbólica da cultura perante o uso de ferramentas atuais, visando suscetibilizar a constituição subjetiva de como os residentes digitais absorvem o conhecimento (COSTA; DUQUEVIZ; PEDROZA, 2015; LEITE, 2015). As tecnologias devem ser aplicadas para agregar a esfera educacional, pois têm potencial para colaborar no aprimoramento da qualidade da educação e propiciar maneiras de aprendizagem mais interativas.

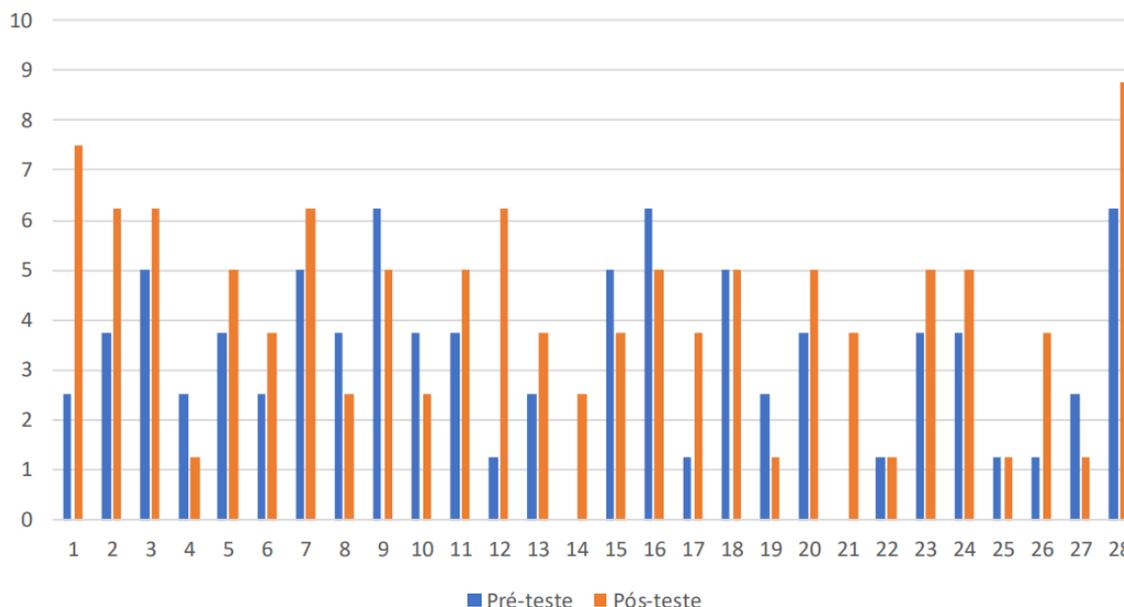
As Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) favoreceram um impacto significativo para a educação, ocasionando um crescimento e uma diversificação das maneiras de aprendizagem (formal, não-formal, informal). Coll, Mauri e Onrubia (2010) acreditam que o processo de implementação das TDIC no currículo escolar deve ocorrer de maneira exponencial, todavia, sua inclusão deve ter como objetivo os processos de ensino e de aprendizagem, mais eficientes e produtivos. Nesse sentido, os jogos digitais podem ser uma opção para esta mediação. Ressaltando que esses fazem parte da vida das pessoas, se constituindo como elemento eficaz e atrativo para os alunos.

Visto a crescente utilização dos jogos digitais nas escolas e o quanto eles abrangem os discentes devido a seus conteúdos gráficos, níveis de desafios, entretenimento, entre outros, argumentar a respeito de como a utilização destes recursos favorecem para os processos de ensino e de aprendizagem. Os jogos digitais podem ser empregados visando proporcionar maior engajamento por parte dos estudantes dentro de sala, porém, se faz necessário apresentar objetivos de aprendizagem bem definidos e lecionar certos conteúdos (PRENSKY, 2006).

Por outro lado, Domingos e Recena (2010) ressaltaram que a utilização de jogos digitais no ensino de Química deve ter como foco a aprendizagem. Dentre as diversas atividades sugeridas, é notório uma ênfase maior em motivar os estudantes ao estudo da disciplina em detrimento da aprendizagem conceitual e à avaliação dessa aprendizagem. Outra crítica está em que, em inúmeras situações, há um gasto muito grande de tempo didático empreendido para abordagem com poucos conceitos, que muitas vezes não resulta na apropriação de conceitos científicos.

Vahldick e Silva (2020) reportaram a aplicação de um jogo que aborda o conceito do modelo atômico de Bohr para um total de 28 alunos do 1º ano do Ensino Médio. Realizaram um teste contendo oito questões antes e depois da aplicação do jogo para analisar a aprendizagem dos discentes. De posse dos dados, foi verificado que cerca de 71% dos alunos apresentaram um melhor desempenho entre o pré-teste e o pós-teste, vide Figura 10.

Figura 10 – Desempenho individual dos alunos antes e depois do teste



Fonte: Vahldick e Silva (2020)

Nesse contexto, a utilização de adventos tecnológicos digitais na educação ganha visibilidade como ferramenta pedagógica. Contudo, configuram novos obstáculos à educação e, ao notar o papel do professor atualizado, a forma de ensinar é reformulada juntamente com concepção de construção de conhecimento (CUNHA, 2012).

É essencial que o docente saiba fazer uso da ferramenta de maneira adequada e no momento propício, caso contrário, não surtirá efeito. Além disso, se faz necessário avaliar a evolução dos alunos e fornecer um *feedback*, aspectos esse que tolhe o uso dos jogos digitais no ensino de Química por parte dos docentes. A depender do jogo, ele pode fornecer um relatório detalhado do usuário, apresentando o nível que o estudante chegou, tempo gasto para resolver as problemáticas, dificuldades e erros cometidos (PRIETO *et al.*, 2005).

2.4 O Ensino e aprendizagem da Físico-Química

O ensino de Físico-Química moderna se destaca como um desafio para os alunos, devido à sua modelagem matemática, como também ao nível de abstração necessário para sua completa compreensão (VAHLICK; SILVA, 2020).

Santos *et al.* (2013) relataram que, usualmente, os discentes do Ensino Médio denotam baixos níveis de aprendizagem, atestado em avaliações internas implementadas no contexto da própria escola por docentes, como também em avaliações externas executadas por programas mantidos pelo ministério da educação. Essa notória adversidade por parte dos alunos em compreender vários conceitos essenciais da Química desfavorece o aprendizado destes.

Tal impasse se acentua ainda mais quando se trata da Físico-Química, área estudada principalmente por alunos do 2º ano do Ensino Médio. Em tese, isso ocorre devido ao déficit no conhecimento básico da matemática, tais contratempos com cálculos simples afetam a compreensão dos conceitos de Físico-Química. Parte do processo de aprendizagem é comprometida pela falta de afinidade com a matemática (SILVA; LOPES; RUBEM, 2014).

Vale evidenciar que a metodologia utilizada pelo docente é crucial para esse cenário, pois enfatizam à memorização de fórmulas, primando os cálculos e desprestigiando à experimentação e a construção do conhecimento científico dos discentes. Cardoso e Colinvaux, (2000) relataram que uma parte considerável dessa desmotivação dos discentes para estudar Química é devido as suas dificuldades na aprendizagem dos conceitos. Para tal, é necessário identificar essas dificuldades para que sejam sanadas e favoreçam o aprendizado.

Os docentes da área da Química carecem de identificar as adversidades que dificultam a aprendizagem dos alunos para que, dessa maneira, façam seus planejamentos e implantem alternativas didático-pedagógicas que minimizem os efeitos dessas necessidades (ROCHA; VASCONCELOS, 2016).

Contudo, o docente precisa ser claro e objetivo para favorecer a compreensão do referido conteúdo. Campos (2016) recomenda que tais explanações sejam contextualizadas para que os discentes sejam capazes de relacionar a Química com o seu cotidiano.

3 METODOLOGIA

A pesquisa em questão é de caráter qualitativo, com foco na validação teórica de jogos digitais elaborados pelo V-lab, visando utilização por professores e estudantes do Ensino Médio. Inicialmente, vamos apresentar os jogos desenvolvidos pelo laboratório, para em seguida apresentar os critérios de validação e, por fim, discutir a proposta de análise a partir dos critérios.

3.1 Os Jogos Produzidos pelo V-lab para o MEC-RED

Estabelecemos uma colaboração com o V-lab, da Universidade Federal de Pernambuco, que a partir de um projeto desenvolveu jogos digitais voltados para o ensino de Química. Entre os jogos, realizamos a análise para validação dos que guardavam relação com conteúdos da Físico-Química, entre eles Equilíbrio Químico, pH e Estequiometria, Química Ambiental, Cinética Química, Radioatividade, Reações Químicas. Todos os jogos analisados estão disponíveis nas plataformas Android e IOS e foram elaborados com base em uma habilidade da BNCC (BRASIL, 2017).

A seguir, listamos os jogos analisados, apresentando suas principais características a partir de uma discussão dos aspectos principais do produto.

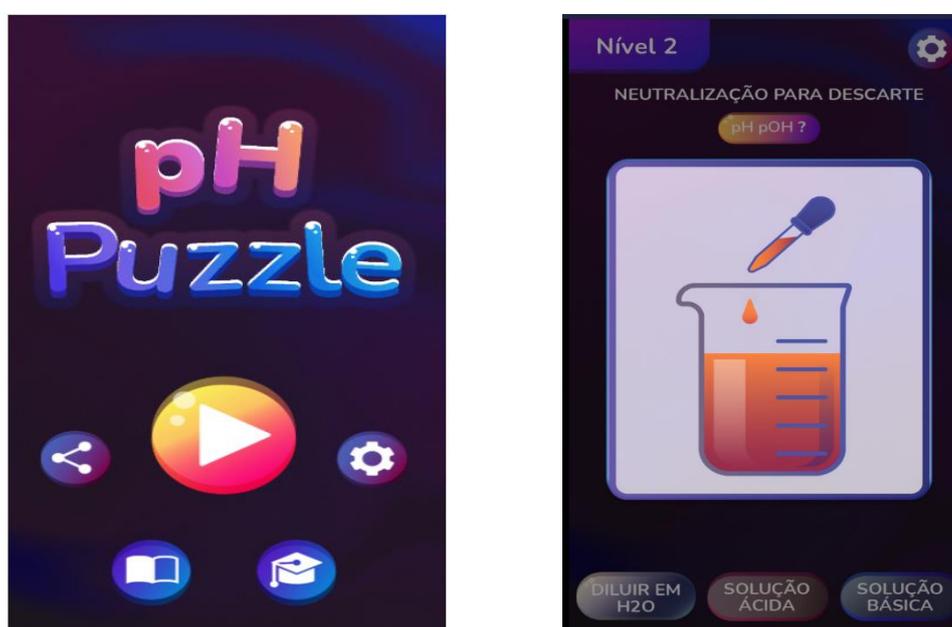
3.1.1 *pH Puzzle* (jogo 1)

Neste Recurso Educacional Digital (RED), o jogador posiciona os pH's, e seus equivalentes pOH's, para ficarem empilhados, em uma mesma coluna, os valores que forem iguais ou equivalentes. Após esse processo de empilhar os semelhantes, o jogador busca minimizar os impactos dessas soluções nos meios social e ambiental. Portanto, ele foi concebido para auxiliar os usuários nos processos de ensino e de aprendizagem de conteúdos sobre Equilíbrio Químico Iônico, mais especificamente pH/pOH e neutralização de soluções para o descarte seguro na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (BRASIL, 2017).

Na tela de abertura, o botão **Play**, dá acesso ao jogo laboratorial pH Puzzle, que pode ser jogado com ou sem acesso à internet. A **área do estudante** (ícone do livro) é um espaço dedicado para estudantes explorarem e se apropriarem dos materiais pedagógicos disponíveis, entretanto, só podem ser acessados quando conectados à internet. A **área do professor** (ícone do chapéu): Pode acessar a BNCC, alguns cursos universitários, orientações sobre o uso do 'pH Puzzle' em sala

de aula e o Guia didático-pedagógico. O **ícone de Compartilhamento** (ícone com três pontos conectados) está disponível para compartilhar o RED com outras pessoas em plataformas como redes sociais e aplicativos de mensagens instantâneas, por exemplo. Por fim, o botão **Configurações do RED** (ícone da engrenagem), como o nome já diz, alterar configurações de som e possibilita conhecer um pouco mais o projeto. Na Figura 11 é apresentada a tela inicial do jogo e uma captura do jogo em andamento.

Figura 11 – Tela de interface do jogo e captura do jogo pH Puzzle em andamento



Fonte: Própria

3.1.2 RadioLab (jogo 2)

O Recurso Educacional Digital (RED) RadioLab é um jogo do tipo gerenciamento voltado para mediar a aprendizagem de conceitos, noções e contextos relacionados aos fenômenos das radiações e suas origens, na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (BRASIL, 2017).

O jogo visa engajar o estudante em situações de aprendizagens que lhe possibilitem estabelecer relações com situações cotidianas. Essas aprendizagens são avaliadas por meio de análises internas e externas, realizadas de forma divertida, atrativa e dinâmica.

Para o jogo, foi utilizado um cenário de laboratório, no qual o jogador recebe pedras radioativas que emitem partículas alfa, beta e radiação gama. Cada uma

representa um radioisótopo por meio de uma coloração diferente. Isótopos são átomos com o mesmo número atômico e diferentes número de massa. Essas pedras brilham enquanto emitem as partículas radioativas e ficam opacas quando a radiação diminui. Os fenômenos relacionados anteriormente são representados por metáforas visuais e movimentos (transformações).

Na Figura 12 são apresentadas a tela inicial do jogo e uma captura do jogo em andamento.

Figura 12 – Tela de interface do jogo e captura do jogo RadioLab em andamento



Fonte: Própria

3.1.3 Termo Aventuras (jogo 3)

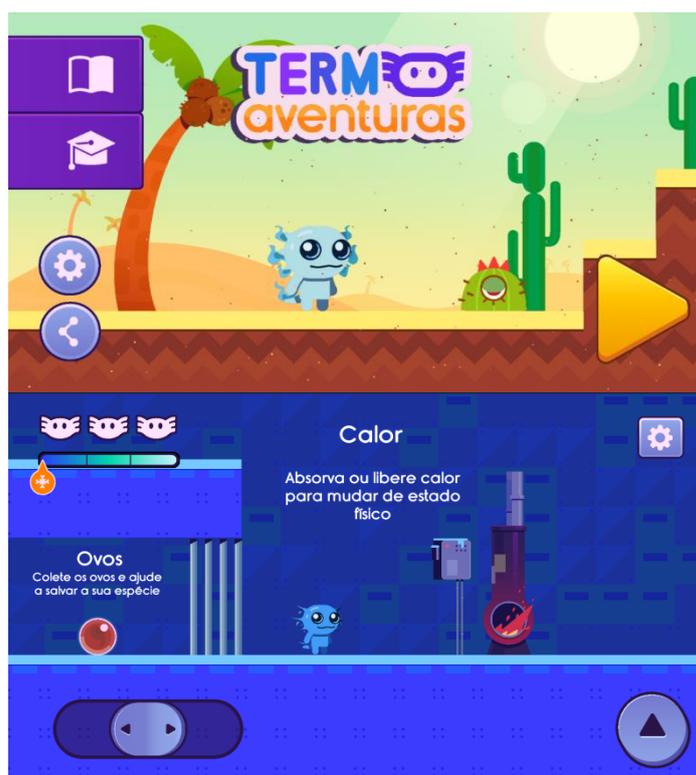
O Termo Aventuras é um jogo do tipo plataforma, gênero dos jogos eletrônicos em que o jogador corre e pula entre plataformas e obstáculos, enfrentando inimigos e coletando objetos bônus. Este RED foi concebido para auxiliar os usuários no ensino e aprendizagem de conceitos da Termodinâmica, na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (BRASIL, 2017). Nele, o estudante passa por caminhos árduos que é necessário a mudança do seu estado físico pela absorção ou liberação de calor.

O cenário do jogo é centrado na personagem Charlotte. Ela é um Axolote que escapa de um laboratório de experimentos químicos. Por causa dos experimentos, ela

pode mudar o seu estado físico à medida que absorve ou libera energia em objetos que encontra em cada fase do jogo. No caminho de volta para casa, Charlotte salva seus descendentes que estão em extinção. Ele resgata os embriões dos axolotes que estão ao longo dos estágios do jogo

Na Figura 13 é apresentada a tela inicial do jogo e uma captura do jogo em andamento.

Figura 13 – Telas de interface e captura do jogo Termo Aventuras em andamento



Fonte: Própria

3.1.4 Olimpo vs. Slimes (jogo 4)

O Olimpo vs. Slimes é um jogo do tipo *Tower Defense*, gênero dos jogos eletrônicos de estratégia, no qual o jogador posiciona torres para tentar impedir o avanço do ataque inimigo. Este RED foi concebido para auxiliar no ensino e aprendizagem de conteúdos sobre Cinética Química, especificamente os fatores que influenciam a velocidade da reação, na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (BRASIL, 2017). Nele, o usuário administra torres e utiliza *upgrades* que alteram as velocidades de reação nestas.

O cenário adotado está ambientado na mitologia grega com o objetivo de defender o Olimpo dos Slimes, monstros melequentos criados pelos titãs (inimigos dos deuses). O usuário tem que construir torres de forma estratégica e utilizar upgrades para melhorar o funcionamento de suas torres para impedir que os inimigos avancem. Neste sentido, o estudante pode mobilizar conhecimentos e desenvolver habilidades acerca do conteúdo de Cinética Química.

Na Figura 14 é apresentada a tela inicial do jogo e uma captura do jogo em andamento.

Figura 14 – Telas de interface e captura do jogo Olimpo vs Slimes em andamento



Fonte: Própria

3.1.5 SudoQuim (jogo 5)

Este RED foi concebido para auxiliar os usuários no ensino e aprendizagem de conteúdos sobre Balanceamento de Reações Químicas na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (BRASIL, 2017). Nele, o estudante realiza o balanceamento das equações químicas pelo método de tentativas.

O jogo é centrado na resolução do balanceamento de reações químicas pelo método de tentativas, subdivido em três níveis de dificuldade, sendo eles, fácil, moderado e difícil.

Na Figura 15 é apresentada as telas inicial e captura do jogo em andamento.

Figura 15 – Telas de interface e captura do jogo SudoQuim em andamento



Fonte: Própria

3.1.6 Equilibrium (jogo 6)

O Equilibrium é um jogo do tipo passatempo, gênero casual no qual o jogador posiciona construções no planeta para tentar desenvolvê-lo de maneira sustentável, mas buscando lucro e recursos. Este RED foi concebido para auxiliar no ensino e aprendizagem de conteúdos sobre Química Ambiental e Equilíbrio Químico na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (BRASIL, 2017). Nele, o usuário administra fontes de energias renováveis e não renováveis para progredir sobre o desenvolvimento sustentável do planeta, analisando as consequências e impactos ambientais nele sofridos.

Na Figura 16 é apresentada as telas inicial e captura do jogo em andamento.

Figura 16 – Telas de interface e captura do jogo Equilibrium em andamento



Fonte: Própria

3.2 Validação dos Jogos

Para validar os jogos serão utilizados os critérios de análise propostos por Nývák e Souza (2008), apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Critérios para validação dos jogos didáticos propostos

Critério de Validação	Justificativa
Interação entre os jogadores	O jogo apresenta potencialidade de cooperação e/ou competição entre os participantes?
Dimensão da aprendizagem	O jogo visa a aprendizagem? O jogo pode ser utilizado para testar conhecimentos construídos? O jogo direciona a memorização de dados ou fatos de maneira adequada?
Jogabilidade	A jogabilidade do jogo é relativamente simples e propícia a imersão necessária?
Aplicação	O jogo permite variações na aplicação?

Desafio	O jogo desafia o jogador e se apresenta como uma situação que busca o engajamento dos estudantes?
Limitação de espaço e tempo	O jogo apresenta limitação de espaço adequadas para a sala de aula? O jogo pode ser aplicado em tempo adequado para as aulas?
Criatividade	O jogo considera situações em que a criatividade seja considerada?

Fonte: Simões Neto *et al.*, 2016

3.3 Análise dos Jogos Elaborados pelo V-Lab para o MEC RED

Analisaremos os jogos quanto aos critérios estabelecidos por Nývák e Souza (2008), e apresentaremos a síntese dos resultados em uma tabela específica. A Tabela 3 apresenta a estrutura da Tabela, sem preenchimento.

Tabela 3 – Critérios de validação dos jogos da MEC RED

CRITÉRIOS DE VALIDAÇÃO	JOGOS					
	1	2	3	4	5	6
Interação entre os jogadores						
Dimensão da Aprendizagem						
Jogabilidade						
Aplicação						
Desafio						
Limitação de espaço e Tempo						
Criatividade						

Fonte: Própria

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nessa etapa do trabalho avaliou-se os jogos mediante os critérios supramencionados. Analisou-se os jogos individualmente e pontuou-se os aspectos positivos e negativos dos mesmos de posse dos critérios estabelecidos.

4.1 pH Puzzle (jogo 1)

O RED em questão não apresenta por objetivo a interação entre usuários, mas em contrapartida traz de maneira clara e objetiva as definições de ácido e base, reação de neutralização, diluição e química ambiental (descarte das soluções de forma consciente). Apesar de uma jogabilidade simples, foi bem interessante a maneira a qual os conceitos foram apresentados, sendo possível fazer uso do jogo para uma fração da aula visando a fixação do conteúdo. O que, talvez, seja um ponto negativo é a questão de os níveis serem repetitivos, tornando o jogo um pouco monótono. Como sugestão a respeito da criatividade, poderiam ser abordadas reações nas quais explicitassem os reagentes e produtos. Vale ressaltar que não foi possível encontrar esse jogo em específico na plataforma IOS.

4.2 RadioLab (jogo 2)

Esse RED também não tem por objetivo a interação entre usuários e trazer conceitos simples de radioatividade e de proteção radiológica, ou seja, de como bloquear essas radiações. Quanto a jogabilidade, classificamos como simples, existem diversas fases nas quais são apresentados diversos radioisótopos, podendo ser aplicado sem maiores problemas durante a aula. Seria interessante, de forma adicional, que trouxessem de alguma maneira aplicações da radioatividade, como por exemplo, na área medicinal e alimentícia.

4.3 Termo Aventuras (jogo 3)

O jogo Termo Aventuras é um RED extremamente atrativo, pois além de uma jogabilidade dinâmica e bem diferenciada, apresenta conceitos de Termodinâmica (reações endotérmicas, exotérmicas, entre outros) de uma maneira muito criativa. Apesar de ter várias fases (níveis), pode ser aplicado durante a sala de aula sem maiores problemas espaciais e temporais. Como sugestão, apontamos a possibilidade

de uma interação via redes (on-line) entre os usuários e que também tivesse algum critério de pontos para estimular a competição.

4.4 Olimpo vs. Slimes (jogo 4)

Esse RED é inspirado no famoso jogo Plants vs. Zombies. Porém, nesse jogo em questão, o usuário precisará empregar alguns conceitos da Cinética Química para que, dessa maneira, as armas atirem mais rapidamente e possam ajudar a derrotar os inimigos. Com um potencial para ser um jogo que prende a atenção do jogador, acreditamos que, em sala de aula, os estudantes não terão problemas de limitação espaço-temporal, e podem se sentir motivados para prosseguir para as demais fases. Porém, os conceitos químicos ficam explícitos na tela, o que talvez dificulte a sua jogabilidade, pela questão visual.

4.5 SudoQuim (jogo 5)

Esse RED, apesar de simples, é assertivo na questão conceitual sobre a estequiometria, mais precisamente balanceamento, considerando os diversos tipos de balanceamento e dicas sobre o método das tentativas. Pode ser aplicado tranquilamente em sala de aula devido a sua praticidade. Entretanto, talvez fosse interessante criar alguma forma de interação entre os usuários, para que dessa forma pudesse ser estabelecido ambiente de cooperação e/ou competição em sala de aula.

4.6 Equilibrium (jogo 6)

Esse RED em específico traz conceitos de Equilíbrio Químico associado a Química Ambiental. Logo, o usuário pode ponderar os prós e contras do que está sendo construído no mundo, no caso, o pequeno planeta que passa por diversas eras geográficas. Não existem problemas de limitação espacial e temporal, apesar do jogo ser curto, e ele é importante pois discute o conceito de energia limpa e abrindo possibilidade de uma discussão em sala de aula a respeito do assunto. Para aumentar o repertório para pensar sobre o meio ambiente, talvez fosse interessante integrar ao jogo alguns vídeos curtos de energias limpas.

Após a apresentação geral dos jogos, realizamos a análise considerando os critérios estabelecidos na metodologia. Assim, na Tabela 4 apresentamos os resultados quanto a validação dos jogos.

Tabela 4 - Síntese da análise e validação dos jogos do V-lab para o MEC RED

CRITÉRIOS DE VALIDAÇÃO	JOGOS					
	1	2	3	4	5	6
Interação entre os jogadores	N/A*	N/A*	N/A*	N/A*	N/A*	N/A*
Dimensão da Aprendizagem	X	X	X	X	X	X
Jogabilidade	X	X	X	X	X	X
Aplicação	X	X	X	X	X	X
Desafio	X	X	X	X	X	X
Limitação de espaço e Tempo	X	X	X	-	X	X
Criatividade	-	X	X	-	X	X

*N/A = não se aplica

Fonte: Própria

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Encontramos, reportado na literatura, uma discussão crescente sobre a utilização dos jogos no ensino de Química visando a melhoria dos processos de ensino e de aprendizagem nos diversos níveis escolares.

Com base nas observações, acreditamos que os jogos digitais são ferramentas importantes quando aplicadas para o ensino, pois possuem o potencial de tornar os processos de ensinar e aprender mais prazerosos e atrativo para os estudantes. Porém, a escolha desses jogos voltados para o ensino de Química, mais precisamente na área de Físico-Química, que os estudantes têm mais dificuldade, é obstáculo para os professores. Vale salientar que não basta aplicar o jogo de maneira isolada, mas sim, considerando objetivos a serem alcançados e a forma com que tal atividade é conduzida em sala de aula.

Foram selecionados seis jogos relacionados aos conteúdos da Físico-Química, da ampla biblioteca de produtos do V-lab da Universidade Federal de Pernambuco desenvolvidos para o MEC RED, que foram jogados e validados segundo os critérios de Nývák e Souza (2008), com exceção do primeiro critério, interação entre os jogadores, que foi apontado como não aplicável, pois os jogos são individuais. Os produtos foram validados em todos os critérios, com exceção do jogo 1, não validado para o critério criatividade, e o jogo 4, que não foi validado para criatividade e limitação temporal.

Por fim, como sugestões para os REDs apresentados, pode ser feito um conjunto de melhorias, de maneira a implementar a jogabilidade on-line, nova fases e a interação de vários usuários, além da possibilidade de exportar um relatório detalhado do usuário, favorecendo uma possível ferramenta de avaliação do aprendizado de determinados tópicos relacionados aos conteúdos da Físico-Química escolar por alunos de Ensino Médio.

REFERÊNCIAS

- ANTUNES, C. **Jogos para estimulação das múltiplas inteligências**. 19ª ed. Petrópolis: Vozes, 2013.
- BERGAMO, J. A. **Química Encantada: os jogos no ensino da Química**. 2012. 44 f. Monografia (Licenciatura em Química). Faculdade Integrada da Grande Fortaleza, Fortaleza, 2012.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Orientações curriculares para o ensino médio (OCEM)**. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2006.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2017.
- BEMVENUTI, A. **O jogo na história: aspectos a desvelar**. In: Ulbra - Universidade Luterana do Brasil (org.). **O lúdico na prática pedagógica**. Curitiba: Ibpex, 2009. p.17-35.
- BOBER, M. **Games-based experiences for learning**. Manchester: Metropolitan University, 2010.
- CAMPOS, M. C. **Importância da Comunicação na Gestão do Trabalho Pedagógico**. 2016. 14 f. Especialização (Coordenação Pedagógica), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016.
- CARDOSO, S. P.; COLINVAUX, D. Explorando a motivação para estudar química. **Química Nova**, v.23, n.3, p. 401–404, 2000.
- CARVALHO, A.M.P.; GIL-PÉREZ, D. **Formação de Professores de Ciências: Tendências e inovações**. São Paulo: Cortez Editora, 2011.
- COLL, C.; MAURI, T.; ONRUBIA, J. A incorporação das tecnologias da informação e da comunicação na educação: Do projeto técnico-pedagógico às práticas de uso. In: COLL, C.; MONEREO, C. (Orgs.). **Psicologia da Educação virtual: Aprender e ensinar com as tecnologias da informação e da comunicação**. Porto Alegre: Artmed, 2010, p. 66-93.
- COSTA, S. R. S.; DUQUEVIZ, B. C.; PEDROZA, R. L. S. Tecnologias Digitais como instrumentos mediadores da aprendizagem dos nativos digitais. **Psicologia Escolar e Educacional**, v.19, n.3, p.603-610, 2015.
- CRESPO, L. C.; GIACOMINI, R. As Atividades Lúdicas no Ensino de Química: Uma Revisão da Revista Química Nova na Escola e das Reuniões Anuais da Sociedade Brasileira de Química. IN: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8, 2011, Campinas-SP. **Anais...**, Campinas-SP, 2011.
- CUNHA, M. B. Jogos no Ensino de Química: Considerações teóricas para sua utilização em sala de aula. **Química Nova na Escola**, v.34, p.92-98, 2012.
- DOHME, V. **O valor educacional dos jogos: jogos e dicas para empresas e instituições de educação**. Petrópolis: Vozes, 2008.
- DOMINGOS, D. C. A.; RECENA, M. C. P. Elaboração de jogos didáticos no processo de ensino aprendizagem de química: a construção do conhecimento. **Ciência e Cognição**, v.15, n.1, p.272- 281, 2010.
- ELVERDAM, C.; AARSETH, E. Game Classification and Game Design: Construction through Critical Analysis. **Games and Culture**, v.2, n.1, p. 3-22, 2007.

FINGER, I.; BEDIN, E. A.; A contextualização e seus impactos nos processos de ensino e aprendizagem da ciência química. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, v.2, n.1, p.8-24, 2019.

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

GUERREIRO, M. A. S. **Os efeitos do Game Design no processo de criação de Jogos Digitais utilizados no Ensino de Química e Ciências - O que devemos considerar?** 2015. 298 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência), Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Bauru, 2015.

KISHIMOTO, T. M. **Jogo, brinquedo, brincadeira e a Educação**. 14^a ed. São Paulo: Cortez, 2011.

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

MACEDO, L. Os jogos e sua importância na escola. **Cadernos de Pesquisa**, n.93, p.5-11, 1995.

MACENO, N. G.; GUIMARÃES, O. M. A inovação na área de educação química. **Química Nova na escola**. v.35, n.1, p. 48-56, 2013.

MELLO, R. O.; HACHMANN, M. S.; SITNIEWSKI, V. C.; AMALCABÚBRIO, D. F. S.; DUARTE, M. L.; SEGANFREDO, V.; SOUZA, I. M. V. A ludicidade no ensino de língua portuguesa nas séries finais. **Unesc & Ciência**, v.5, n.2, p. 181-190, 2014.

MOITA, F. M. G. S. **Games – contexto cultural e curricular juvenil**. 2006. 181 f. Tese (Doutorado em Educação), Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2006.

MORAN, J. M. **Desafios da internet para o professor**, 2002. Disponível em: https://www.eca.usp.br/prof/moran/desaf_int.htm. Acesso em 17/05/2022

NÓVAK, M.; SOUZA, C.E.P. **Produção e Aplicação de Jogos Didáticos Para a Aprendizagem de Conteúdos Sobre o Corpo Humano**. Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/340-4.pdf>. Acesso em 24/11/2021.

NUNES, A. S.; ARDONI, D. S. O ensino de química nas escolas da rede pública de ensino fundamental e médio do município de Itapetinga-BA: o olhar dos alunos. IN: ENCONTRO DIALÓGICO TRANSDISCIPLINAR, 1, 2010, Vitória da Conquista-BA. **Anais...**, Vitória da Conquista-BA, 2010.

OLIVEIRA, V. B **Jogos de regras e resoluções de problemas**. Petrópolis: Vozes, 2004.

PRENSKY, M. **Don't bother me, Mom, I'm learning: how computer and videogames are preparing your kids for 21st century and how you can help!** St. Paul: Paragon House, 2006.

PRIETO, L. M.; TREVISAN, M. C. B.; DANESI, M. I.; FALKEMBACH, G. A. M. Uso das Tecnologias Digitais em Atividades Didáticas nas Séries Iniciais. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, v.3, n.1, p.1-11,2005.

- QUADROS, A. L.; MORTIMER, E. F. A atuação de professores de ensino superior: investigando dois professores bem avaliados pelos estudantes. **Química Nova**, v.39, n.35, p.634- 640, 2016
- RAU, M. C. T. D. **A ludicidade na educação: uma atitude pedagógica**. Curitiba: Ibpex, 2007.
- RAUPP, D; SERRANO, A.; MOREIRA, M. A. Desenvolvendo habilidades visuoespaciais: Uso de software de construção de modelos moleculares no ensino de isomeria geométrica em química. **Experiências em Ensino de Ciências**, v.4, n.1, p. 65-78, 2009.
- REIS, R. S.; LEITE, B. S.; LEÃO, M. B. C. Percepções sobre a incorporação das TIC em cursos de licenciatura em Química no Brasil. **Revista Debate e Educação**. v.11, n.23, p. 1-18, 2019.
- RIZZO, G. **Jogos inteligentes: a construção do raciocínio na escola natural**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.
- ROCHA, J. S.; VASCONCELOS, T. C. Dificuldades de aprendizagem no ensino de química: algumas reflexões. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 18, 2016. Florianópolis. **Anais...**, Florianópolis, 2016, p. 1-12.
- ROSA, J.; CRUZ, D. M. **Análise de Jogos em sites Educativos**. IN: WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA, 25, 2019, Brasília. **Anais...**, Brasília, 2019, p. 994-1003.
- SANTANA, E. M. **O uso do jogo autódromo alquímico como mediador da aprendizagem no ensino de Química**. 2012. 172 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências - Ensino de Química), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.
- SANTOS, A. P. B; MICHEL, R. C. Vamos Jogar uma SueQuímica? **Química Nova na Escola**, v.31, n.3, 2009.
- SANTOS, C., VALE, F. **Jogos eletrônicos na educação: um estudo da proposta de jogos estratégicos**. Projeto Supervisionado. Universidade Federal de Sergipe, 2006.
- 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**, v.9, n.7, p.1-6, 2013.
- SAVI, R.; ULBRICHT, V. R. **Jogos digitais educacionais: benefícios e desafios**. XI Ciclo de Palestras Novas Tecnologias na Educação, 2013. Disponível em: <www.seer.ufrgs.br/renote/article/download/14405/8310>. Acesso em: 7 de outubro de 2021.
- SCHNEIDER, M.; JACQUES, V.; DEMOS, T. V. Parâmetros para a elaboração e desenvolvimento de jogos didáticos para o ensino de Química. **Revista Educação Pública**, v. 20, n. 20, 2020.
- SCHNETZLER, R. P. A pesquisa em ensino de química no brasil: conquistas e perspectivas. **Química Nova**, v.25, Supl. 1, p.14-24, 2002.
- SILVA, M. **Sala de aula interativa**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Quartet, 2000.
- SILVA, T. P. **A Utilização do Jogo Ludo Químico como Instrumento Motivador e Facilitador da Aprendizagem de Cinética Química na 2ª série do Ensino Médio**

- do Colégio Estadual Professor José Abdalla.** 2013. Monografia (Licenciatura em Química), Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, 2013.
- 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**, v.9, 2013.
- SILVA, A. J.; LOPES, A. P.; RUBEM, C. M. Dificuldades no ensino-aprendizagem de Química no 2º ano do Ensino Médio de uma escola estadual do município de Tabatinga-Amazonas. IN: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO QUÍMICA, 12, 2014. Fortaleza. **Anais...**, Fortaleza, 2014.
- SILVA, A. M.; LOPES, M. H. P. S. Problemática da aprendizagem em química na modalidade da educação de jovens e adultos. IN: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA, 52, 2012, Recife. **Anais...**, Recife, 2012.
- SIMÕES NETO, J. E.; SILVA, R. B.; ALVES, C. T. S.; SILVA, J. C. S. Elaboração e validação de jogos didáticos propostos por estudantes do ensino médio. **REDEQUIM**, v.2, n.2, p. 47–54, 2016.
- SOARES, M. H. F. B. **Jogos e Atividades Lúdicas para o Ensino de Química.** 2. ed. Goiânia: Kelps, p.198, 2015.
- VAHLDICK, A.; SILVA, W. T. Um Jogo Sério para Suportar o Aprendizado do Modelo Atômico de Bohr. **RENOTE**, v.18, n.1, 2020.
- YAMAGUCHI, K. K. L.; SILVA, J. S. Avaliação das causas de retenção em química geral na Universidade Federal do Amazonas. **Química Nova**, v.42, n.3, p.346-354, 2019.
- YAMAGUCHI, K. K. L.; NUNES, A. E. C. Dificuldade em química e uso de atividades experimentais sob a perspectiva de docentes e alunos do ensino médio no interior do Amazonas (Coari). **Scientia Naturalis**, v.1, n.2, p.172-182, 2019.
- ZUCCO, C. A. Química para um mundo melhor. **Química. Nova**, v.34, n.5, 2011.