



Mapeamento sistemático de jogos digitais para o ensino de química em dissertações e teses

Systematic mapping of digital games for teaching chemistry in dissertations and theses

Junivaldo Mendonça Lemos^{1*} , Hawbertt Rocha Costa² 

1. Instituto Estadual de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão – Mirim (MA), Brasil.

2. Universidade Federal do Maranhão  – Centro de Ciências de Bacabal – Bacabal (MA), Brasil.

*Autor correspondente: junivaldoqi@gmail.com

Editor de Seção: Maria Consuelo Alves Lima

Recebido: 19 Jun. 2023 | Aprovado: 14 Ago. 2023

Como citar: LEMOS, J. M.; COSTA, H. R. Mapeamento sistemático de jogos digitais para o ensino de química em dissertações e teses. *Ensino & Multidisciplinaridade*, São Luís (MA), v. 9, n. 1, e1223, 2023. <https://doi.org/10.18764/2447-5777v9n1.2023.12>

RESUMO

Vislumbrando pesquisas sobre jogos digitais como recursos didáticos para o ensino de química, realizou-se um mapeamento sistemático (MS) na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), cujo objetivo foi problematizar e caracterizar as possibilidades de inserção desses jogos no ensino dessa disciplina e, também, identificar evidências disponíveis, apontar lacunas que demonstrassem necessidades de realizar outros estudos e apresentar uma visão geral desse campo. Seguindo o protocolo de revisão do MS e a análise de conteúdo, as buscas na base BDTD retornaram 223 estudos, aos quais foram aplicados critérios de seleção e exclusão, e apenas 17 trabalhos formaram o *corpus* de pesquisa. Três estudos eram sobre a aplicação de jogos desenvolvidos por terceiros (não comerciais) e 14 eram criações de pesquisadores, programadores ou alunos, em que o foco de análise, em boa parte, centrava-se no produto ou em sua aplicação. As questões de pesquisa demonstraram que os jogos, mesmo que simplistas, são entendidos como motivacionais e complementares às aulas tradicionais e elaborados para desenvolver os assuntos considerados difíceis para os alunos. Observou-se que há necessidade de estudos que não foquem apenas em conteúdos conceituais, mas que tragam abordagens críticas com os jogos digitais.

Palavras-chave: Jogos Digitais. Aprendizagem Baseada em Jogos Digitais. Ensino de Química.

ABSTRACT

Glimpsing research on digital games as didactic resources for teaching chemistry, a systematic mapping (SM) was carried out in Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), whose objective was to problematize and characterize the possibilities of inserting these games in the teaching of this discipline and also identify available evidence, point out gaps that demonstrate the need to carry out further studies, and present an overview of the field of study. Following the SM review protocol and content analysis, the BDTD database searches returned 223 studies, to which selection and exclusion criteria were applied, and only 17 studies formed the research corpus. Three studies were about the application of games developed by third parties (non-commercial) and 14 were creations of researchers, programmers, or students, in which the focus of analysis, in large part, focused on the product or its application. The research questions demonstrated that the games, even if simplistic, are understood as motivational and complementary to traditional classes and designed to develop the subjects considered difficult for the students. It was observed that there is a need for studies that do not focus only on conceptual content, but that bring critical approaches with digital games.

Keywords: Digital Games. Digital Game-Based Learning. Chemistry Teaching.

INTRODUÇÃO

As tecnologias são produtos da cultura humana e se tornaram indispensáveis ao longo do tempo. Atualmente, têm-se dispositivos digitais, como os celulares e computadores, os quais não existiriam se não fosse o avanço histórico e tecnológico da sociedade (Grohmann, 2015). Nesse contexto, a sociedade convive constantemente com os avanços científicos e as aplicações tecnológicas e está imersa em ferramentas sofisticadas que permitem às pessoas realizarem tarefas rapidamente nos mais variados setores sociais. Na educação não é diferente, como defendem Lima e Moita (2011); os recursos midiáticos permitem aos professores construir didáticas inovadoras que contribuem para o desenvolvimento de competências e habilidades e muitos desses recursos fazem parte do meio sociocultural dos discentes. Assim, tais proposições mobilizam a introdução das novas tecnologias na escola como ferramentas didáticas, interativas e significativas no ensino e na aprendizagem.

Dentre essas tecnologias, encontram-se os jogos digitais que, para Lynn Alves et al. (2007), estão presentes na cultura dos jovens e podem contribuir para o desenvolvimento social, cognitivo e afetivo desses. Porém, como podemos tornar a aprendizagem, dentro e fora das escolas, mais parecida com os *games* para que se usem os princípios de aprendizagem que os jovens veem todos os dias nos bons *videogames*? Essa é uma indagação realizada e respondida por Gee (2009).

Como resposta, para esse autor, o que se verifica no ensino de ciência é que os jogos digitais estão sendo pesquisados para serem inseridos como parte do rol de instrumentos facilitadores dos processos de ensino e aprendizagem de conhecimentos científicos, uma vez que esses, no ensino de ciência, podem melhorar as competências cognitivas em comparação com os métodos tradicionais de aprendizagem (Weizman, 2014). Munõz e El-Hani (2012) colocam que os games podem potencialmente fazer parte do desenvolvimento dos jogadores de forma parcial a plena, e que “essa característica pode ser usada em uma prática de ensino estruturada para algo mais do que aprender a jogar, por exemplo, para aprender conteúdos conceituais, atitudinais e processuais” (Munõz; El-Hani, 2012, p. 913).

Sendo assim, segundo Van Eck (2015), no contexto educacional, os jogos digitais podem ser trabalhados de quatro formas: por meio da criação desses jogos pelos próprios estudantes, abordando conteúdos e habilidades específicas, como a lógica, a programação, a resolução de problemas, o pensamento crítico e sistemático, entre outros; por meio de *serious games*, construídos especificamente para desenvolver determinadas habilidades e conteúdos; pelo uso de jogos digitais comerciais adaptados na sala de aula para trabalhar conteúdo do currículo; por fim, pelo uso da gamificação, que aplica os elementos de jogos em contextos de aprendizagem que não sejam os jogos.

Essas vantagens e possibilidades de se trabalharem os jogos digitais na educação também podem ser aproveitadas no ensino de química, que em diversos casos ainda se encontra inserido em um modelo tradicional. Nesse modelo, a preocupação se centra na transmissão de conhecimentos propedêuticos alicerçados em uma concepção tradicional de ciência e sem relação com o cotidiano dos alunos e, portanto, sem significados para esses. Trata-se, dessa maneira, de um ensino descontextualizado, o que faz com que não seja bem-visto por muitos estudantes (Cunha, 2006; Japiassu, 1999; Souza; Gonçalves, 2012). Assim, a inserção dos jogos digitais pelos professores poderia motivar os estudantes na aprendizagem dos conhecimentos químicos, tido por muitos como de difícil compreensão.

Uma solução interessante, para isso, seria incluir esses jogos nos processos de ensino e aprendizagem. Segundo Guerreiro (2015, p. 78), “Uma metodologia de Ensino, baseada na utilização dos jogos, parece ser boa alternativa para alcançar esse novo perfil de estudante, fluente em tecnologias e acostumado a jogar”.

Considerando o ensino de química mediado por jogos digitais, verificam-se poucas pesquisas que analisam essa tendência metodológica no Brasil. Nesse contexto, este trabalho teve como objetivo realizar um mapeamento sistemático (MS) de dissertações e teses sobre jogos digitais no ensino da disciplina de química, para problematizar e caracterizar as possibilidades de inserção dessa tecnologia no ensino dessa disciplina.

Fundamentação Teórica

A inserção dos jogos na educação, em especial no ensino de química, não é uma tarefa trivial. Assim, é necessário conhecer ao menos uma síntese histórica de sua popularização, os termos adotados, alguns princípios teóricos e a concepção de aprendizagem baseada em jogos digitais [*digital game-based learning* (DGBL)]. Em um

contexto mais técnico, é interessante direcionar o olhar para as características dos jogos digitais e como essas podem ser aproveitadas no contexto pedagógico do ensino de química.

Desde sua origem, na década de 1970, os jogos digitais são pesquisados como possibilidade para auxiliar nos processos de ensino e aprendizagem (Ribeiro, 2017). Porém, somente a partir da década de 1980 ficaram popularizados e tiveram um crescente interesse de sua inserção na educação para motivar e engajar os estudantes na aprendizagem. Nessa década, eram denominados *videogames*, mas logo ficaram conhecidos mundialmente como games. Atualmente, o termo é o mais utilizado em substituição aos seus equivalentes, como jogos eletrônicos ou jogos digitais. Segundo Todor (2015, p. 17): “curiosamente no Brasil, os jogadores das gerações mais recentes que já cresceram com a oferta de games, se referem a eles apenas como jogos”.

Na presente pesquisa, adota-se o termo jogo digital como sinônimo dos termos game, jogo computacional ou eletrônico, bem como daqueles que permitem a interação de um indivíduo com um dispositivo digital, equipamentos eletrônicos, como o computador, console, celulares, *videogame* etc. que estejam pautados em algoritmos relacionados aos códigos binários 0 e 1, a linguagem básica das tecnologias digitais. Tal conceito pode ser evidenciado nos contextos a seguir.

Os jogos eletrônicos são, geralmente, vistos como uma atividade de entretenimento e imersão, e com alto nível de concentração e envolvimento. Uma característica notável dessa atividade é que ocorre sempre de maneira voluntária por parte dos jogadores, que investem seus recursos financeiros em equipamentos e em jogos eletrônicos como forma de lazer ou cultura (Ribeiro, 2017, p. 69).

Os jogos computacionais são aqueles baseados em programação e mediados por plataformas eletrônicas digitais, como computador, celular, console e arcades [...] que também podem ser disponíveis em aparelhos portáteis e dispositivos móveis (Ranhel apud Figueiredo, 2016, p. 78).

Ante a essas características de interação entre o homem e os jogos digitais, bem como o seu interesse no contexto educacional, surge a crescente tendência de melhorar o interesse dos estudantes a partir da DGBL que, para Prensky (2012), tem o papel de motivar e engajar os alunos inseridos em um modelo tradicional de ensino. Além disso, “Aproveitar os jogos, mesmo que com o objetivo secundário de ensinar conteúdos escolares, é uma oportunidade para os educadores de nosso tempo, que possuem em suas salas de aula alunos de uma geração fluente em jogos digitais” (Guerreiro, 2015, p. 210).

Nesse contexto, a DGBL tem como característica fundamental a associação dos conteúdos, treinamentos e instruções com os jogos digitais, isto é, a aplicação de qualquer jogo digital nos processos de ensino e aprendizagem (Prensky, 2012). No contexto educacional, pode-se identificar a DGBL nas seguintes situações: na produção de jogos pelos estudantes, nos *serious games*, construções específicas para promoção de determinadas aprendizagens ou pela adaptação de jogos comerciais para trabalhar conteúdo do currículo. O que não se adequa à DGBL seria a abordagem da gamificação, uma vez que se trata da aplicação dos elementos de jogos em contextos de aprendizagem que não sejam os jogos.

Alicerçado à DGBL encontram-se os princípios de aprendizagem que podem potencializar o processo de ensino e aprendizagem (Gee, 2009). Dos 16 princípios propostos por Gee (2009), cita-se, a título de exemplo: a identidade que faz com que os jogadores valorizem o que estão fazendo devido à sua relação com os elementos dos jogos; a interação entre jogador e a máquina, entre jogadores por meio de ações e feedbacks; a boa ordenação dos problemas em níveis adequados para jogadores solucionar os desafios, entre outros.

Em concordância ao exposto, Wu et al. (2012, p. 1156-1157, tradução nossa) traz, em sua revisão de literatura, as características gerais desses jogos:

(a) o ambiente do jogo deve integrar princípios de aprendizagem eficazes, (b) o ambiente do jogo deve envolver a interação entre os educandos e o jogo, (c) o jogo deve ser um meio para melhorar a aprendizagem, (d) o jogo deve promover a motivação do educando, (e) o jogo deve ser divertido, e (f) o jogo deve fornecer oportunidades de aprendizagem por tentativa e erro. O autor também aponta que o uso e desenvolvimento de jogos digitais devem estar pautados em teorias de aprendizagem consistentes.

Ribeiro (2017, p. 74) reforça essa ideia:

O planejamento da concepção pedagógica de um jogo digital, para auxiliar em um processo de ensino e aprendizagem, é, preferencialmente, baseado em teorias de aprendizagem. As principais teorias de aprendizagem podem ser classificadas em quatro correntes pedagógicas: Behaviorismo, Cognitismo, Humanismo e Construtivismo.

Vale ressaltar que o uso das teorias de aprendizagem pode ir além dessas quatro correntes pedagógicas, e dependerá do conhecimento teórico de quem desenvolve e das intencionalidades do jogo do ponto de vista pedagógico. Outra pesquisa que merece destaque é a de Rezende e Soares (2019) que, a partir de uma revisão da literatura sobre o uso de jogos digitais e não digitais, verificaram que 54,17% dos referenciais se enquadram na categoria da epistemologia genética, 29,17% na da psicologia histórico-cultural e 16,66% de ausência de referencial teórico-epistemológico, demonstrando a carência de uma análise mais profunda desses na temática dos jogos para o ensino e a aprendizagem.

Na vertente dos jogos digitais pedagógicos, além desses aspectos teóricos e epistemológicos, são necessários conhecimentos técnicos e científicos, muitas vezes uma equipe multidisciplinar e recursos tecnológicos, como *software* e *hardware*. O desenvolvimento obedece, em parte, à lógica semelhante à dos games comerciais, porém, acrescido de dimensões do propósito de aprendizagem e dos contextos da realidade nos quais são produzidos. Nesse sentido, como nos diz Ribeiro (2017, p. 73-74):

No caso do desenvolvimento de jogos digitais educacionais, a primeira etapa na fase de pré-produção é a escolha de um objetivo pedagógico de ensino, para ser adotado no jogo, e de uma concepção de ensino para orientar o processo *game design* instrucional. A escolha de uma concepção de ensino não é tão simples considerando a quantidade de alternativas existentes e não depende apenas do objetivo pedagógico pretendido, pois é também influenciada pelas limitações de recursos e conhecimentos técnicos disponíveis para a produção do jogo, além do perfil do público-alvo. Assim, o planejamento pedagógico de um jogo digital deve atender a capacidade técnica e as limitações da equipe de produção do jogo, caso contrário, o projeto corre o risco de problemas na fase de produção que inviabilizem a sua finalização.

Quem planeja o jogo é denominado *game designer*, podendo ser um indivíduo, uma equipe ou a cultura em geral. Ao criar os jogos, o *game designer* almeja que o objetivo do *design* do jogo seja alcançado, qual seja, criar condições de boas experiências de jogo aos jogadores, providas de sentido e significado, chamadas de interação lúdica significativa (*meaningful play*) (Salen; Zimmerman, 2017).

Nessa perspectiva de *design*, o propósito de inserir os jogos digitais no cotidiano das escolas simbolizaria a máxima da aprendizagem, isto é, aprender com prazer, o prazer de jogar (função lúdica) com a necessidade de desenvolver conhecimentos úteis para a vida (função educativa). No entanto, como empecilho para esse propósito, alguns jogos não são desenvolvidos com fins educacionais, sendo necessárias adaptações aos jogos comerciais ou desenvolvê-los de modo a equilibrar os elementos de *design de games* com os princípios pedagógicos, como foi realizado por Reis, Ribeiro e Costa (2020) no contexto do ensino de química. Alguns *softwares* facilitam esse processo, como o GameMaker Studio, Gamesalad, Construct, Stencyl, Unity e Game Editor, entre outros, disponíveis gratuitamente e ou em versões pagas, sem necessidade de conhecimentos de programação.

É importante pensar o jogo digital como sistema formado de elementos que se relacionam. E como sistema podemos entender um conjunto de coisas que afetam umas às outras formando um padrão maior, diferente de suas partes (Salen; Zimmerman, 2017). Nesse sentido, Schell (2011) considera quatro elementos formais que compõem os jogos digitais:

1. Mecânica – São compostos pelos procedimentos e regras que descrevem o objetivo do jogo, as maneiras pelas quais os jogadores podem realizá-lo e as reações do sistema para as tentativas do jogador.
2. Narrativa (história) – É o conjunto de eventos sequenciados que vão se desdobrando no jogo.
3. Estética – Relacionados com as experiências subjetivas e direta do jogador, bem como a aparência do jogo, os sons e as sensações de cheiros e sabores.
4. Tecnologia – Assumem formas variadas, sendo os materiais e as interações que possibilitam a construção do jogo, fator de limitação a certos projetos, podendo ser de tecnologias mais simples às mais sofisticadas.

Com base nessas categorias de Schell (2011), podemos ter bons indicadores da qualidade de jogos desenvolvidos, verificando sua presença e suas inter-relações. O autor também chama a atenção para que os

elementos devem ser sempre relacionados, em que nenhum é mais importante que os outros, mas todos são essenciais para a tomada de decisões para o desenvolvimento do jogo e se influenciam de forma poderosa.

Quanto ao tipo, os jogos digitais podem ser classificados em estratégias, simuladores, aventura, infantil, passatempo, *role playing game* (RPG), esporte ou educacionais (Battaiola, 2000). Diante dessa diversidade, de forma geral, os jogos digitais se adéquam a diversas classificações que dificultam a reunião e a categorização desses de maneira mais eficaz. Como descrevem Salen e Zimmerman (2017, p. 102):

Os jogos digitais e eletrônicos assumem uma grande quantidade de formas e são projetados para muitas plataformas de computadores diferentes. Esses incluem jogos para computadores pessoais ou consoles de jogo conectados à TV, tais como o Playstation da Sony ou o Microsoft Xbox; dispositivos de jogos portáteis, como, por exemplo, o Nintendo Game Boy Advance ou os portáteis de apenas um jogo; jogos para PDAs ou telefones celulares; e jogos para máquinas arcade ou parques de diversões. Jogos digitais e eletrônicos podem ser projetados para um único jogador, para um pequeno grupo de jogadores ou para uma grande comunidade [...].

Desse modo, por mais que não exista uma classificação clara devido às diversidades de possibilidades da mecânica ou *gameplay*, os games educacionais, em relação aos comerciais, distinguem-se pela objetivação educacional com presença de aspectos lúdicos (Alves; Silva, 2020).

Para Lima e Moita (2011), os jogos digitais, no meio educacional, promovem a aprendizagem colaborativa e inovadora, possibilitando novas maneiras de adquirir conhecimentos. No entanto, as aprendizagens devem ser estruturadas na análise prévia das mudanças contemporâneas, na relação com o saber e na inclusão de tecnologias favoráveis ao ambiente educacional, uma vez que, no ambiente escolar, o conhecimento deve ser promovido acerca da vida, permitindo aos alunos seu posicionamento perante questões sociais, ambientais e culturais. Logo, “os jogos virtuais deverão ser trabalhados numa perspectiva crítica, para gerar conhecimento, mostrando aos educandos que o jogo pode estar presente no processo de ensino e aprendizagem e que se entrelaça com a sua realidade” (Lima; Moita, 2011, p. 141).

Salen e Zimmerman (2017) corroboram nesse sentido ao nos dizer que quando se criam jogos, não se criam apenas regras, mas regras que serão utilizadas em um contexto cultural. E, também, que diversos temas profundos e pertinentes da sociedade podem ser trabalhados com jogos de maneira mais vantajosa que outros meios de comunicação, de forma detalhada e sofisticada, dependentes sempre da ação e escolha do jogador.

Para o ensino de química, a inserção ou desenvolvimento de jogos digitais pedagógicos, almeja-se essa perspectiva crítica (Guerreiro, 2015; Reis; Ribeiro; Costa, 2020), tanto nos conteúdos conceituais como nos factuais e procedimentais (Zabala, 1998). Desse modo, distanciar-se-ia de um ensino tradicional que prioriza a memorização de conceitos e se aproximaria de abordagens mais críticas e reflexivas, como a alfabetização científica e a ciência, tecnologia e sociedade (CTS), que buscam integrar o contexto cultural dos estudantes com os conteúdos que seriam inseridos ou trabalhados nos jogos digitais (Cunha, 2006).

No contexto supracitado, para realizar uma pesquisa exploratória sobre jogos digitais para o ensino de química, foi escolhida, como fonte de estudos primários, a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), que tem atualmente cadastradas 126 instituições de ensino e pesquisa do Brasil. A pesquisa não se limitou apenas a uma perspectiva teórica específica da fundamentação, mas buscou entender o contexto, de maneira geral, dos estudos com jogos digitais relacionados ao ensino de química em todos os níveis de ensino.

METODOLOGIA

A pesquisa de MS se pauta em uma questão de pesquisa ampla que objetiva identificar e classificar os conteúdos de estudos primários, almejando identificar evidências disponíveis e apontar, por meio da análise, lacunas que demonstrem a necessidade de realizar outros estudos primários, além de apresentar uma visão geral do campo de pesquisa (Felizardo et al., 2017).

Nesse tipo de pesquisa, as análises se dão de três maneiras fundamentais: “(i) adotar esquemas existentes; (ii) definir um esquema previamente com base na literatura; ou (iii) deixar os esquemas emergirem dos próprios estudos selecionados, como as classificações dependentes do tópico [questões de pesquisa] do MS. A primeira opção serve para definir esquemas para questões de pesquisa gerais” (Felizardo et al., 2017, p. 110). Logo, partindo

da premissa de interesse, isto é, jogos digitais para ensino de química, esta pesquisa buscou classificar unidades de significado nos estudos primários em categorias (esquemas) que contemplassem as seguintes questões de pesquisa (QP): QP1 – Quais os jogos digitais usados nas dissertações e teses para o ensino de química? QP2 – Quais e como os conteúdos de química estão sendo trabalhados? QP3 – Quais as principais conclusões e resultados na aprendizagem com uso desses jogos?

De posse do planejamento, das estratégias e das QP, partiu-se para as buscas na base de dados com o uso de palavras-chave na forma de *strings* de busca, representado na Tabela 1, aplicada na BDTD, sem restringir a um intervalo específico para retornar trabalhos de interesse para o *corpus* de pesquisa. As buscas foram finalizadas em agosto de 2021, com intuito de retornar o maior número de trabalhos significativos. Sendo assim, retornaram 223 trabalhos, nos quais aplicaram-se os critérios de inclusão e exclusão após lidos os títulos e resumos. A Tabela 2 ilustra esses critérios e a Tabela 3 demonstra a seleção dos trabalhos analisados.

Tabela 1: *String* construída com as palavras-chave e os termos booleanos.

Todos os campos		
videogame	ou	videogames
jogo digital	ou	jogos digitais
jogo	ou	jogos
game NOT gama	ou	games NOT gama
química	ou	químico
ensino de química		

Fonte: Elaborada pelos autores (2023).

Tabela 2: Critérios de inclusão e exclusão para estudos primários.

Critérios de inclusão	Critérios de exclusão
1 – Ter os termos de busca no título, resumos e as palavras-chave.	1 – Não é sobre o ensino de química.
2 – Estudos de mestrado e doutorado sobre jogos digitais (ou sinônimos) para o ensino de química	2 – Qualquer estudo que não seja dissertação ou tese
3 – Estudos empíricos em ensino médio e superior	3 – Estudos teóricos ou bibliográfico
4 – É sobre o ensino de química.	4 – Estudos não disponíveis na íntegra
	5 – Não é sobre jogos digitais (ou sinônimos).
	6 – É sobre jogos analógicos.

Fonte: Elaborada pelos autores (2023).

Com a leitura dos títulos, resumos, objetivos e metodologia das dissertações e teses, foi realizada a segunda seleção, que excluiu os estudos que não tinham interesse para o foco da pesquisa, como consta da Tabela 3, na coluna denominada segunda seleção. Assim, foram incluídos 17 estudos primários como *corpus* de análise.

Dos 187 trabalhos excluídos, a maioria se tratava de jogos analógicos e uma pequena parte não tinha relação com a temática de jogos aplicados ao ensino de química. Ainda foram identificados seis trabalhos duplicados, isto é, trabalhos cadastrados duas vezes na base de dados e de mesmo autor. Na Tabela 4 se encontra a relação de instituições que continham trabalhos retornados pela busca, apresentando o quantitativo das fases inicial e final da seleção dos estudos, entre dissertações e teses.

Tabela 3: Número de trabalhos das fases inicial e final após aplicação dos critérios de inclusão e exclusão e leitura por completo.

Base de dados	Resultado inicial	Duplicado	Primeira seleção	Segunda seleção
Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD)	223	6	Incluídos	Incluídos
			30	17
			Excluídos	Excluídos
			187	13

Fonte: Elaborada pelos autores (2023).

Tabela 4: Instituições, quantitativo de estudos primários retornados e selecionados.

Instituição	Inicial	Final	Instituição	Inicial	Final	Instituição	Inicial	Final
UFRGS	27	1	UFRJ	4	0	METHODISTA	1	0
USP	18	1	UFTM	4	0	PUC_SP	1	0
UFSCAR	16	2	UFMT	3	0	UCPEL	1	0
UFG	15	1	UFRPE	3	0	UECE	1	1
UFC	13	1	UFSC	3	0	UEM	1	0
UFSM	12	0	IFAM	2	0	UEPB	1	1
UTFPR	12	4	PUC_RIO	2	0	UFABC	1	0
UFRN	10	1	UEPG	2	0	UFF	1	0
UNB	9	0	UERJ	2	0	UFMG	1	0
UNESP	8	3	UFES	2	0	UFMS	1	0
FURG	7	0	UFPA	2	0	UFPEL	1	0
UNICAMP	6	0	UFPB	2	0	UNICAP	1	0
UEG	4	1	UFRRJ	2	0	UNIFAL	1	0
UEL	4	0	UFS	2	0	UNIGRANRIO	1	0
UFPE	4	0	UFV	2	0	UNISINOS	1	0
UFPR	4	0	UNIPAMPA	2	0	126	223	17

Fonte: Elaborada pelos autores com base em Bottentuit Junior (2020).

Das 126 instituições cadastradas na base de dados, apenas 47 tinham trabalhos relacionados com jogos para o ensino de química, visto que, após aplicados os critérios de inclusão e exclusão, somente 11 instituições apresentaram trabalhos de interesse, isto é, sobre jogos digitais para o ensino de química, como pode ser visto na Tabela 5. Tal fato dá indicativo de necessidade de se fazer pesquisa com essa temática ao nível de Brasil.

Tabela 5: Instituições e estudos primários selecionados para análise.

Nº	Autor	Ano	Título	Instituições
1	RODRIGUES, I. A.	2019	O uso das TICs como estratégia para promover o conhecimento em tabela periódica.	UFRN
2	MEDEIROS, A. C. S.	2018	Scratch: da lógica de programação à química dos hidrocarbonetos.	UEPB
3	ROSA, T. F.	2018	O processo de construção de um game para o reconhecimento dos níveis de alfabetização científica e tecnológica no ensino de química.	UTFPR
4	RIBAS, H. L.	2018	Jogo computacional 3D em primeira pessoa: uma possibilidade para o ensino de química.	UTFPR
5	MELATTI, G. C.	2018	O RPG eletrônico uma atividade lúdica voltada para o ensino de cinética química no ensino médio.	UTFPR
6	DUARTE, D. W. A.	2017	Q-memória um jogo digital para o estudo de química.	UECE
7	SILVÉRIO NETO, G.	2017	Desenvolvendo jogo educativo para o ensino de química um material didático alternativo de apoio ao binômio ensino – aprendizagem.	UEG
8	MOREIRA, J. V. X.	2016	Stereogame – Desenvolvimento, implementação e avaliação de um jogo didático-computacional para o ensino de estereoquímica.	UFC
9	FIGUEIREDO, M. C.	2016	Aplicação de um jogo digital e análise de conceitos da teoria cinética dos gases.	UNESP
10	COSTA, L. T.	2016	Abordagens lúdicas e digitais para o ensino da classificação periódica dos elementos químicos.	UFRGS
11	SILVA FILHO, S. M.	2015	Desenvolvimento de jogos digitais por alunos do ensino médio para o desenvolvimento de conceitos químicos.	UFG
12	GUERREIRO, M. A. S.	2015	Os efeitos do game design no processo de criação de jogos digitais utilizados no ensino de química e ciências – o que devemos considerar.	UNESP
13	ALMEIDA, G. M. A.	2015	Jogo digital e analogias uma proposta para o ensino de cinética química.	UNESP
14	FERNANDES, M.	2015	Aplicação do jogo ludo atomística no ensino de química.	UFSCAR
15	IGNÁCIO, A. C.	2013	O RPG eletrônico no ensino de química: uma atividade lúdica aplicada ao conhecimento de tabela periódica.	UTFPR
16	ZAMBONI, G.	2013	O ensino de propriedades periódicas através do lúdico.	UFSCAR
17	COLAGRANDE, E. A.	2008	Desenvolvimento de um jogo didático virtual para o aprendizado do conceito de mol.	USP

Fonte: Elaborada pelos autores.

Para facilitar a comunicação e análise, os estudos incluídos serão denominados pelos respectivos números que constam da Tabela 5, com numeração de 1 a 17. O número 1 é da dissertação mais recente, de 2019, e o número 17 corresponde à dissertação mais antiga, de 2008. Apenas o estudo 9 é uma tese; os demais são dissertações.

As instituições mais expressivas na temática foram a Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) (com os estudos 3, 4, 5 e 15), seguida da Universidade Estadual Paulista (UNESP) (estudos 9, 12 e 13) e em terceiro lugar a Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR) (estudos 14 e 16). As pesquisas estão em intervalo de 11 anos, de 2008 a 2019. Quatro estudos (7-9 e 15) foram com alunos de nível superior e os demais com aqueles do ensino médio, não existindo nenhuma pesquisa com estudantes do ensino fundamental. Porém, todos os conteúdos trabalhados nos jogos eram de nível médio.

Para a análise do *corpus* de pesquisa, apropriamo-nos da análise categorial de Bardin (2016), que segue basicamente as seguintes etapas:

- Pré-análise – Definição dos estudos a serem analisados: faz-se a leitura flutuante a fim de elaborar perguntas ou QP, delimitar o material a ser analisado, formular hipóteses e objetivos, referenciar os índices e indicadores.

- Exploração do material – Verificação minuciosa dos materiais, identificação de unidades de registro e contextos, aplicação dos processos de codificação, classificação e categorização, isto é, destaques relacionados a trechos importantes para a pesquisa.
- Tratamento dos resultados e interpretação – A partir das categorias são formuladas conclusões sobre o problema ou temáticas abordadas, ou seja, são feitas inferências com as interpretações dos dados analisados. As unidades de registro estavam atreladas aos termos ou parágrafos significativos que respondessem as QP1, QP2, QP3 e ao objetivo da pesquisa.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Em geral, os estudos apresentam suas particularidades e semelhanças. As semelhanças, em forma de unidade de significado, foram agrupadas em categorias e subcategorias relacionadas às QP, discutidas a seguir.

QP1 – Quais os jogos digitais usados nas dissertações e tese para o ensino de química?

Os estudos primários foram analisados sobre diversas perspectivas para essa questão, que num primeiro momento buscou enquadrá-los em subcategorias quanto ao seu foco. Desse modo, os estudos tratavam de criação e aplicação (2, 6-8, 11, 14-17), criação e análise do jogo em si (3-5, 12, 13) e análise só da aplicação (1, 9, 10).

Vale frisar que os trabalhos enquadrados na subcategoria criação e aplicação tiveram como foco o planejamento e a elaboração do jogo em si, e se preocuparam em analisar tanto o jogo como a aprendizagem dos alunos, uma vez que alguns trabalhos deram maior ênfase em um ponto que em outro, mas sempre existia a preocupação com os dois; já a criação e análise do jogo tiveram como foco somente o jogo, buscando entender se os elementos inseridos estavam consoante com o planejado, em que a análise foi realizada em sua grande maioria por pares. Na análise só da aplicação, foram utilizados jogos que já estavam desenvolvidos, e o foco se centrou na aprendizagem dos alunos.

Observa-se, desse modo, como menos expressivas, as pesquisas só de aplicação dos jogos digitais prontos, o que pode caracterizar uma escassez de jogos digitais com assuntos de química e uma preocupação dos pesquisadores em desenvolver esses jogos, como observado na subcategoria de criação com aplicação do jogo. Além disso, existe um interesse na análise dos jogos desenvolvidos pelo público-alvo (alunos, professores e criadores de jogos), como visto na segunda subcategoria.

Na análise geral dos trabalhos, constatou-se que a maioria dos jogos é entendida como ferramenta ou recurso didático que auxilia as aulas expositivas em um ensino tradicional. No entanto, há a preocupação desses jogos servirem como instrumentos de ensino e de avaliação, que nunca dispensa a participação direta e indireta do professor no processo. Enquanto estratégias de ensino, as características mais frequentes dos jogos foram o estilo de tabuleiro com perguntas, respostas ou *quiz* e em formato de problemática no estilo RPG, que também apresentavam algumas características do tipo *quiz*. Assim, as respostas e ações no jogo geralmente eram pré-requisitos para se avançar nas fases ou etapas.

Os programas ou *softwares* para criação foram o RPG Maker, Engine Unity3D, Game Editor, HTML5, Scratch, Python, Programa Visual Basic e Flash. O RPG Maker se apresentou mais expressivamente por ser de fácil manipulação, possibilitar a criação de cenários e já existirem personagens prontos para serem utilizados. Já a plataforma Flash esteve presente nos trabalhos mais antigos, pois atualmente não existe suporte técnico, tornando-se obsoleta. As demais plataformas, com exceção do Scratch (a mais simples das plataformas), são mais complexas e necessitam de um mínimo de conhecimento de programação.

Com relação aos elementos de *design* dos jogos, como narrativa, mecânica, estética e tecnologia, foi possível observar notórias diferenças, como, por exemplo, jogos que apresentavam poucos aspectos estéticos, mecânica pobre e quase não tinham ou eram ausentes de narrativa, sendo elaborados por tecnologias simples. Em contrapartida, observaram-se jogos que atendiam aos quatro aspectos do *design* de jogos e tinham certa complexidade técnica e tecnológica. A fim de classificá-los com base nas características do design de jogos, foi criada uma escala com 10 níveis que agrupou os trabalhos de acordo com sua complexidade. A escala de complexidade foi dividida em três subcategorias que reúnem os níveis de forma aproximada a partir de suas características:

Simple – Apresenta gráficos simplistas, mecânica pobre, pouca ou nenhuma narrativa e tecnologia simples. Agrupa os jogos de perguntas e respostas, *quiz*, cartas ou tabuleiros digitais, estando entre o nível 1 e 3.

Intermediário – Apresenta gráficos e mecânica um pouco mais elaborados, tendo ou não narrativa, e com tecnologia melhor. Agrupa os jogos que contêm cenários, níveis, interações e elementos dos jogos digitais de maneira razoável, estando entre o nível 4 e 5,

Complexos – Apresenta gráficos, mecânica, narrativa mais elaborada, com tecnologia mais robusta. Agrupa os jogos de RPG com cenários mais sofisticados, tem interações com o jogador de forma mais diversificada, com diversas respostas, caminhos ou ações do jogador para a mesma situação-problema, gráficos do tipo 3D e imagens mais realistas, estando entre os níveis 6 a 10.

Vale ressaltar que os critérios de classificação foram elaborados a partir da leitura dos trabalhos, observando essas características, e tal agrupamento serviu de base para evidenciar as diferenças e semelhanças entre os jogos. Ademais, ajudou a associar os conteúdos trabalhados nos jogos, determinou qual nível de ensino estavam inseridos e possibilitou ter uma visão geral dos trabalhos, como consta da Tabela 6.

Analisando a Tabela 6, a partir dos níveis de complexidade, observa-se que apenas o trabalho 4 está inserido no nível 10, pois apresenta uma estética mais robusta e em 3D, boa jogabilidade e trabalha os conteúdos de maneira crítica, permitindo boa interação entre os jogadores. Já os trabalhos inseridos nos níveis 8 e 9 são do tipo RPG, que permitem trabalhar problemáticas em uma narrativa elaborada, dando significado aos conteúdos. Os demais jogos, embora apresentem boas características, são menos sofisticados que esses três em termos de narrativa, estética e boa mecânica que permitem significar os conteúdos de maneira mais crítica. A partir disso, também se observa uma relação direta da tecnologia utilizada, que possibilita dar vida ao jogo em termos de jogabilidade, como os trabalhos inseridos nos níveis 8 e 9, que utilizaram o RPG Maker e Game Maker, que já têm cenários e personagens dinâmicos.

A caracterização dos jogos em relação à sua complexidade é um ponto importante de análise, pois, no que se refere ao entretenimento proporcionado pelos jogos comerciais, mesmo aqueles mais simples acabam cativando e envolvendo os jogadores, pois a grande maioria se preocupa em estabelecer uma ligação harmônica entre os quatro elementos de *design* (Schell, 2011). Em contrapartida, diversos jogos digitais pedagógicos têm uma preocupação demasiada na instrução (conteúdo) e geralmente não é estabelecida uma conexão satisfatória dos quatro elementos em equilíbrio com essa instrução.

Segundo Ribas (2018), os jovens se interessam, cada vez mais, por jogos bem elaborados, mesmo que não tenham gráficos sofisticados ou em 3D, mas apresentem jogabilidade que possam envolvê-los. Já para os jogos educacionais, o autor aponta que esses não suprem as expectativas por serem simplistas, com atividades repetitivas, questões mal-projetadas que não possibilitam uma compreensão progressiva, sendo o jogo limitado em suas atividades e geralmente concentrados em uma habilidade ou na acumulação de conteúdo (Ceangal; Kirriemuir apud Ribas, 2018). Isso foi observado em alguns jogos, principalmente aqueles classificados em níveis menores (Tabela 6), no qual a pesquisa apontava que o uso do jogo foi satisfatório pelos alunos ou proporcionou diversão. Porém, acreditamos que esse tipo de afirmativa não deve ser relacionado somente ao uso do jogo, mas à toda mudança ocorrida na dinâmica das aulas, cabendo maior análise do processo na totalidade e do próprio *design* do jogo.

Embora essa característica da falta de equilíbrio entre instrução e diversão seja comum em alguns jogos dessas pesquisas, chama a atenção o fato de os pesquisadores sempre abrirem espaço para os alunos/jogadores criticarem ou sugerirem mudanças (avaliação), tendo a preocupação de realizar melhorias no jogo e no próprio processo de ensino e aprendizagem com o uso desses. Esse resultado leva a refletir sobre o contraste entre os jogos comerciais e pedagógicos, pois os primeiros são geralmente formados por equipes especializadas e têm recursos financeiros, enquanto os pedagógicos existem apenas o empenho, dedicação e intencionalidade de quem está produzindo.

Nessa vertente, seria possível os jogos digitais pedagógicos cativarem os alunos da mesma maneira que os jogos digitais comerciais o fazem, embora a principal intenção seja ensinar e não somente divertir? A DGBL, apontada na maioria dos trabalhos analisados, nos traz uma possível resposta positiva, pois justifica o uso dos jogos digitais no processo de ensino e aprendizagem. Isso pode ser evidenciado a partir da avaliação que essas pesquisas buscaram realizar por meio de questionários, entrevistas, teste pré- e pós-intervenções metodológicas.

Tabela 6: Visão geral da caracterização dos estudos primários.

Níveis de complexidade	1º	2º	3º	4º	5º	6º, 7º	8º, 9º	10º
Nome dos jogos	Caça-palavras	Pelas trilhas do petróleo	Cinética dos gases	Balance químico	Jogo dos elementos I	Carbon scratch	RPG para ACT	Chemistry raiders
	Palavras cruzadas	Órion	Girino catódico	Stereo game	XeNUBI	Mr. Ratômico	Batalha de periódica	
	Quiz tabela periódica	Maria gasolina	Pilhadinho	As aventuras de Sbuga	Q-memória		O jogo eletrônico de RPG	
	Jogo propedin	Petrus						
		Jogo ludo atomística						
Conteúdo do ensino médio								
1ª Série	-	-	-	-	-	-	3	-
Modelos atômicos	1	14	11	-	1	12	-	-
Histórico da tabela periódica	16	-	-	-	-	-	15	-
Tabela periódica e propriedade	1, 16	14	-	-	1, 6, 10	12	15	-
Distribuição eletrônica	-	14	-	-	-	-	-	-
Ligação química	-	-	-	-	6	-	-	-
Conceito de mol e cálculos e fórmulas	-	-	-	17	-	-	-	-
2ª Série	-	-	-	-	-	-	-	4
Balanceamento de reações químicas	-	-	-	7	-	-	-	-
Teoria cinética dos gases	-	-	9, 13	-	-	-	-	-
Cinética química	-	-	-	-	-	-	5	-
Pilhas	-	-	11	-	-	-	-	-
3ª Série	-	-	-	-	-	-	-	-
Hidrocarbonetos	-	2	-	-	-	2	-	-
Estereoquímica	-	-	-	8	-	-	-	-

Fonte: Elaborada pelos autores.

Os principais resultados, de modo geral, indicam que o uso dos jogos digitais em sala de aula se justifica por pertencerem ao contexto cultural dos alunos, o que ajudaria a motivá-los e até mesmo significar os conteúdos, aumenta o interesse em determinados conteúdos, promove interações interpessoais e colaboração e, por fim, integra diversos princípios de aprendizagem dos bons jogos (Gee, 2009).

Assim, com o uso dos jogos, os alunos deixam de ser passivos, saem de receptadores para produtores do próprio conhecimento, não sendo só consumidores de mídias, mas produtores de seus próprios jogos. Nesse processo, também estão desenvolvendo habilidades e competências do século XXI, aspecto defendido por Prensky (2010). O estudo 2 ilustra esse fato, pois “[...] 94,28% dos alunos identificaram as competências de informação e comunicação presentes no *software Scratch*. Ao desenvolverem os jogos, os estudantes precisaram fazer escolhas, criar e administrar variadas mídias como textos, imagens e áudio” (MEDEIROS, 2018, p. 69).

Destaca-se que o estudo 2 está no segundo nível de complexidade (Tabela 6), pois os dados apresentados se referem ao envolvimento dos alunos e não à qualidade do jogo em termos de conteúdo e do próprio *design*. Isso indica que o processo em si também é importante e envolveu ativamente os estudantes, podendo abrir novas possibilidades para significar os conteúdos desses jogos. O trabalho 11 também apresenta essas mesmas características, dando maior ênfase ao processo.

QP2 – Quais e como os conteúdos de química estão sendo trabalhados?

Como mostrado na Tabela 6, um mesmo trabalho abordou mais de um jogo. Sendo assim, o assunto mais frequente foi de tabela periódica (1, 6, 10, 12, 14-16) seguido dos modelos atômicos (1, 11, 12, 14). Os outros assuntos foram hidrocarbonetos (2), pilhas (11), teoria cinética dos gases (9, 13), conceitos de mol e cálculos e fórmulas (17), balanceamento de reações químicas (7), cinética química (5) e estereoquímica (8).

A partir da leitura e análise dessas pesquisas, observou-se que esses assuntos são preferidos por apresentarem um nível maior de abstração e pela própria experiência dos pesquisadores ao relatarem ser de difícil aprendizagem pelos alunos. Além disso, são conteúdos fundamentais, servindo de base para os demais. Dessa maneira, na maioria dos trabalhos, a construção e/ou uso do jogo estavam diretamente ligados ao problema de aprendizagem desses conteúdos, e em poucos casos havia a preocupação de introduzir o jogo como estratégia ou metodologia de ensino, como os trabalhos 3 e 4.

Os estudos 3 e 4 foram os únicos que exploram os conteúdos de forma mais ampla e correlacionados, ou seja, o trabalho 3 abordou diversos conteúdos da primeira série que se relacionavam e o trabalho 4 os conteúdos da segunda série do ensino médio que também tinham relação. Ademais, esses dois trabalhos foram além da aprendizagem dos conteúdos conceituais e procedimentais; estavam preocupados com os atitudinais, valores e postura crítica dos jogadores. O estudo 3 estava focado, além dos aspectos lúdicos e elementos de design de jogos, na avaliação da alfabetização científica e tecnológica, e o estudo 4 nas relações entre CTS, destacando o pensamento crítico e a tomada de decisão para além dos limites virtuais e teóricos do jogo, uma vez que esse tinha simulações e analogias de situações reais do cotidiano do jogador/aluno.

Apesar de a maioria dos jogos nessas pesquisas se preocupar com a aprendizagem, ainda é focada na fixação de conceitos, manifestando-se por meio de perguntas e respostas em formato de carta ou tabuleiro (digitais), com a diferença de ter um contexto mais motivador, com maior participação e interação dos alunos. Como nos diz Cunha (2012, p. 96), “a utilização de jogos didáticos faz com que os alunos trabalhem e adquiram conhecimentos sem que estes percebam, pois, a primeira sensação é a alegria pelo ato de jogar”, o que se complementaria com um ato de aprender significativamente, como realizado nos trabalhos 3 e 4. Porém, não é uma tarefa tão simples, como apontam Cunha et al. (2012, p. 4):

Muitas vezes, certos conteúdos de Química fazem pouco ou até mesmo nenhum sentido para os estudantes, é preciso utilizar perspectivas diferenciadas. A abordagem CTS é uma opção, porém notamos poucos trabalhos que têm essa preocupação. Este fato pode estar relacionado com a dificuldade dos professores em elaborar e aplicar jogos que estabeleçam as relações entre a ciência, tecnologia e sociedade ou mesmo do entendimento conceitual dessa abordagem.

Podemos inferir que esses trabalhos tratam os conteúdos com uma frequência limitada de conceitos, tabela periódica e modelos atômicos, e não exploram os conteúdos de forma mais ampla e crítica, possivelmente por limitações conceituais, como aponta Cunha (2012), e por limitações técnicas para trabalhar uma gama maior de conteúdos de forma mais complexa no jogo.

QP3 – Quais as principais conclusões e resultados na aprendizagem com uso destes jogos?

Os principais resultados e conclusões dos 17 trabalhos analisados, no que diz respeito à aprendizagem com uso dos jogos, são apresentados como síntese geral a partir das leituras e da extração das unidades de registro. Salienta-se que tais pesquisas se utilizaram de diversos instrumentos de coleta de dados para apresentar seus resultados, tais como aplicação de pré- e pós-teste, nos casos de criação e aplicação do jogo ou somente aplicação de jogos já desenvolvidos, questionários com pares (*designers* de jogos ou pesquisadores) ou com os usuários (professores e alunos), nos casos de criação e análise do jogo, notas de campo da percepção do próprio pesquisador/desenvolvedor e entrevistas.

Nos estudos 1, 2, 4, 6-11, 14-17, o uso dos jogos foi apresentado ante as avaliações com os estudantes como motivador, dinâmico e desafiador, além de estar inserido nos princípios de aprendizagem de Gee (2009). Esses jogos também foram bem aceitos pela maioria dos alunos quando perguntados sobre as possibilidades de utilizá-los no processo de ensino e aprendizagem como recurso complementar às aulas tradicionais. Já os estudos 3, 5 e 13 foram avaliados pelos próprios pesquisadores/desenvolvedores que colocaram suas percepções de aprovação dos jogos ante as características de *design* e de conteúdos de química. Por fim, o estudo 12 foi avaliado por *designers* de *games* e professores, pois são considerados fundamentais para a criação de jogos digitais pedagógicos, uma vez que podem agregar valor aos elementos de *design* de jogos pedagógicos num produto complexo em seu processo de produção.

Nos estudos 2 e 11, os alunos puderam produzir seus próprios jogos, desenvolvendo, dessa maneira, habilidades e competências do século XXI, como pensamento lógico, computacional, crítico, colaboração interpessoal e trabalho em grupos. Devido a essa abordagem, os alunos se sentiam parte do processo de aprendizagem, sendo mais ativos e autônomos, podendo explorar seus limites e desenvolver capacidades e competências não favorecidas nas aulas tradicionais, por não permitirem participações dessa natureza. Nos demais estudos, os jogos eram criados pelo pesquisador ou já estavam prontos, e a ênfase era no efeito de sua aplicação como meio facilitador da aprendizagem.

Nos estudos 1, 2, 5-7, 9, 11, 12 e 17, as principais teorias de aprendizagem de base para as fundamentações e análise foram o construtivismo, epistemologia genética de Jean Piaget, perspectiva sociointeracionista de Vigotsky, teoria da zona de desenvolvimento iminente (ZDI) e proximal (ZDP) de Vigotsky, teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, construcionismo de Seymour Papert, teoria da atividade de Leontiev, inteligência múltiplas de Gardner e os bons princípios de aprendizagem dos jogos digitais de James P. Gee. Os estudos 3 e 4 tinham como fundamentação a alfabetização científica e tecnológica e a abordagens CTS. Já os estudos 8, 10, 14-16 não tinham uma teoria de aprendizagem específica, focando suas fundamentações na necessidade de inserção de tecnologias inovadoras e midiáticas na educação. O estudo 12 teve um diferencial: além das teorias de aprendizagem, apropriou-se dos conceitos de *design* de *game* e transposição didática. E o destaque do estudo 13 foi a ideia de uso de analogias como potencializador da aprendizagem de conceitos químicos. Em geral, os estudos mais recentes se preocuparam em definir um referencial teórico como base às suas análises, e os mais antigos tinham uma análise generalista, pautada na perspectiva de influência positiva que as tecnologias digitais podem proporcionar ao ensino.

Nos estudos 3, 8, 12 e 14 ficou evidente que os jogos digitais podem ser instrumentos de avaliação da aprendizagem, pois informam em tempo real dados dos avanços dos jogadores, apresentam *feedback* dos acertos e erros, determinam diversos caminhos e resposta para as mesmas questões e situações-problema. Os dados da pontuação dos jogadores são armazenados nos jogos, podendo ser acessados e analisados, servindo como indicadores de aprendizagem de diversos conteúdos. Além disso, o progresso do jogador está condicionado aos acertos, ações ou comportamentos adequados na mecânica dos jogos.

Os estudos 3, 4 e 12 se destacam pela abordagem dos conteúdos, uma vez que, no propósito de *design*, as aprendizagens devem contribuir para a formação cidadã dos jogadores. Os jogos, nesse sentido, permitem avaliar escolhas, ações e estratégias adequadas dos jogadores para além de seus limites teóricos, em direção ao mundo real. Desse modo, esses trabalhos almejavam uma aprendizagem mais complexa, explorando conteúdos atitudinais, relações epistemológicas, natureza do conhecimento científico, tecnológicos e suas relações com a sociedade e o meio ambiente.

Os estudos 3, 4, 8, 9, 11 e 13 simbolizam as potencialidades dos jogos digitais para dois aspectos, as simulações e as analogias. Por meio de recursos visuais, os cenários e as imagens da realidade contextualizam os conceitos

químicos e as representações micro e macroscópicas tidas como de difícil abstração. Portanto, os alunos interagem nos jogos com modelos abstratos de modo mais tangível.

De forma geral, em todos os estudos, foi notório que os jogos promovem a motivação e o aumento de interesse dos alunos quando utilizados no ensino de química. Além disso, os 17 trabalhos destacam que é indispensável a participação do professor durante o processo, seja na criação, avaliação ou aplicação dos jogos.

Por fim, entende-se que, mesmo com a disponibilidade de programas e tutoriais na internet, a criação dos jogos com fins educacionais não é tarefa trivial, pois depende de objetivos claros, custos operacionais e tempo para o desenvolvimento, escasso na vida dos professores-pesquisadores, os principais desenvolvedores. Concomitantemente, o tempo de 2 anos de uma dissertação de mestrado não é suficiente para produção, aplicação e análise do jogo e aprendizagem dos alunos. No entanto, mesmo com essa limitação, 16 estudos analisados eram dissertações e apenas um era tese de doutorado, que pesquisou a aplicação de um jogo digital já desenvolvido, o que nos leva à reflexão em relação ao tempo e à maturidade acadêmica para trabalhos mais elaborados nessa linha. Devido ao tempo, provavelmente a maioria dos jogos tinha aspectos simplistas, o que não foi empecilho para a aceitação no público-alvo, alunos e professores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A maioria dos estudos tem como premissa a necessidade de se inserirem as tecnologias digitais, pertencentes ao contexto cultural dos jovens, nos processos de ensino. Nesse sentido, os estudos se mostraram satisfatórios com a inserção de jogos digitais no ensino de química. Os alunos foram mais ativos na construção de seus conhecimentos, melhorando qualitativa e quantitativamente suas aprendizagens e seus comportamentos, e não ficaram passivos ao processo.

O jogo digital, como produto cultural, pode ser o mais simples ou o mais complexo, dependendo das habilidades dos criadores e das tecnologias de criação empregadas. Na sua maioria, os jogos eram simples, mas suficientes para trabalhar assuntos de química tidos como de difícil aprendizagem pelos alunos do ensino médio, sendo os conteúdos de tabela periódica e modelos atômicos os mais explorados. Desse modo, outros conteúdos também importantes na química podem ser temas de estudos futuros. Pode-se explorar, também, a produção de jogos digitais mais complexos por meio de parcerias com *game designer*.

Os estudos mais relevantes, sobre o ponto de vistas das pesquisas em ensino de ciência, são os preocupados com a alfabetização científica e tecnológica, as relações CTS, as questões epistemológicas, os conhecimentos relacionados ao cotidiano, a tomada de decisão cidadã e a postura crítica. Porém, os trabalhos com essas características foram menos frequentes, provavelmente por serem mais difíceis de serem projetados do ponto de vista do design, uma vez que tratam da aprendizagem em um nível mais complexo e necessitam de um tempo amplo para pesquisa. Assim, tais abordagens com o uso de jogos digitais torna-se um bom universo a ser explorado com mais atenção.

Por fim, desejamos que esse mapeamento na BDTD seja uma contribuição para mobilização de estratégias, parcerias com produtores de *games*, universidades e escolas para agregar recursos humanos para a produção de jogos digitais pedagógicos cada vez mais eficazes e, com isso, que a DGBL se torne rotina nas escolas brasileiras.

CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

Conceitualização: Lemos JM; Costa HR; **Curadoria de Dados:** Lemos JM; Costa HR; **Análise Formal:** Não aplicável; **Obtenção de Financiamento:** Costa HR; **Pesquisa:** Lemos JM; Costa HR; **Metodologia:** Lemos JM; Costa HR; **Administração do Projeto:** Lemos JM; Costa HR; **Recursos:** Não aplicável; **Software:** Não aplicável; **Supervisão:** Não aplicável; **Validação:** Não aplicável; **Visualização:** Lemos JM; Costa HR; **Redação - Preparação do rascunho original:** Lemos JM; Costa HR; **Redação - Revisão e edição:** Lemos JM; Costa HR.

DISPONIBILIDADE DE DADOS DE PESQUISA

Todos os dados foram gerados ou analisados neste estudo.

FINANCIAMENTO

Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA) pelo apoio com o processo UNIVERSAL-06789/22.

AGRADECIMENTOS

Não aplicável.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, G. M. A. **Jogo digital e analogias uma proposta para o ensino de Cinética Química**. 2015. 85 f. Dissertação (Mestrado Educação para Ciência) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2015.

ALVES, D. F. S.; SILVA, J. F. M. Jogos digitais: uma revisão sobre definições, fundamentos e aplicações no ensino de ciências. **Revista Eletrônica Ludus Scientiae**, Foz do Iguaçu, v. 4, n. 1, p. 14, 2020.

ALVES, L. et al. Jogos eletrônicos e screenagens: possibilidades de desenvolvimento e aprendizagem. In: SILVA, E. M.; MOITA, F. M. G. S. C.; SOUSA, R. P. **Jogos eletrônicos construindo novas trilhas**. Campina Grande: EDUEP, 2007.

BARDIN, L. **Análise do Conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.

BATTAIOLA, A. L. Jogos por computador–histórico, relevância tecnológica e mercadológica, tendências e técnicas de implementação. **Anais da XIX JORNADA DE ATUALIZAÇÃO EM INFORMÁTICA**, SBC, Anais... 2000, p. 83-122.

COLAGRANDE, E. A. **Desenvolvimento de um jogo didático virtual para o aprendizado do conceito de mol**. 2008. 110 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência) – Instituto de Química, Instituto de Biociências e Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

COSTA, L. T. **Abordagens lúdicas e digitais para o ensino da classificação periódica dos elementos químicos**. 2016. 116 f. Dissertação (Mestrado Educação em Ciências) – Instituto de Ciência Básica e da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

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

CUNHA, M. B.; FIORESI, C. A.; LAYTER, M. B.; SILVA, V. M. Jogos no Ensino de Química: uma análise dos trabalhos apresentados no ENEQ. In: **ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA**, 2012, Salvador. Anais... Salvador, 2012.

CUNHA, M. B. O movimento Ciência/Tecnologia/Sociedade (CTS) e o ensino de ciências: condicionantes estruturais. **Varia Scientia**, Cascavel, v. 6, n. 12, p. 121-134, 2006.

DUARTE, D. W. A. **Q-memória um jogo digital para o estudo de química**. 2017. 94 f. Dissertação (Mestrado em Computação aplicada) – Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2017.

FELIZARDO, K. R. et al. Revisão Sistemática da Literatura em Engenharia de Software: Teoria e Prática. Rio de Janeiro: **Elsevier**, 2017.

FERNANDES, M. **Aplicação do jogo ludo atomística no ensino de química**. 2015. 123 f. Dissertação (Mestrado em Química) – Centro de Ciência Exatas e de Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2015.

FIGUEIREDO, M. C. **Aplicação de um jogo digital e análise de conceitos da teoria cinética dos gases**. 2016. 321 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciência) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2016.

GEE, J. P. Bons vídeos games e boa aprendizagem. **Perspectiva**, Florianópolis, v. 27, n. 1, p. 167-178, 2009. <https://doi.org/10.5007/2175-795X.2009v27n1p167>

GROHMANN, R. A comunicação a partir do humano e do material: o conceito de tecnologia em Álvaro Vieira Pinto e implicações para as teorias da comunicação In: **XXXVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DA COMUNICAÇÃO**, 2015, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: UFRJ, 2015, p. 1499-1514.

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. 297 f. Dissertação (mestrado Educação para Ciência) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2015.

IGNÁCIO, A. C. **O RPG eletrônico no ensino de química: uma atividade lúdica aplicada ao conhecimento de tabela periódica**. 2013. 80 f. Dissertação (Mestrado em Formação Científica, Educacional e Tecnológica) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

JAPIASSU, H. F. **Um desafio à educação: repensar a pedagogia científica**. São Paulo: Letras e Letras, 1999.

LIMA, É. R. P. O.; MOITA, F. M. G. S. C. A tecnologia e o ensino de Química: jogos digitais como interface metodológica. In: SOUSA, R. P.; MOITA, F. M. G. S. C.; CARVALHO, A. B. G. (orgs.). **Tecnologias digitais na educação**. Campina Grande: EDUEPB, 2011. <https://doi.org/10.7476/9788578791247.0006>

MEDEIROS, A. C. S. **Scratch: da lógica de programação à química dos hidrocarbonetos**. 2018. 122 f. Dissertação (Mestrado em Formação de Professores) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2018.

MELATTI, G. C. **O RPG eletrônico uma atividade lúdica voltada para o ensino de cinética química no ensino médio**. 2018. 132 f. Dissertação (Mestrado em Formação Científica, Educacional e Tecnológica) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2018.

MOREIRA, J. V. X. **Stereogame** – Desenvolvimento, implementação e avaliação de um jogo didático-computacional para o ensino de estereoquímica. 2016. 117 f. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

MUNÕZ, Y. J.; EL-HANI, C. N. The student with a thousand faces: from the ethics in video games to becoming a citizen. **Cultural Studies of Science Education**, v. 7, n. 4, p. 909-943, 2012. <https://doi.org/10.1007/s11422-012-9444-9>

PRENSKY, M. **Aprendizagem baseada em jogos digitais**. São Paulo: Senac, 2012.

PRENSKY, M. **Não me atrapalhe, mãe - Eu estou aprendendo: Como os vídeos games estão preparando nossos filhos para o sucesso no século XXI - E como você pode ajudar**. São Paulo: Phorte, 2010.

REIS, T. R.; RIBEIRO, R. K. P.; COSTA, H. R. O Equilíbrio entre Design de Games e o Design Instrucional no Desenvolvimento de um Game Pedagógico. **Revista Debates em Ensino de Química**, Recife, v. 6, n. 1, p. 282-306, 2020.

REZENDE, F. A. M.; SOARES, M. H. F. B. Jogos no ensino de química: um estudo sobre a presença/ausência de teorias de ensino e aprendizagem na perspectiva do V epistemológico de GOWIN. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 24, n. 1, p. 103-121, 2019. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2019v24n1p103>

RIBAS, H. L. **Jogo computacional 3D em primeira pessoa: uma possibilidade para o ensino de química**. 2018. 127 f. Dissertação (Mestrado em Formação Científica, Educacional e Tecnológica) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2018.

RIBEIRO, R. J. **Game design aplicado em simulações interativas educacionais**. 2017. 182 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciência e Tecnologia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2017.

RODRIGUES, I. A. **O uso das TICs como estratégia para promover o conhecimento em Tabela Periódica.** 2019. 172f. Dissertação (Mestrado Profissional em Química) – Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019.

ROSA, T. F. **O processo de construção de um game para o reconhecimento dos níveis de alfabetização científica e tecnológica no ensino de Química.** 2018. 151 f. Dissertação (Mestrado em Formação Científica, Educacional e Tecnológica) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2018.

SALEN, K.; ZIMMERMAN, E. **Regras do jogo:** principais conceitos. São Paulo: Blucher, 2017.

SHELL, J. **A arte de game design:** o livro original. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

SILVA FILHO, S. M. **Desenvolvimento de jogos digitais por alunos do ensino médio para o desenvolvimento de conceitos químicos.** 2015. 90 f. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.

SILVÉRIO NETO, G. **Desenvolvendo jogo educativo para o ensino de química um material didático alternativo de apoio ao binômio ensino - aprendizagem.** 2017. 142 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências (PPEC) – Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, 2017.

SOUZA, F. L.; GONÇALVES, T. V. O. Bases epistemológicas subjacentes ao enfoque CTS no ensino de química. **Acta tecnológica**, São Luís, v. 6, n. 2, p. 30-36, 2012. <https://doi.org/10.35818/acta.v6i2.55>

TODOR, R. **Taxonomia de Games Educativos.** 2015. 181 f. Dissertação (Mestrado em Design) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

VAN ECK, R. Digital game-based learning: Still restless, after all these years. **Educause Review**, v. 50, n. 6, p. 13, 2015.

WEIZMAN, A. Designing casual serious games in Science. The case of “Couch Potatoes Defense”. **EAI Endorsed Transactions on Serious Games**, v. 1, n. 3, 2014. <https://doi.org/10.4108/sg.1.3.e6>

WU, W.-H. et al. Re-exploring game-assisted learning research: The perspective of learning theoretical bases. **Computers & Education**, v. 59, n. 4, p. 1153-1161, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.05.003>

ZABALA, A. **A prática educativa:** como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 1998.

ZAMBONI, G. **O ensino de propriedades periódicas através do lúdico.** 2013. 87 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Química) – Centro de Ciência Exatas e de Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2013.