



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE
CIÊNCIA E MATEMÁTICA

JUNIVALDO MENDONÇA LEMOS

O ENFOQUE CTS EM JOGOS DIGITAIS DESENVOLVIDOS PARA O ENSINO DE
QUÍMICA SOBRE UMA PERSPECTIVA SOCIOCULTURAL

SÃO LUÍS -- MA

2022

JUNIVALDO MENDONÇA LEMOS

**O ENFOQUE CTS EM JOGOS DIGITAIS DESENVOLVIDOS PARA O ENSINO DE
QUÍMICA SOBRE UMA PERSPECTIVA SOCIOCULTURAL**

Dissertação apresentada ao programa de pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal do Maranhão – PPECEM como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre.

Orientador: Dr. Hawbertt Rocha Costa

SÃO LUÍS -- MA

2022

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo autor. Núcleo Integrada de Bibliotecas/UFMA

Lemos, Junivaldo Mendonça.

O enfoque CTS em jogos digitais desenvolvidos para o ensino de química sobre uma perspectiva sociocultural/ Junivaldo Mendonça Lemos. - 2022. 107f.

Orientador: Dr. Hawbertt Rocha Costa

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2021.

1. Ensino de Química. 2. Relações CTS. 3. Perspectiva sociocultural 4. Jogos Digitais. 5. Design de Games. 6. Design Instrucional. I. COSTA, Hawbertt Rocha. II. Título.

CDU: 000 000/0000 (000.0)

JUNIVALDO MENDONÇA LEMOS

**O ENFOQUE CTS EM JOGOS DIGITAIS DESENVOLVIDOS PARA O ENSINO DE
QUÍMICA SOBRE UMA PERSPECTIVA SOCIOCULTURAL**

Dissertação apresentada ao programa de pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal do Maranhão – PPECEM como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre.

Aprovado em: 31 / 01 / 2022

Banca Examinadora

Prof. Dr. Hawbertt Rocha Costa (Orientador)
Universidade Federal do Maranhão– PPECEM/UFMA

Prof. Dr. Bruno Silva Leite
Universidade Federal Rural de Pernambuco – PPGEC/UFRPE

Profa. Dra. Maria Consuelo Alves Lima
Universidade Federal do Maranhão– PPECEM/UFMA

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha família, em especial a meus pais, Osvaldo e Margarida (*Mãe, sempre presente nos meus estudos e exemplo de boa pessoa, de Fé e Humildade!*), aos meus irmãos, como exemplos e a minha esposa Adrielle Alyne e minha Filha Lorena pela paciência nesta caminhada.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal do Maranhão-UFMA, pela Infraestrutura disponibilizada, pelos professores do programa e funcionários administrativos.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelas capacitações e investimentos em pesquisa, em especial ao PPECCEM.

Ao Governo do Estado do Maranhão, representado pela Secretaria de Educação (SEDUC-MA) e pelo Instituto Estadual de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IEMA), por me conceder a licença e contribuído com minha formação profissional.

A Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática em proporcionar a motivação e as condições acadêmicas para os discentes nestes dois anos do mestrado.

A todos os professores do programa que direta e indiretamente contribuíram com minha formação, em especial ao prof. Dr. Hawbertt Rocha Costa pela orientação e amizade, sempre compreensiva.

A todos os alunos da minha turma, que sempre buscaram força de ir além das condições adversas e atípicas para cumprir com seus compromissos pessoais e acadêmicos.

RESUMO

Partindo da hipótese que as questões do enfoque CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) relacionadas aos jogos digitais podem contribuir com reflexões pedagógicas para uma formação cidadã. E, também, diante da facilidade de acesso as novas tecnologias de desenvolvimento de games, é que a presente pesquisa buscou analisar trabalhos sobre o uso de jogos digitais como ferramentas mediacionais para o ensino da disciplina de Química em uma perspectiva sociocultural. Neste contexto, o objetivo central da pesquisa foi caracterizar o enfoque CTS em Jogos Digitais desenvolvidos para o ensino de Química, buscando relações que possam equilibrar o design de games e design instrucional que contribuam para novos desenvolvimentos. Este trabalho se caracteriza como do tipo qualitativo, exploratório e de natureza bibliográfica, sendo pautado na Revisão Sistemática da Literatura em conjunto com a Análise Temática, cujo protocolo buscou responder as questões de pesquisa por meio da análise de fontes primárias selecionados nas Bases de dados *Google Scholar*, *SciELO*, *Web of Science* e *Scopus*, publicados no período de 2015 a 2020. Foram retornados das buscas 296 estudos primários, com aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, 21 estudos formaram o corpus de pesquisa. Os resultados apontam lacunas de pesquisa na temática das relações CTS com os jogos digitais para o ensino de química. Os jogos digitais apresentam-se como motivadores e aumentam o interesse dos jogadores em aprender. Os conteúdos de química em uma abordagem CTS se tornam mais significativos e exigem dos estudantes postura crítica e tomada de decisão em situações problemas do jogo análogas ao mundo real.

Palavras-chave: Ensino de Química, relações CTS, perspectiva sociocultural; Jogos Digitais, *Design de Games*, *Design Instrucional*.

ABSTRACT

Based on the hypothesis that STS (Science, Technology and Society) issues related to digital games can contribute with pedagogical reflections for a citizen formation. And, also, given the ease of access to new game development technologies, this research sought to analyze works on the use of digital games as mediational tools for teaching Chemistry from a sociocultural perspective. In this context, the main objective of the research was to characterize the STS approach in Digital Games developed for the teaching of Chemistry, looking for relationships that can balance game design and instructional design that contribute to new developments. This work is characterized as qualitative, exploratory and bibliographical in nature, based on the Systematic Literature Review together with the Thematic Analysis, whose protocol sought to answer the research questions through the analysis of primary sources selected in Google Databases Scholar, SciELO, Web of Science and Scopus, published from 2015 to 2020. 296 primary studies were returned from the searches, with application of the inclusion and exclusion criteria, 21 studies formed the research corpus. The results point to research gaps in the theme of STS relationships with digital games for teaching chemistry. Digital games present themselves as motivators and increase players' interest in learning. Chemistry contents in a STS approach become more significant and demand from students critical posture and decision-making in game-problem situations analogous to the real world.

Keywords: Chemistry teaching, STS relations, sociocultural perspective; Digital Games, Game Design, Instructional Design.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Tétrade elementar que representa as quatro categorias elementares do jogo: Mecânica, Tecnologia, Estética e História	34
Figura 2- Processo geral de uma revisão sistemática.....	46
Figura 3- Fluxos das etapas de revisão sistemática e da Análise Temática	48
Figura 4- Análise Temática em revisão sistemática apoiada por suporte computacional	49
Figura 5- Esta ilustra um exemplo de visualização de nuvens de palavras para as palavras chaves.....	50
Figura 6 - Processo simplificado para utilização da ferramenta StArt.....	51
Figura 7- Ilustra os estudos selecionados na Start que são inseridos em formatos de arquivos .pdf na ferramenta Atlas.ti	53
Figura 8- Interface da ferramenta StArt	54
Figura 9- Visão geral da interface do Software ATLAS.ti.	57
Figura 10- Distribuição dos estudos de acordo com os Países de origem.	68
Figura 11- Nuvem de palavras mais frequentes dos conteúdos explorados nos jogos. ..	69
Figura 12- Etapas das dimensões lúdicas e pedagógicas	71
Figura 13- Estrutura para o design de um videogame educacional (Role-playing + action + aventura gráfica)	72
Figura 14- Codificação das categorias dos bons princípios de aprendizagem dos jogos digitais de Gee (2009) nos 21 jogos analisados.	73
Figura 15- Visão geral do ambiente natural.....	75
Figura 16- Desafio da escola.....	75
Figura 17- Cenário do jogo elaborado como produto educacional para avaliar o nível de ACT.....	76
Figura 18- Codificação das categorias dos bons princípios de aprendizagem dos jogos digitais de Gee (2009) no de Reis, Ribeiro e Costa (2020).....	85
Figura 19- Codificação das categorias dos bons princípios de aprendizagem dos jogos digitais de Gee (2009) no de Ribas (2018).....	85
Figura 20- Codificação das categorias dos bons princípios de aprendizagem dos jogos digitais de Gee (2009) no de Rosa (2018).....	85
Figura 21- Codificação das categorias dos bons princípios de aprendizagem dos jogos digitais de Gee (2009) nos 21 jogos analisados.	86

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: String geral com os descritores considerados para uma busca mais ampla ...	63
Quadro 2: Critérios de Inclusão e exclusão para os trabalhos de desenvolvimentos de jogos com CTS	63
Quadro 3: Número de trabalhos inicial e após aplicação dos critérios de inclusão e exclusão	64
Quadro 4: Estudos primários selecionados para análise.	65
Quadro 5: Os quatro elementos do design de Schell categorizados.....	81
Quadro 6: Resultado das buscas nas bases de dados aplicando as Strings de Busca. 2015 a 2020	106

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACT - alfabetização científica e tecnológica

AT- Análise temática

BDTD - Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações

BNCC- Base Nacional Curricular Comum

BPAJD - bons princípios de aprendizagem dos jogos digitais

CAFé - Comunidade Acadêmica Federada

CTS - Ciência, Tecnologia e Sociedade

CTSA - Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente

HUD - *heads-up display*

PDF - *Portable Document Format*

PEDIC - Laboratório de Pesquisa em Ensino Digital para Ciências

PLACTS - Pensamento Latino-Americano em Ciência-Tecnologia-Sociedade

QGS – *quase gold standard*

RPG - *Role Playing Game*

RSL - Revisão Sistemática da Literatura

SCAS - *Score Citation Automatic Selection*

START - *State of the Art through Systematic Review*

TCC - trabalho de conclusão de curso

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVOS	17
2.1 Objetivo geral	17
2.2 Objetivos específicos.....	17
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	19
3.1 Ensino de Química.....	19
3.2 Pressupostos das problemáticas da CTS na educação	20
3.2.1 Origens dos estudos das relações CTS	20
3.2.2 Presença do enfoque CTS nos currículos	22
3.2.3 Estratégias para aplicação das questões CTS no ensino.....	22
3.3 Jogos digitais no ensino de Química	24
3.4 Relação dos jogos digitais com o enfoque CTS.....	27
3.5 Jogos digitais pedagógicos	30
3.5.1 Design de game	31
3.5.2 Design instrucional.....	35
4 METODOLOGIA.....	44
4.1 Revisão Sistemática	45
4.2 Abordagem RS/AT	47
4.3 Softwares e Tratamento e Análise dos dados.....	50
4.3.1 Softwares: Start e Atlas.ti	51
4.3.2 Tratamento e Análise dos dados.....	53
5 PROTOCOLO DA REVISÃO SISTEMÁTICA	58
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	63
6.1 Análise geral dos estudos primários	64
6.2 A análise dos aspectos da CTS nos Jogos Digitas	74
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	89
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	92
APÊNDICE	102

1 INTRODUÇÃO

O ensino, em especial das Ciências Naturais como a Química, ainda ocorre de forma marcante no modelo tradicional, preocupada na transmissão de conhecimento propedêutico alicerçado numa concepção tradicional de ciência e sem uma relação com o cotidiano dos alunos e, portanto, sem significados para eles. Sendo desta maneira um ensino descontextualizado, o que faz com que não seja bem-visto por muitos estudantes e não contribua com a formação escolar (CUNHA, 2006; JAPIASSU, 1999; SOUSA; GONÇALVES, 2012). Neste contexto, estudos das relações Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) associados a recursos pedagógicos, próximos ao dia a dia dos estudantes, podem desempenhar um papel importante na formação dos discentes por meio da problematização e contextualização dos conteúdos disciplinares, buscando compreender os aspectos sociais da ciência e da tecnologia, bem como suas consequências na sociedade e no meio ambiente.

Além de visar a superação do mito da ciência neutra, salvacionista e da busca da formação do mini cientista, características marcantes em sua origem nas décadas de 50 e 60 em meados do século XX (SANTOS; MORTIMER, 2002), a introdução das relações CTS no meio escolar “[...] se preocupa em ampliar o processo de ensino-aprendizagem para além dos muros da escola, se utilizando da compreensão dos conteúdos não com um fim em si mesmo, mas como um meio capaz de promover a formação crítica do indivíduo” (BOUZON *et al.*, 2018, p.2). Sendo assim, diversas possibilidades podem existir para se trabalhar as temáticas CTS nos conteúdos escolares, como a produção de recursos didáticos, projetos com temas geradores, mudança dos currículos de formação inicial (MUNÕZ; EL-HANI, 2012; SANTOS *et al.*, 2013; SANTOS; VALE; SILVA, 2017) entre outras.

Nesta pesquisa, apontamos os jogos digitais¹ como um destes recursos, adotando um olhar semelhante à do estudo de Munõz e EL-Hani (2012) no qual apontam que a introdução da abordagem CTS necessita que os conteúdos científicos sejam contextualizados ao cotidiano dos estudantes e estes jogos estão entre esses meios de interesse da vida diária dos alunos. Desta maneira, é importante dialogar sobre os conteúdos, mas eles devem ser

¹ Um game [ou jogos digitais] é uma atividade lúdica composta por uma série de ações e decisões, limitado por regras e pelo universo do game, que resultam em uma condição final. As regras e o universo do game são apresentados por meios eletrônicos e controlados por um programa digital. As regras e o universo do game existem para proporcionar uma estrutura e um contexto para ações de um jogador. As regras também existem para criar situações interessantes com o objetivo de desafiar e se contrapor ao jogador (SCHUYTEMA, 2008, p. 7).

trabalhados de forma que façam sentido a partir da realidade dos alunos. Sendo que os jogos digitais podem ser uma maneira adequada para abordar os conteúdos e as ideias científicas nesta perspectiva.

Deste modo, e com a interpretação de que os jogos digitais são construções humanas semelhantes a outros artefatos tecnológico desenvolvidos dentro de parâmetros e condições sociais, econômicas e culturais de produção e consumo (HINTON, 2011), defendemos a ideia de considerar o interesse imediato dos estudantes e suas realidades com os jogos digitais para a promoção da aprendizagem significativa e contextualizada dos conceitos científicos/químicos associados aos aspectos socioculturais do conhecimento, como as relações CTS com uso destas ferramentas mediacionais. Corrobora também, nesta perspectiva, a quinta competência da Base Nacional Curricular Comum (BNCC) (BRASIL, 2018) onde consta que devemos trabalhar na educação básica a compreensão, utilização e criação de tecnologias digitais da informação e comunicação de maneira crítica, reflexiva e ética nas ações sociais, escolares em processos de comunicação e produção de conhecimentos, resolução de problemas e desenvolver o protagonismo e autoria na vida pessoal e em grupo.

De forma geral, os jogos digitais têm ganhado espaço para serem aplicados nos processos de ensino por vários motivos, como por exemplo a facilidade atual de acesso aos softwares de desenvolvimentos destes jogos e, também, a natural proximidade das novas gerações de estudantes com as tecnologias digitais, incluindo aí, os jogos digitais. Para Gee (2009) estes jogos possuem vários princípios de aprendizagem (detalhados na fundamentação teórica) que os potencializam para serem incluídos nos processos de ensino e aprendizagem das disciplinas escolares.

Portanto, atentos na importância e evolução tecnológica dos jogos digitais e analógicos, eles são pesquisados como potenciais para motivar os alunos a estudarem, de forma a aumentar o engajamento dos estudantes em diversas atividades didáticas e desenvolver habilidades de interesse educacional como a comunicação, interação, resolução de problemas, entre outras (BATTISTELLA *et al.*, 2014; CUNHA, 2012; GEE, 2009; LIMA; MOITA, 2011; PRENSKY, 2001, 2012; REIS; RIBEIRO; COSTA, 2020; SOARES, 2016; SOARES; RESENDE, 2019).

Neste contexto, estudos de revisão de Battistella *et al.* (2014) sobre processos de desenvolvimento de jogos digitais pedagógico, verificou-se que, mesmo considerando a importância destes jogos como material didático para serem usados em sala de aula, seus

processos de construção não são claros e são fortemente voltados para o *design* instrucional ou estão focados em apenas um dos aspectos do *design*² destes games, ou seja, na jogabilidade ou na função educativa.

Um projeto para construção de jogos digitais pedagógicos para o ensino pode ser analisado sobre dois aspectos que devem estar em equilíbrio, o design de game e o instrucional. O design de game ou design de jogo são as estratégias para as ações de decisão no processo de criação de um jogo. Segundo Schell (2011), os sistemas de jogos digitais possuem quatro elementos básicos, a mecânica, a narrativa, a estética e a tecnologia que devem ser sempre relacionados entre si e que o game designer deve ter a compreensão que nenhum destes elementos é mais importante que os outros, mas que eles influenciam de forma poderosa as decisões de desenvolvimento de jogos, de início como elementos isolados e depois como um todo relacionado.

O design instrucional, por sua vez, é um sistema que está relacionado com a efetivação da aprendizagem. Apresenta como seus elementos os alunos, professores, materiais didáticos e os ambientes de aprendizagem. Sendo que todos estes elementos são relevantes para os fins deste design, isto é, a aprendizagem. Este design envolvem “as etapas de concepção, desenvolvimento, implementação e avaliação para criar uma abordagem sistemática na produção de novos sistemas de ensino ou no aperfeiçoamento de sistemas já existentes” (DICK; CAREY, 1996 apud BATTISTELLA et al., 2014).

Para o equilíbrio entre o design de game e instrucional, os jogos devem agradar a educadores e alunos, ou seja, que contemplem os objetivos educacionais, mas também proporcione a aprendizagem com divertimento e prazer, imbuídos de um equilíbrio, não somente fechado na proposta curricular ou somente valorizar o jogo como ferramenta de diversão (COSTA; GONÇALVE; YONEZAWA, 2013). Neste sentido, também, trazemos as contribuições de Reis, Ribeiro e Costa (2020) que colocam que:

[...] no desenvolvimento de um jogo digital pedagógico, este pode envolver no seu enredo uma narrativa que trata o conteúdo de Química no contexto da abordagem CTS. Para isso, **deve existir um equilíbrio entre os elementos essenciais dos games: personagem, sonorização, história, narrativa metas e objetivos, dentre outros (design de games), que proporcionam diversão e envolvimento dos jogadores e estão presentes em games comerciais; com os conteúdos científicos**

² Design é o processo pelo qual um designer cria um contexto a ser encontrado por um participante, a partir do qual o significado emerge” podendo ser nos mais diversos contextos. E o designer é o criador de jogos, podendo ser individual, uma equipe de pessoas ou a própria cultura em geral, uma vez que jogos podem surgir da cultura popular ou da cultura de fãs. (SALEN; ZIMMERMAN, 2017. p.56 e 77).

contextualizados e sustentados por teorias de aprendizagem (design instrucional), que tem por objetivo despertar o senso crítico e reflexivo dos alunos. (REIS; RIBEIRO; COSTA, 2020, p.286, grifo nosso)

Desta forma, para ter uma melhor eficácia educacional, o jogo deve ter equilíbrio nas funções lúdicas, relacionadas aos elementos do jogo que promovem a diversão, com as funções educativas que trata dos processos cognitivos de aquisição de conhecimento e habilidades, bem como os conteúdos disciplinares envolvidos. Também, neste contexto, para Costa, Gonçalves e Yonezawa (2013) tem-se desafios para o uso de jogos digitais com fins didáticos, por um lado, devido à falta de fundamentações pedagógicas nos seus usos e por outro, devido aos altos custos e a necessidade de uma equipe para desenvolver os games. Mas, em relação a este, já existem plataformas de criação de jogos que não demandam conhecimentos avançados para o desenvolvimento.

Diante deste cenário para o desenvolvimento dos jogos digitais pedagógicos, corroboramos com a concepção de que os jogos precisam ser concebidos com base nos referenciais teóricos da educação e que o professor, como elemento importante no processo de ensino e aprendizagem, não deve ter os jogos como rivais ou empecilho para sua atuação profissional (ALVES; SILVA, 2020). Assim, nossa pesquisa defende que as temáticas CTS dão suporte para uma análise sociocultural dos conhecimentos associados aos jogos digitais, sendo que estas temáticas podem estar em uma íntima ligação com a narrativa presente nos jogos e nas relações de identidade dos alunos com estes jogos. Neste sentido, apoiamo-nos em Salen e Zimmerman, (2017) que nos dizem que quando se cria jogos, não se cria apenas regras, mas regras que serão utilizadas em um jogo em um contexto cultural. E, também, que diversos temas profundos e pertinentes da sociedade podem ser trabalhados com jogos de maneira mais vantajosa que a outros meios de comunicação, de forma detalhada e sofisticada dependentes sempre da ação e escolha do jogador.

Pensando nas possibilidades de uso dos games para o ensino de Ciência, em particular a Química, concordamos com Lima e Moita (2011) que dizem que os jogos digitais como recursos didáticos para o ensino de Química permitem aos professores trabalharem com vários aspectos, desde conteúdos cognitivos, simbólicos, memória, coordenação visual e motora e processos criativos e, portanto, devem ser introduzidos no ambiente escolar para a aquisição de conhecimento de uma área do saber.

No entanto, um aspecto a considerar nas pesquisas dos jogos para o ensino de química é a reflexão da revisão de Cunha *et al.* (2012) a qual aponta que trabalhos com uso de

jogos com a CTS é pouco frequente, o que pode ser explicado provavelmente pelas limitações dos docentes em elaborar e aplicar jogos relacionados a temática do enfoque CTS ou pela não compreensão conceitual dessa abordagem. Desta forma, no sentido restrito aos jogos digitais, consideramos que provavelmente existam poucos trabalhos que abordem essas relações entre jogos com os pressupostos da CTS.

O enfoque CTS possivelmente apresenta potencial para o ensino das Ciências na educação, pois direciona o olhar para a alfabetização científica e tecnológica (ACT)³ quando coloca em questão o posicionamento crítico do cidadão diante dos impactos da Ciência, da Tecnologia e suas relações com a Sociedade e o meio ambiente (AULER, 2003; PANSERA-DE-ARAÚJO, 2011, SANTOS; MORTIMER, 2001; SCHNORR; RODRIGUES, 2014), além de se opor, também, ao ensino tradicional (SCHNORR; RODRIGUES, 2014). Portanto, alicerçado nesta potencialidade da CTS, vislumbramos nesta pesquisa que o jogo digital projetado para o ensino deva permitir ao aluno uma reflexão crítica que estimule sua participação em problemas reais da Sociedade e não fique limitado a aprendizagem do conteúdo pelo conteúdo. E que se deva usar os elementos de *design* de games e instrucional no sentido a dar ao jogo uma identidade com características que contenha os pressupostos da CTS para que seu uso desenvolva mais que só processos cognitivos de aprendizagem atrelados aos jogos, mas que contribua com a alfabetização científica e tecnológica do educando.

Portanto, no contexto supracitado, esta dissertação teve o objetivo de caracterizar como a abordagem CTS está sendo implantada no desenvolvimento de jogos digitais para o ensino de Química, buscando elencar elementos essenciais que possam equilibrar o *Design* de game (função lúdica) com o *Design* Instrucional (função educativa) em uma perspectiva sociocultural. Como parte do objetivo geral, realizou-se uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) que teve como finalidade obter uma coletânea de estudos primários⁴ nas bases de dados Google Scholar, SciELO, Web of Science e Scopus publicados no período de 2015 a 2020 que respondessem as questões de pesquisa: Quais e como características do enfoque CTS aparecem no desenvolvimento de Jogos Digitais para o Ensino de Química?

³ Salvo alguns conflitos e aproximações conceituais entre estes campos de pesquisas como os discutidos em RICARDO, Elio Carlos et al. A Abordagem CTS e a Alfabetização Científica e Tecnológica: conflitos e aproximações. **Seminário Ibérico CTS no Ensino das Ciências**, v. 3, 2004.

⁴ Estudos primários são aqueles obtidos de primeira mão, artigos de não revisão, dissertações e teses.

Frente ao *design* de *games*, quais os elementos de game surgem nas pesquisas e como eles são equilibrados com o *design* instrucional?

A RSL se configurou como uma ferramenta de análise em conjunto aos aspectos conceituais advindos dos referenciais teóricos, sendo que sua escolha como tipo de pesquisa de revisão levou em consideração que toda investigação de qualidade deve partir de uma revisão da literatura na busca por lacunas ou tendências de pesquisas. É notório como justificativa, também, a facilidade de acesso e publicação de novos trabalhos que se torna exponencial a cada dia devido a rápida evolução das novas tecnologias digitais.

2 OBJETIVOS

Além da importância geral da temática já vista, esta pesquisa surgiu da necessidade de se conhecer as lacunas de desenvolvimento e aplicação de jogos digitais no ensino de Química de relevância para o grupo de pesquisa PEDIC (Laboratório de Pesquisa em Ensino Digital para Ciências). Neste grupo, vem se desenvolvendo um jogo digital “Planeta Química: uma aventura no cotidiano” de importância central para as pesquisas da área, pois dialoga com as tecnologias digitais para o ensino de Ciências/Química. Outro aspecto que nos direcionou ao escopo desta pesquisa foram as reflexões que surgiram na disciplina CTS do mestrado e o fato do jogo do PEDIC conter as características de trabalhar com questões Científicas, Tecnológicas, Sociais e Ambientais (CTSA).

Portanto, depois de uma busca exploratória em bases de dados almejando a formulação do objeto de pesquisa, observou-se que existiam trabalhos sobre o uso de Jogos digitais para o ensino da Química, mas poucos tinham características dos pressupostos da CTS. Neste processo, não obtivemos um entendimento sobre o desenvolvimento de jogos que almassem o ensino e aprendizagem da disciplina de Química de uma forma mais contextualizada em concordância com as pesquisas de ensino de ciência nas relações CTS, sendo este o contexto de partida desta pesquisa.

Diante deste contexto, traçamos alguns objetivos para direcionar o desenvolvimento da pesquisa.

2.1 Objetivo geral

Caracterizar como a abordagem CTS está sendo implantada no desenvolvimento de jogos digitais para o ensino de Química, buscando elencar elementos essenciais que possam equilibrar o Design de Games com o Design Instrucional em uma perspectiva sociocultural.

2.2 Objetivos específicos

- Realizar uma revisão sistemática da literatura sobre Jogos digitais que foram desenvolvidos para o Ensino de Química que tenham relação com o enfoque CTS;
- Categorizar elementos essenciais da abordagem CTS que estão presentes nos estudos primários sobre Jogos digitais;

- Buscar padrões característicos da abordagem CTS que possam subsidiar o Design Instrucional para equilibrar com o Design de Games no desenvolvimento de Jogos digitais pedagógicos para o ensino de Química em uma perspectiva sociocultural.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo apresenta-se as características do ensino da disciplina de Química e suas problemáticas de interface com os pressupostos CTS no currículo escolar, bem como as relações e propósitos da aplicação de jogos digitais para o ensino de ciência/química e o contexto que envolva as problemáticas da CTS. Introduz os conceitos de Design de game e instrucional, ilustra os enunciados, por meio de exemplos advindos da literatura, com os elementos que compõem estes conceitos de designs com a finalidade de dissertar e refletir sobre as possibilidades de entender os equilíbrios entre esses elementos para o desenvolvimento de jogos digitais pedagógicos para o ensino de Química. Desse modo, o capítulo está organizado em seções: 3.1 Ensino de Química, 3.2 Pressupostos das problemáticas da CTS na educação; 3.3 Jogos digitais no ensino de Química; 3.4 Relação dos jogos digitais com o enfoque CTS; 3.5 jogos digitais pedagógicos.

3.1 Ensino de Química

Os conhecimentos de Química são de fundamental importância para compreensão de tarefas do dia a dia, para a formação cidadã e compreensão da realidade por meio dos conceitos aprendidos. Além dos conceitos, os conteúdos procedimentais e atitudinais da disciplina de Química, quando bem trabalhados na educação básica, podem fazer desta um elemento central do processo de alfabetização científica e tecnológica do indivíduo. Esta perspectiva, de forma geral, permeia o estudo pioneiro, a dissertação de Santos (1992), que possui o título *O ensino de Química para formar o cidadão: Principais características e condições para a sua implantação na escola secundária brasileira*. Neste contexto, trazemos o conceito de cidadania estruturada por Santos (1992, p.5):

Considerando que, cidadania refere-se à participação dos indivíduos na sociedade, torna-se evidente que para o cidadão efetivar a sua participação comunitária, é necessário que ele disponha de informações. Tais informações são aquelas que estão diretamente vinculadas com os problemas sociais que afetam o cidadão, os quais exigem do mesmo um posicionamento quanto ao encaminhamento de suas soluções.

Neste sentido, o ensino que busca formar o aluno para cidadania em uma sociedade democrática deve permitir a eles discussão das causas, consequências, interesses políticos e econômicos da ciência e da tecnologia (MATHIAS; AMARAL, 2010), uma vez que estas questões estão em nosso dia a dia exigindo uma análise de suas implicações sociais e do desenvolvimento científico e tecnológico (KRASILCHIK, 1988).

Assim, a disciplina de Química pode contribuir para essa formação, uma vez que a sociedade tecnológica depende da Química, seus conceitos e produtos estão na vida diária desde as atividades mais simples as mais complexas da sociedade e ambientais, exigindo portanto um conhecimento mínimo e necessário das pessoas sobre os processos relacionados a Química.

No entanto, o ensino de Química ainda é tradicional, segundo Cunha (2006), está pautado na memorização de fórmulas e no ensino de conceitos sem importância para a formação plena do estudante, deslocado da realidade e os conteúdos dos livros são ensinados ainda na ideia de ciência empirista, cumulativa e não entendida como uma construção social, ou seja, sem considerar o aspecto qualitativo da ciência que trate da influência da cultura na construção da ciência. Desta forma, o autor aponta que, há tempos, o ensino de ciência não tem contribuído para o entendimento da natureza, desenvolvimento de habilidades de investigação, envolvimento na produção de conhecimento científico e tecnológico e entendimento das implicações sociais. Em oposição a isso, para que o estudante tenha uma boa formação é preciso que conteúdos atendam a sociedade que muda constantemente.

3.2 Pressupostos das problemáticas da CTS na educação

3.2.1 Origens dos estudos das relações CTS

Este cenário de ensino não é de agora, e mudanças foram necessárias no currículo de ensino de Ciências, Química em particular, nas décadas de 60 e 70 nos países industrializados e no final do século XX, mais especificamente nas décadas de 80 e 90 em outros países (AULER; DELIZOICOV, 2006; KRASILCHIK, 1992; SANTOS; MORTIMER, 2002).

Na América do Norte e Europa, no período pós-guerra, começou a discussão do papel da Ciência e da Tecnologia na Sociedade e no meio ambiente; sobre as consequências e limitações em relação aos problemas que a ciência e a tecnologia causam ou interferem. Tudo isso, depois de um período em que os países dessas regiões priorizavam investimentos na formação de cientistas para o desenvolvimento e produção de novas armas ou novas tecnologias mais potentes e não se preocupavam com as consequências destas para com a sociedade e o meio ambiente. Só depois da verificação de sérios danos ao meio ambiente, com destaque em 1962 para a obra *Primavera Silenciosa* da bióloga naturalista Rachel Carson e para a *Estrutura das Revoluções Científicas*, do físico Thomas Kuhn, é que surgiu a necessidade de participação popular nas decisões políticas referentes aos avanços científicos e

de suas aplicações tecnológicas (AULER, 2002; SANTOS; MORTIMER, 2002; SCHNETZLER, 2003).

Essas mudanças em suas origens tinham características bem distintas na América do norte e na Europa, ficaram conhecidas como movimento CTS, se ramificou para outros países, se adequando de acordo com as realidades e temáticas locais. Como exemplo:

Os pesquisadores dos países da América Latina preocupados com a realidade vigente desses países articularam uma visão diferenciada e a denominaram Pensamento Latino-Americano em Ciência-Tecnologia-Sociedade (PLACTS), que diverge em alguns aspectos das visões europeia e norte-americana, origens desse movimento. Uma característica marcante do PLACTS é a preocupação em atender, discutir e problematizar aspectos relacionados às necessidades regionais onde estão inseridos os indivíduos. (ARAÚJO-QUEIROZ; SILVA; PRUDÊNCIO, 2018, p. 313).

O movimento CTS ganha diversos formatos, denominações e objetivos dependendo do contexto em que se forma, no contexto educacional tem-se os termos Enfoque CTS, Abordagem CTS (STRIEDER, 2012), Educação CTS (SANTOS, BOAVENTURA, 2005), e a CTSA (DORI; HERSCOVITZ, 1999). Sendo que o uso da expressão CTSA sugere a inclusão, nas temáticas da CTS, dos impactos da tecnologia e da ciência no meio ambiente, que de certo modo foram deixados de lado, mesmo estando na essência de origem do movimento CTS (SANTOS, 2007).

O termo adotado preferencialmente nesta pesquisa são o Enfoque CTS e Abordagens CTS em uma perspectiva semelhante ao estudo de Strieder (2012).

As problemáticas/temáticas do enfoque CTS estão focadas em desconstruir algumas concepções em torno das relações entre Ciência, Tecnologia e a Sociedade, como a confiança na razão científica e a certeza do progresso, os mitos do salvacionismo da ciência e de sua neutralidade e as funções ideológicas de dominações dos sistemas institucionais. Tais questões influenciaram o ensino de ciência, mas especificamente na mudança das orientações para a formação do minicientista pela vivência do método científico defendidas no final da década de 50 (SANTOS; MORTIMER, 2002).

Essas questões, também visam mostrar a importância do conhecimento científico frente as dimensões sociais e tecnológicas, desenvolver o senso crítico, a compreensão de que a ciência e tecnologia pode estar a serviço de uma minoria social e questionar a dependência na voz de uma especialista (MATHIAS; AMARAL, 2010).

3.2.2 Presença do enfoque CTS nos currículos

Para Luján López *et al.*, (1996) *apud* Cortez e Del Pino, (2017), em estudo realizado em Madrid-Espanha, o enfoque CTS está presente nos currículos de três maneiras: como enxerto CTS que se daria pela introdução da CTS nos conteúdos de ciências sem alteração do ensino tradicional, pelo ensino das Ciências por meio CTS onde os conteúdos estariam subordinados as necessidades de temas da CTS ou por um programa exclusivo de CTS onde os conteúdos científicos teriam papel secundário.

Nos Currículos de maneira geral, o enfoque CTS visa tratar as questões de maior relevância social, como as implicações éticas e sociais da tecnologia e da ciência, a compreensão da construção da ciência e do trabalho científico, busca de soluções de problemas sociais e ambientais e a contextualização destes no ambiente escolar.

O movimento CTS propõe que os conhecimentos básicos sobre ciência e tecnologia sejam incorporados à cultura da população, possibilitando, assim, um certo controle sobre as mesmas. Uma maior ressonância entre a escola e a vida cotidiana, além de contribuir para a resolução de problemas reais e para a tomada de decisões, é essencial para a superação do desinteresse demonstrado, de forma geral, pelos estudantes para com o Ensino de Ciências (CUNHA, 2006, p.122).

Deste modo, em pesquisa de revisão, em uma perspectiva atual, Sousa *et al.* (2019) abordam sobre trabalhos com relações CTS e o Ensino de Química, em que verificaram a importante necessidade de introduzir o enfoque CTS/CTSA no currículo desde os níveis de educação básica aos cursos de formação de professores. Justificando que tal abordagem permite a formação crítica e reflexiva, garantindo o acesso a conhecimentos e informações de forma interdisciplinar, ou seja, em diversas áreas e pelo desenvolvimento de habilidade e competência que dão condições sociais para o cidadão agir como tal.

Cunha (2006), em pesquisa sobre condicionantes a implementação da CTS de maneira geral, destaca as concepções de alguns autores de que a formação inicial de professores de forma disciplinar é uma desvantagem, pois deveria ser interdisciplinar, e desta forma os professores, como elemento chave para isso, não estão preparados para trabalhar com as orientações CTS na educação básica. Além disso, tem-se uma escassez de livros, recursos didáticos concebidos nos ideais CTS e ainda existe entre docentes um foco ainda persistente em preparar os alunos para processos seletivos de estudo posterior.

3.2.3 Estratégias para aplicação das questões CTS no ensino

Estudos apontam a necessidade de trabalhos sobre materiais didáticos produzidos por professores de Ciência com as características da CTS:

Considerando os resultados apontados nesta pesquisa, acreditamos que surgem algumas lacunas que poderiam se materializar em outras investigações acerca da inserção da abordagem CTS para a formação de professores de Ciências. Dentre elas citamos: [...] estudos sobre a utilização de materiais didáticos produzidos pelos professores enquanto alternativa para proposição de ações pedagógicas inovadoras, atrelando os objetivos, as estratégias de ensino e os conceitos científicos e tecnológicos a uma temática social significativa. (SANTOS; VALE; SILVA, 2017, p.8).

Trabalhos com materiais didáticos de ensino de Química vem sugerindo o uso de temáticas com situações locais e globais. Livros como, *Química e sociedade* (MOL *et al.*, 2005), *Química cidadã* (SANTOS *et al.*, 2013), priorizam a contextualização, desenvolvimento de valores e atitudes comprometidos com a cidadania, trabalhando os conteúdos químicos em associação com temas sociais, econômicos, ambientais e éticos. (SANTOS *et al.*, 2013).

Neste mesmo sentido, Santos e Mortimer (2002, p.12) apontam algumas estratégias de ensino com o enfoque CTS:

- (1) introdução de um problema social;
- (2) análise da tecnologia relacionada ao tema social;
- (3) estudo do conteúdo científico definido em função do tema social e da tecnologia introduzida;
- (4) estudo da tecnologia correlata em função do conteúdo apresentado e
- (5) discussão da questão social original.

Assim, o enfoque CTS no ambiente escolar contribui com a alfabetização científica do cidadão, uma vez que permite a articulação de:

um mínimo de conhecimentos específicos para que ele compreenda o mundo natural que o cerca, diferentemente de um especialista, mas numa perspectiva mais ampla, analisando as consequências a médio e a longo prazo, possibilitando sua participação nas discussões em relação aos problemas sociais e a tomada de decisões (OLIVEIRA *et al.*, 2017, p.4113).

Estas estratégias levantadas por Santos e Mortimer (2002), bem como as características que levam a formação cidadã dos estudantes apontadas acima são como elementos essenciais do enfoque CTS importantes para a discussão desta pesquisa. Suas relações com os jogos digitais são discutidas e aprofundadas na seção 3.4. E as características deste enfoque pertinentes a análise dos estudos primários são apresentados na seção 3.5.2.3.

Diante deste contexto do ensino de Ciência/ Química e o enfoque CTS, se observa, via estudos Auler (2002), Cunha (2006) e de Azevedo *et al.* (2013), que a abordagem CTS se desenvolveu bastante no campo teórico nas academias. E que possivelmente ainda não tenha se firmado na realidade da sala de aula da educação básica, na formação inicial e continuada,

portanto, nas concepções e práticas de alguns professores e nem nos materiais de suporte ao ensino, livros didáticos e outros.

Assim, pensando nas possibilidades de relacionar e ampliar estas discussões aos jogos digitais com ensino de Química, buscamos, nas três seções seguintes, entender os aspectos da perspectiva da CTS relevantes que se relacionam com o desenvolvimento de jogos digitais para a aprendizagem de conhecimentos da disciplina de Química.

3.3 Jogos digitais no ensino de Química

Em geral, podemos dizer que a atuação do homem sobre a natureza ou sobre o outro se dá por mediação de instrumentos, concretos ou semióticos (conceitos, linguagem). Sendo que estes instrumentos são produtos sociais, artefatos ou tecnologias, criados em um contexto com determinadas finalidades sociais/individuais do homem e surgem da relação deste com seu trabalho (PINTO, 2005); Desta maneira, as tecnologias são produtos da cultura humana, por exemplo, até os algoritmos surgiram do trabalho do homem, acumulados no tempo, sendo atualmente de suma importância para dispositivos digitais indispensáveis, como os celulares e computadores, os quais não existiriam se não fossem o avanço histórico e tecnológico da sociedade (GROHMANN, 2015).

Neste sentido, a sociedade convive constantemente com os avanços científicos e suas aplicações tecnológicas. Ela está imersa em ferramentas sofisticadas que permitem as pessoas realizarem tarefas rapidamente nos mais variados setores sociais. Desta forma, na educação:

[...] a amplitude e a aplicabilidade dos recursos midiáticos na educação proporcionam aos docentes a construção de didáticas inovadoras, facilitando o desenvolvimento de competências e habilidades dos discentes, considerando que muitos desses recursos fazem parte do seu meio sociocultural. Essa constatação impõe que se repense a necessidade de implantar as novas tecnologias no meio escolar, como uma ferramenta didática interativa e significativa para o processo de ensino e aprendizagem. (LIMA; MOITA, 2011, p. 135)

Neste contexto, deveríamos considerar o interesse imediato dos estudantes e suas realidades para uma aprendizagem significativa, sem esquecermos, também, dos aspectos socioculturais do conhecimento. Portanto, encontrar uma maneira de incluir os jogos digitais no ensino seria uma estratégia interessante para se alcançar objetivos educacionais importantes com os adeptos destas tecnologias.

Para Lima e Moita (2011) os jogos digitais na educação são importantes, mas o não domínio deles podem gerar riscos e discriminações. E que para inseri-los como recurso didático é preciso não somente conhecimento e domínio de seus recursos, mas também ter

senso crítico, criatividade e planejar considerando a credibilidade e os estudos avaliativos. E como exemplo, coloca:

[...] em um jogo aplicado na disciplina da ciência química, direcionado à poluição atmosférica e a impactos ambientais, esperamos que, no final, o aluno compreenda como se constituiu tal fenômeno e as substâncias interligadas, ou seja, possa entender melhor a obtenção do conhecimento da química, a mudança da vida dos seres vivos, devido aos impactos e sua contribuição para o desenvolvimento sustentável. Nesse sentido, pretendemos aprimorar e modernizar o processo metodológico, com o envolvimento tecnológico. (LIMA; MOITA, 2011, p. 139 e 140).

Neste exemplo, podemos entender que quem joga um jogo não só aprende a jogar o jogo. Isto vai ao encontro das inquietações de Gee (2009) quando diz que, por mais que muitas pessoas digam pejorativamente que a única coisa que você aprende jogando um videogame é aprender a jogar aquele videogame, há neste pensamento um equívoco, adquirido com o sistema tradicional, de achar que quando se estuda uma disciplina, sua aprendizagem só se limita a responder as provas. Pautado em décadas de pesquisa, Gee (2009) sinaliza que os alunos, neste sistema, não aplicam os conhecimentos aprendidos para resolver problemas ou para compreender os fundamentos conceituais da área da disciplina em questão.

Também, Munõz e EL-Hani, (2012), em seus estudos, colocam que os games podem potencialmente fazer parte do desenvolvimento dos jogadores de forma parcial a plena e que “essa característica pode ser usada dentro de 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)

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 constata que os mesmos, no ensino de ciência, podem melhorar as competências cognitivas em comparação com os métodos tradicionais de aprendizagem (WEIZMAN, 2014).

Como exemplo, em trabalho de Reis, Ribeiro e Costa (2020) sobre estudo de equilíbrio de designs de jogos digitais para o ensino de Química em um contexto CTSA, pautados na propriedade da Teoria da Ação Mediada (WERTSCH, 1998), defendem que o jogo digital para o ensino da Química pode manter uma relação indissociável com o jogador e permitir ao aluno/jogador criar relações de identidade, considerando o equilíbrio de design relacionados com o jogo, seus personagens, enredo, motivação e com a aprendizagem da

Química. Apresentam, também, no Jogo digital desenvolvido por eles para o ensino de Química que:

[...] No jogo “Planeta Química,” as regras instrucionais estão em concordância com os conceitos científicos a serem ensinados. No aspecto do design de games, as regras delimitam as superfícies por onde o jogador pode passar, os personagens são amigos e inimigos, os objetos que proporcionam recompensa e os que prejudicam a personagem. [...] Por meio das regras é que o jogo possibilita discutir de forma mais clara os conteúdos da Química, pois caso elas não sejam seguidas, o jogo nunca alcançará seu objetivo e também não produzirá os significados dos conceitos ali implícitos. (REIS; RIBEIRO; COSTA., 2020, p.297).

Esta pesquisa mostra que com este tipo de ferramenta digital o aprendizado é mais prazeroso e atrativo, mas deixa claro a necessidade de um bom planejamento e o envolvimento de conteúdos contextualizados, por exemplo, as relações CTS, a fim de produzir significados, pois do contrário, “[...] corremos o risco de inserirmos ferramentas culturais do contexto atual e continuar trabalhando com metodologias arcaicas. Portanto, deve-se buscar o equilíbrio entre o pedagógico e o lúdico quando se desenvolve ou faz o uso de jogos em sala de aula.” (REIS; RIBEIRO; COSTA, 2020, p.303 e 304).

Nesta mesma direção, Ribas *et al.* (2019) desenvolveram o jogo 3D em primeira pessoa, *Chemistry Raider*, que aborda conteúdos de físico-Química com enfoque CTS e foram inspirados no livro de Santos *et al.*, (2013). Estes autores, como fundamentação para o desenvolvimento de seu jogo, colocam que:

[...] as interações entre a Ciência, Tecnologia e Sociedade podem contribuir para uma reflexão crítica e tomada de decisão do estudante. Considera-se, portanto, o movimento CTS como ponto de partida para o desenvolvimento deste processo educativo que privilegia a reflexão e a responsabilidade social em assuntos que envolvem conteúdos científicos (RIBAS *et al.*, 2019, p.166).

Além destas questões, o jogo permitiu trabalhar diversos conteúdos de Química de forma contextualizada, como “Coloides, soluções, Composição dos materiais. Solubilidade, propriedades coligativas. Saneamento básico tratamento de água, Termo Química, Radioatividade e radiação. Fontes de energia, Ciência e cientistas” (RIBAS *et al.*, 2019, p.170). E entrelaçados em uma meta maior que vai além dos conteúdos de Química, como citado abaixo.

O conteúdo proposto no jogo tem como pano de fundo a abordagem CTS e as preocupações com os danos ambientais causados pelos seres humanos. Todos os ambientes do jogo deixam claro que se deseja estimular a uma nova postura ética nos seres humanos sobre questões que envolvem o meio ambiente. O foco do jogo é a preservação do meio ambiente para as gerações futuras. Todos os ambientes do jogo incentivam o jogador a descartar corretamente os resíduos encontrados ao longo do caminho (RIBAS *et al.*, 2019, p.172).

Com estes exemplos de games desenvolvidos para o ensino de Química temos uma boa ilustração para as observações de Lima e Moita (2011) de que estas ferramentas 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 o 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).

Desta forma, estas observações nos leva a necessidade de compreender com mais profundidade as possíveis relações CTS com os jogos pedagógicos desenvolvidos para o ensino de Química/Ciência em um nível mais geral.

3.4 Relação dos jogos digitais com o enfoque CTS

Segundo Ribeiro (2017) para que se desenvolva um jogo digital que promova o ensino e aprendizagem deve-se pautar em teorias de aprendizagem, sendo que “as principais teorias de aprendizagem podem ser classificadas em quatro correntes pedagógicas: Behaviorismo, Cognitivismo, Humanismo e Construtivismo” (p.74).

Nesta mesma linha de pensamento de Ribeiro (2017), em revisão de trabalhos sobre jogos para o ensino de Química, Rezende e Soares (2019) ao comentarem sobre o referencial teórico adotado e a aprendizagem no uso de jogos no ensino, 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 destes na temática dos jogos para o ensino e aprendizagem.

Em outro estudo de mesma temática, Soares e Rezende (2019) verificaram que os jogos devem ser mais estudados como metodologia de ensino e aprendizagem e que os referenciais não devem ser somente ferramentas de comprovação de conceitos aprendidos pela aplicação de jogos, como verificado na maioria dos trabalhos analisados (SOARES; REZENDE, 2019). Neste sentido, defendemos como eixo central de nossa pesquisa o enfoque CTS como referencial teórico que pode contribuir com o desenvolvimento de Jogos digitais

para o ensino de Ciência na educação Básica. Nesta perspectiva, e em acréscimo às reflexões das seções anteriores, concordamos com Munõz e EL-Hani (2012), de que o foco não é apenas nos videogames como ferramentas tecnológicas que permitem o amadurecimento de capacidades motoras e cognitivas, mas “acima de tudo, estamos interessados em videogames como artefatos sociais e culturais envolvidos na constituição do jogador como cidadão nas sociedades atuais” (MUNÕZ; EL-HANI, 2012, p. 911, tradução nossa⁵).

É evidente até aqui os argumentos da necessidade da incorporação dos pressupostos da CTS nos estudos de desenvolvimento de games para o ensino de Química, porém, alguns obstáculos podem ser apontados, como os levantados por Cunha (2012):

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 (CUNHA *et al.*, 2012, p. 4).

Uma outra perspectiva a se considerar é a facilidade de acesso às novas tecnologias, em especial a de produção de games, que nos leva a acreditar nestes jogos como recursos de promoção de progressos quando aplicados no ambiente escolar, no entanto, as pesquisas CTS nos advertem sobre essa linearidade do progresso dos avanços científicos e tecnológicos. Neste sentido, Hinton (2011) coloca a abordagem CTS como ferramenta de análise de videogames, trazendo alguns apontamentos pertinentes nesta perspectiva. Como exemplo, aponta os estudos da CTS como meio para se refletir sobre a importância dos fatores sociais na construção de tecnologias, destacando que:

Um problema central nos estudos de tecnologia diz respeito à natureza da relação entre as tecnologias e a sociedade. Por um lado, costuma-se dizer que as tecnologias têm um impacto, ou um efeito, nas sociedades humanas. O microcomputador, por exemplo, tem sido elogiado como uma tecnologia positiva que libertará os humanos do trabalho penoso do trabalho repetitivo e como uma tecnologia negativa que reduz os humanos a sequências binárias e as processa como qualquer outra mercadoria. Essa perspectiva de que as tecnologias sozinhas mudam a sociedade é uma abordagem frequentemente chamada de determinismo tecnológico. (MACKENZIE; WAJCMAN 1985, p.4 *apud* HINTON (2011, p. 297, tradução nossa⁶).

⁵ [...] our focus lies not only in video games as technological artifacts that can promote the development of motor and cognitive capabilities by their users (even though we do think they are capable of doing so). Above all, we are interested in video games as social and cultural artifacts involved in the constitution of the player as a citizen in current societies (MUNÕZ; EL-HANI, 2012, p.911).

⁶ A central problem in technology studies concerns the nature of the relationship between technologies and society. On one hand, technologies are often said to have an impact, or an effect, upon human societies. The microcomputer, for example, has been touted as both a positive technology that will unleash humans from the drudgery of repetitive labour, and as a negative technology that reduces humans to binary sequences and

Neste contexto, Hinton (2011) acrescenta, também, que os jogos são comparáveis com outros artefatos tecnológicos que já foram objetos de análises de CTS. Deste modo, obedecem a lógica de produção científica e tecnológica, representado pela aplicação de conhecimentos técnicos (equipes de desenvolvedores) e por conhecimento da ciência (resultado de trabalho de cientistas da computação).

A análise de game pela perspectiva das relações CTS mostraria como as escolhas sociais em conjunto com limitações técnicas contribuem para o desenvolvimento de jogos. Nessa perspectiva, o direcionamento seria:

Uma aplicação típica de CTS aos jogos começaria com uma descrição do jogo, em seguida, passaria a identificar grupos sociais, as maneiras que esses grupos interpretam o jogo através de seu desenvolvimento e os problemas ou debates que essas diferentes interpretações geram. O estudo analisaria então como esses debates foram estabilizados - o que foi feito para resolver essas questões, levando assim a uma interpretação estável e amplamente acordada do jogo (HINTON 2011, p. 299, tradução nossa⁷).

Em suma, frente a escassez de referências que relacione CTS com os videogames, o estudo de Hinton (2011), Munõz e EL-Hani, (2012) nos dão indicativos de como abordar o desenvolvimento de jogos digitais pedagógicos para o ensino de Química, buscando referência no contexto dos jogos comerciais que já ocupam seus espaços no cotidiano das pessoas, além de destacar os aspectos éticos dos videogames. Estes, por sua vez, podem ser acrescidos aos estudos CTS na área de ensino de Química/Ciência para a formação de cidadãos, como os estudos de Santos (1992).

Podemos apontar, também, que imerso em uma sociedade científica e tecnológica, alguns estudantes muitas vezes não se sentem envolvidos pelos efeitos científicos e tecnológicos em suas vidas, desta forma, a ciência e tecnologia se tornam invisíveis. Logo as abordagens da CTS, inseridas aos games, podem desempenhar um papel importante para minimizar essa invisibilidade científica e tecnológica na vida dos alunos (MUNÕZ; EL-HANI, 2012).

processes them like any other commodity. This perspective that technologies alone change society is an approach that is often referred to as technological determinism. (MacKenzie and Wajcman 1985,4)

⁷ [...] A typical application of STS to games would begin with a description of the game, then move on to identify social groups, the ways that these groups interpret the game through its development and the problems or debates that these different interpretations engender. The study would then look at how these debates were stabilised - what was done to resolve these issues thus leading to a stable and widely agreed upon interpretation of the game? (HINTON 2011, p. 299)

3.5 Jogos digitais pedagógicos

Ainda não há um consenso bem definido quanto a classificação dos jogos educativos e/ou pedagógicos, desta maneira, adotamos a definição de Cleophas, Cavalcanti, Soares (2018) que classificam os jogos como Educativo Informal e Formal. O jogo Educativo Informal é quando o aprendizado ocorrer de maneira espontânea, como efeito do ato de jogar e sem seguir uma sistematização com fim educativo. No entanto, se este é regido por uma sistematização que busque ensinar alguma habilidade específica ou conteúdo escolar, com ou sem modificações em seu conteúdo original, passa a ser classificado como Jogo Educativo Formal ou Formatizado, pois tem uma intencionalidade pedagógica, que por sua vez se subdivide em Jogo Didático e Jogo Pedagógico. Ele é didático quando não sofre modificações no seu conteúdo original, apenas segue um planejamento e sistematização que subsidiará o ensino e a aprendizagem. Quando o jogo é produzido com conteúdo escolar inserido em sua narrativa, então ele é classificado como pedagógico, pois a intencionalidade ocorreu desde sua produção.

De forma geral, jogos pedagógicos são pensados desde a origem da criação para um determinado fim de ensino, não sendo desta forma derivados ou adaptados de jogos comerciais. E os Didáticos que são adaptações de jogos comerciais ou de outro que não tenham sido criados para o ensino ao qual se queira trabalhar, mantendo ou não as regras destes (KISHIMOTO, 1996).

No caso dos jogos digitais, por mais que não exista uma classificação clara devido as diversidades de possibilidades da mecânica ou gameplay deste, os games educacionais em relação aos comerciais se distinguem pela objetivação educacional com presença de aspectos lúdicos (ALVES; SILVA, 2020). Desta forma:

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. Para simplificar, vamos nos referir a todas essas formas de jogo como jogos digitais. (SALEN; ZIMMERMAN, 2017. p.102).

Salen e Zimmerman, (2017. p.98) colocam também que “Às vezes, a resposta para a questão de o jogo ser ou não um jogo está nos olhos de quem vê. Qualquer definição de um fenômeno tão complexo quanto os jogos encontrarão situações em que a aplicação da

definição é um pouco nebulosa.” Assim, considerando os termos videogames, jogos digitais, game e outros termo equivalente, nesta pesquisa, serão denominados de jogos digitais.

Firmado estas reflexões, deixaremos um pouco de lado as definições de jogos e nos focaremos nas possibilidades e características destes para promover a aprendizagem significativas de conteúdos escolares, frente a um equilíbrio com os aspectos lúdicos. Neste sentido, segundo Reis, Ribeiro, Costa (2020), para o desenvolvimento de game pedagógicos que inclua conteúdos científicos, como de química, de forma contextualizada e problematizada na abordagem CTS deve existir equilíbrios entre os elementos essenciais dos games (design de games) com os conteúdos contextualizados e balizados em teorias de aprendizagem (design instrucional) para despertar o senso crítico e reflexivo do aluno. Nesta perspectiva, um projeto para construção de jogos digitais pedagógicos para o ensino de Química pode ser analisado sobre estes dois aspectos, os quais serão detalhados nas duas seções seguintes.

3.5.1 Design de game

Para início desta seção, cabe aqui uma descrição de Ribeiro (2017) para os jogos comerciais que servirá de contraste aos jogos digitais pedagógicos, foco de interesse de nossa pesquisa, que diz:

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).

Em geral, para a construção deste artefato cultural, o jogo digital pedagógico, são necessários conhecimentos técnicos e conhecimentos científicos, uma equipe multidisciplinar e recursos tecnológicos, como software e hardware. O desenvolvimento obedece em parte a lógicas semelhantes aos dos games comerciais, porém é acrescido de dimensões do propósito de aprendizagem e dos contextos da realidade nos quais são produzidos.

Desta forma, o percurso de criação de um jogo tem história, protagonistas (os criadores), objetivos, entre outros aspectos que precisam ser conhecidos, pois favorecem algumas interpretações para as respostas inferidas das questões da presente pesquisa. Além de poder estar relacionado com o êxito ou fracasso de projetos de desenvolvimento com fins educacionais. Por exemplo, se este aspecto estiver relacionado a recursos financeiros ficaria evidente e em contraste com o contexto do mercado dos jogos voltados para o entretenimento que possui bons investimentos financeiros como apontado por Ribas (2018).

Frente as leituras e reflexões dos parágrafos anteriores, vão surgindo algumas perguntas fundamentais ao contexto da pesquisa, como:

Quais os processos envolvidos no desenvolvimento dos jogos?

Quais as limitações relatadas no desenvolvimento e aplicação destes jogos para o ensino de Química?

Quem desenvolvem os jogos, alunos, professores ou outros?

Qual a diferença entre só jogar e construir o jogo e jogá-lo?

Assim, quem cria o jogo é o game designer, podendo ser um indivíduo, uma equipe ou a cultura em geral (SALEN; ZIMMERMAN, 2017) ou melhor:

[...] Às vezes, os jogos surgem da cultura popular ou da cultura de fãs, então pode não haver um designer individual ou uma equipe de design. Nesse caso, o designer do jogo pode ser considerado a cultura em geral. [...] *O contexto* de um jogo assume a forma dos espaços, objetos, narrativas e comportamentos. Os participantes de um jogo são os jogadores. Eles habitam, exploram e manipulam esses contextos por meio de seu jogo. [...] No caso dos jogos, interação significativa é o resultado de jogadores tomando ações no decorrer do jogo. (SALEN; ZIMMERMAN, 2017, p.77).

O termo *Design* possui diversos significados que dependem se o projeto ao que está relacionado “é uma ideia, um conhecimento, uma prática, um processo, um produto ou até mesmo um modo de estar” (SALEN; ZIMMERMAN, 2017, p.56). Desta forma, assim como o jogo, o termo design é um conceito bastante eclético e, também, estão relacionados. Os jogos atendem a necessidade diversas e como “produtos da cultura de design, os jogos refletem uma série de inovações tecnológicas, materiais, formais e interesses econômicos.” (SALEN; ZIMMERMAN, 2017, p.22).

Em jogos bem-sucedido, o objetivo do design do jogo é criar condições de boas experiências de jogo aos jogadores, providas de sentido e significado, chamada de interação lúdica significativa (*meanungful play*) (SALEN; ZIMMERMAN, 2017). E o design de game ou design de jogo são as estratégias para as ações de decisão no processo de criação de um jogo, de certo modo estar mais relacionado a arte do que a ciência. (SCHELL, 2011).

Uma diferença importante entre o design de jogo tradicional e o design de jogo instrucional é que no primeiro não há restrições iniciais além do orçamento e da imaginação do designer. Em jogos instrucionais, por outro lado, existem várias

restrições em relação aos resultados da aprendizagem e as concepções de ensino associados ao jogo. (ECHEVERRÍA *et al.*, 2012, p. 815, tradução nossa ⁸).

Com essa breve distinção de conceitos de designs, devemos considerar também que o jogo é um sistema, isto é, 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. Podendo ser de muitas formas: mecânico, matemáticos, conceituais e culturais (SALEN; ZIMMERMAN, 2017).

Para a presente pesquisa, consideramos como elementos formais que compõe o sistema dos jogos digitais os quatro elementos do conceito de design de game de Schell (2011, p. 41 a 43), os quais estão resumidos assim:

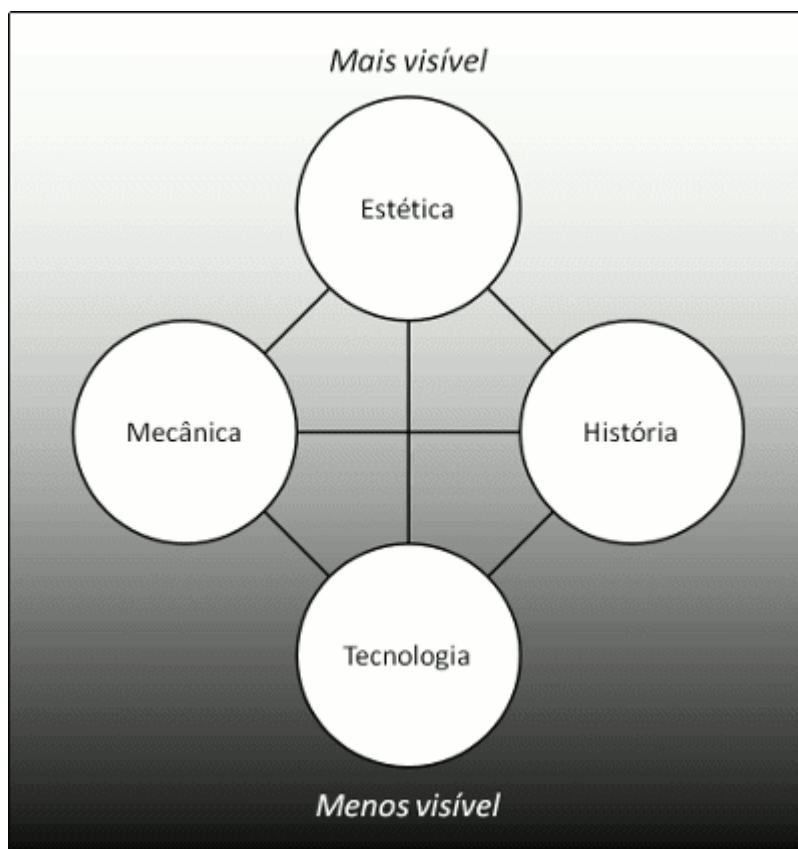
1. Mecânica: são compostos pelos procedimentos e as regras que descreve o objetivo do jogo, as maneiras pelas quais os jogadores podem realizá-los e as reações do sistema para as tentativas do jogador;
2. Narrativa (história): é o conjunto de eventos sequenciados que vão se desdobrando no jogo;
3. Estética: relacionado com as experiências subjetivas e direta do jogador a aparência do jogo como sons, cheiros, sabores e sensações do seu jogo;
4. Tecnologia: assumem formas variadas, sendo os materiais e as interações que possibilitam construção do jogo, sendo fator de limitação a certos projetos, podendo ser das tecnologias mais simples as mais sofisticadas.

O autor chama a atenção para o fato de que os elementos devem ser sempre relacionados, como pode ser visualizado na Figura 1 na forma de losango, assim, coloca:

É importante compreender que nenhum dos elementos é mais importante que os outros. A tétade é organizada aqui na forma de um losango para mostrar a importância relativa, mas apenas para ajudar a ilustrar o "gradiente de visibilidade"; isto é, o fato de que os elementos tecnológicos tendem a ser menos visíveis para os jogadores, a estética é mais visível e a mecânica e a narrativa estão em algum lugar no meio disso. A tétade pode ser organizada de outras maneiras. Por exemplo, para destacar o fato de que a mecânica e tecnologia são os elementos do "cérebro esquerdo", enquanto a história e a estética são os elementos do "cérebro direito", você poderia organizar a tétade em um quadrado. Para enfatizar a forte ligação dos elementos entre si, eles poderiam ser organizados como uma pirâmide tetraédrica - realmente, isso não importa (SCHELL, 2011, p. 42-43).

⁸ One important difference between traditional game design and instructional game design is that in the former there are no initial restrictions beyond the budget and imagination of the designer. In instructional games, on the other hand, there are several restrictions regarding learning outcomes and instructional methodology. (ECHEVERRÍA *et al.*, 2012, p. 815)

Figura 1- Tétrade elementar que representa as quatro categorias elementares do jogo: Mecânica, Tecnologia, Estética e História



Fonte: Schell (2011, p.42)

Logo o que deve ser levado em consideração é que todos os quatros elementos são essenciais para a tomada de decisões para o desenvolvimento do jogo. E todos se influenciam de um jeito poderoso. Schell (2011) coloca que para ter um bom projeto de um jogo (design de game) é necessário que o designer visualize o seu jogo por várias perspectivas possíveis, as quais ele chama de lentes. Essas lentes se dão na forma de perguntas que fazem relações ao design do jogo. Portanto, para os quatros elementos adotados em nossa pesquisa temos a lente 7 da Tétrade Elementar de Schell (2011) que diz que devemos avaliar do que de fato o nosso jogo é feito, considerar os elementos de uma maneira isolada e depois como um todo. E fazer as perguntas:

Meu design de jogos utiliza elementos dos quatro tipos? Meu design poderia ser aprimorado, melhorando os elementos em uma ou mais das categorias? Os quatro elementos estão em harmonia, reforçando uns aos outros e funcionam juntos em direção a um tema comum? (SCHELL, 2011, p.43).

Essas lentes podem se relacionar as nossas perguntas de pesquisa no que tange aos aspectos dos quatros elementos essenciais, novamente: estética, narrativa, mecânica e

tecnologia. Pensando em um equilíbrio entre estes elementos, poderiam ser reformuladas da seguinte maneira:

Nos trabalhos analisados nesta pesquisa estão presentes os quatros elementos?

Eles poderiam ser melhorados ou estão de forma satisfatória?

Eles estão em harmonia, se juntam em prol do proposito da temática do jogo?

3.5.2 Design instrucional

O design voltado à educação está associado a algumas nomenclaturas. Como exemplo, temos, o design instrucional, design didático, design educacional e design de sistemas. Sendo que o design instrucional é conceituado como “uma metodologia de planejamento educacional amplamente utilizada nos EUA e em alguns países da Europa. Serve para planejar cursos e materiais didáticos em diferentes mídias, bem como currículos e sistemas educacionais.” (PALLOFF; PRATT, 2004, p.14).

O Design Instrucional pode ser visto como um sistema, que possui a finalidade de gerar aprendizagem. Através dele, é possível visualizar a importância de cada elemento que compõe este sistema, sem existir ênfase excessiva em um único elemento. Neste contexto, consideramos como elementos do Design Instrucional os alunos, os instrutores, os materiais didáticos e os ambientes de aprendizagem. Com o Design Instrucional podemos envolver as etapas de concepção, desenvolvimento, implementação e avaliação para criar uma abordagem sistemática na produção de novos sistemas de ensino ou no aperfeiçoamento de sistemas já existentes (DICK; CAREY, 1996 apud BATTISTELLA *et al.*, 2014, p. 2).

Em nossa pesquisa, consideramos do conceito de design instrucional aqueles relacionados com as preocupações dos objetivos e as finalidades de aprendizagem (para que?) E aqueles relacionados aos processos cognitivos (como?). Desta forma, nesta seção, desenvolvemos dois ramos de análise do design instrucional, o aspecto cognitivo da aprendizagem potencializada com o uso dos jogos digitais. E o outro aspecto está relacionado aos conteúdos de aprendizagem e suas finalidades, ligados diretamente aos conteúdos de Química e as questões CTS.

Com estes conceitos, pensemos na seguinte pergunta:

Como podemos tomar a aprendizagem, dentro e fora das escolas, mais parecida com os games no sentido de usar os tipos de princípios de aprendizagem que os jovens veem todos os dias nos bons videogames quando e se estiverem jogando esses games de um modo reflexivo e estratégico? (GEE, 2009, p.8).

Trazemos esta pergunta fundamental de Gee (2009), na certeza de que este autor dar indicativos da resposta, ao afirmar que os videogames, portanto os jogos digitais, contém bons

princípios de aprendizagem. Além disso, coloca em evidência cada um deles e usa bons argumentos para a compreensão do potencial destes para uma boa aprendizagem.

Uma alternativa como resposta a Gee (2009), como viemos defendendo em nossa pesquisa, seria o uso dos próprios jogos na aprendizagem, ou seja, pelo desenvolvimento e aplicação de jogos digitais pedagógicos. Porém, o processo de tornar a aprendizagem possível com o uso de jogos pedagógico não é simples, de acordo com Ribeiro (2017) tem-se que:

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 (RIBEIRO, 2017, p. 73 e 74).

Ademais, Wu *et al.* (2012, p. 1156-1157, tradução nossa⁹) traz, para os jogos digitais pedagógicos, em pesquisa publicadas em periódicos sobre teorias de aprendizagem em jogos digitais, as características gerais destes inseridos no ensino e aprendizagem:

- (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.

Satisfeitas estas características, acrescentamos e corroboramos com Munõz e El Hani (2012) de que, conhecidas as regras dos jogos, aprende-se a jogar somente quando jogamos repetidamente e o “aprendizado não se limita a um jogo específico, mas também envolve generalização. Ou seja, a medida que dominamos as regras e técnicas de cada jogo, nos

⁹ (a) the game environment should integrate effective learning principles, (b) the game environment should entail interaction between learners and the game, (c) the game should be a means to improve learning, (d) the game should promote learner motivation, (e) the game must be fun, and (f) the game must provide opportunities for learning through trial and error. Wu et al. (2012, p. 1156-1157)

tornamos cada vez mais aptos a generalizar estratégias para outros jogos” (MUNÕZ; EL-HANI, 2012, p. 915, tradução nossa¹⁰).

3.5.2.1 Instrucional de natureza da aprendizagem

Ribeiro (2017) em sua tese coloca, citando alguns exemplos em ensino de ciência, que desde a origem dos jogos eletrônicos na década de 1970 que eles são pesquisados como possibilidade para auxiliar nos processos de ensino e aprendizagem. Citando a teoria de Malone (1981), apresenta as três categorias gerais de motivação intrínsecas dos jogos digitais: (1) desafio, (2) fantasia e (3) curiosidade. Sendo que estas três categorias são responsáveis pela motivação necessária para que os estudantes mantenham seus esforços mentais em um processo de aprendizagem neste ambiente com uso de jogos digitais. Além disso, elas são referências para a época da pesquisa de Malone, servido de Cheklist para ajudar na melhoria e avaliação de jogos digitais instrucionais.

Para GEE (2009) “o desafio e a aprendizagem são em grande parte aquilo que toma os videogames motivadores e divertidos. Os seres humanos de fato gostam de aprender, apesar de às vezes na escola a gente nem desconfiar disso” (p.2). Este autor apresenta em seu artigo de 2009 alguns bons princípios de aprendizagem dos jogos digitais (BPAJD) que são considerados referência central para as análises desta pesquisa, e são sintetizadas a seguir:

a) Identidade: estar relacionada com o compromisso dos jogadores e a valorização por aquilo que estão fazendo. Isso é conseguido com os bons videogames que cativam os jogadores por meio da identidade, seja por meio dos personagens ou outros elementos do mundo virtual do jogo.

b) Interação: estar relacionado com as reações do videogame perante as ações do jogador. Podendo ser por meio de feedback ou novos problemas, desta forma é apresentado um contexto de interação para o jogador.

c) Produção: estar relacionado aos caminhos possíveis que podem ser tomados e estão em funções das ações do jogador, logo dependem de cada jogador os resultados possíveis. Assim os jogadores de certo modo também são produtores do jogo. Além disso, os

¹⁰ Learning is not limited to a particular game, but also involves generalization. That is, as we master the rules and techniques of each game, we become more and more apt to generalize strategies to other games.” (MUNÕZ; EL-HANI, 2012, p. 915)

jogos podem criar alternativas para o jogador também construir ou escrever o jogo e fazer modificações ou personalizações.

d) Riscos: estar relacionado as possibilidades de recomeço frente aos resultados fracassados das ações dos jogadores. Desta maneira o jogo minimiza os efeitos das falhas dos jogadores; “quando erram, eles sempre podem voltar ao último jogo que salvaram. Os jogadores são deste modo encorajados a correr riscos, a explorar, a tentar coisas novas.” (GEE, 2009, p.4)

e) Customização: estar relacionado ao caráter de personalização viabilizada pelos jogos para se adequar as características individuais de cada jogador. É a adaptação do sistema do jogo para atender aos estilos de aprender e de jogar do jogador. “Os games frequentemente possuem diferentes níveis de dificuldade e muitos bons jogos permitem que os jogadores solucionem problemas de diferentes maneiras.” (GEE, 2009, p.4)

f) Agência: estar relacionado a sensação de estar no controle, um sentido de propriedade dos jogadores em relação ao que estão fazendo e dependem diretamente aos princípios citados anteriormente.

g) Boa ordenação dos problemas: estar relacionado as formas de apresentação dos níveis de dificuldade dos problemas nos jogos. Sendo que “os problemas enfrentados pelos jogadores estão ordenados de modo a que os anteriores sejam bem construídos para levar os jogadores a formularem hipóteses que funcionam bem para resolver problemas posteriores mais difíceis.”

h) Desafio e consolidação: Quer dizer que o jogador pode se tornar expert em realizar determinada tarefa, uma vez que bons jogos podem apresentar um conjunto de problemas desafiadores e deixam que o jogador resolva até automatizar suas soluções e “Então o jogo lança uma nova classe de problemas aos jogadores, exigindo que eles repensem sua recém adquirida maestria, que aprendam algo novo e que integrem este novo aprendizado ao seu conhecimento anterior.”

i) ‘Na hora certa’ e ‘a pedido’: estar relacionado ao fato que jogos são projetados a fornecer informações em um tempo programado para serem usadas pelos jogadores (hora certa) ou *a pedido*, quando o jogador sente necessidade dela. a deseja, está pronto para ela e pode fazer bom uso dela.”

j) Sentidos contextualizados: estar relacionado aos significados que são dados pelos jogadores frente aos contextos dos jogos. Observando que “Os games sempre contextualizam os significados das palavras em termos das ações, imagens e diálogos a que elas se relacionam e mostram como eles variam através de diferentes ações, imagens e diálogos.” (GEE, 2009, p.6)

l) Frustração prazerosa: estar relacionado aos obstáculos na forma de desafios dos jogos que se apresentam de difícil superação a primeira vista, mas que são possíveis. “Este é um estado altamente motivador para os aprendizes. Muitas vezes a escola é fácil demais para alguns estudantes e difícil demais para outros, até na mesma sala de aula.” (GEE, 2009, p.6)

m) Pensamento sistemático: estar relacionado ao fato de que o jogador tem que pensar nas relações de suas ações e das suas estratégias tomadas no jogo, imaginando possibilidades e ramificações possíveis. Assim, “os videogames encorajam os jogadores a pensar sobre as relações, não sobre eventos, fatos e habilidades isolados. [...] Em nosso mundo complexo e global, tal pensamento sistemático é crucial para todos.”

n) Explorar, pensar lateralmente, repensar os objetivos: diz respeito a necessidade pensar de forma diferente sobre os caminhos que podem levar aos nossos objetivos, e não focar em apenas um caminho ou em uma linearidade para atingi-lo. Desse jeito, games “encorajam os jogadores a explorar detalhadamente antes de irem adiante rápido demais, a pensar lateralmente e não só linearmente e a usar essa exploração e esse pensamento lateral para repensar os próprios objetivos de vez em quando.”

o) Ferramentas inteligentes e conhecimento distribuído: diz respeito as atividades automatizadas e inteligências artificiais embutidas no jogo de forma que as habilidades necessárias para jogar é distribuído entre o jogador e outros, podendo ser o outro, um jogador ou a própria máquina.

p) Equipes transfuncionais: trata do trabalho em equipe e da possibilidade de junção nestas equipes de múltiplas habilidades associadas aos membros/jogadores destas equipes. “[...] em tais equipes, as pessoas afiliam-se de acordo com o compromisso que têm com uma missão comum, não prioritariamente em função de raça, classe, etnicidade ou gênero.” Tais características são exigidas nos trabalhos modernos (GEE, 2009, p.7).

q) Performance anterior a competência: refere-se aos bons desempenhos dos jogadores sem que tenha atingido a competência para realizar determinada tarefa. Isso é possível por que jogadores podem ser “[...] apoiados pelo design do jogo, pelas ‘ferramentas

inteligentes’ oferecidas pelo jogo e, frequentemente, pelo apoio de outros jogadores mais avançados (em games com múltiplos jogadores, em salas de bate-papo ou ali em pé na sala).” (GEE, 2009, p.8)

Nos apropriamos aqui da ressalva de Reis, Ribeiro e Costa (2020) de que não há uma obrigatoriedade para usar todos os princípios de aprendizagem apontados por Gee (2009) para um jogo cumprir seu papel na aprendizagem. E de que estes, respaldado em Gee (2009):

são apenas alguns princípios que devem compor os jogos para serem considerados bons para tal fim, deste modo, pode-se considerar outros princípios, assim como a ausência de alguns destes. Além disso, o desenvolvimento de um jogo pedagógico dificilmente irá conseguir contemplar com perfeição os elementos de design de games presentes nos jogos comerciais, pois estes envolvem grandes equipes e investimentos financeiros, considerando princípios como ferramentas inteligentes e conhecimento distribuído, ligado aos games multiplayer (REIS; RIBEIRO; COSTA., 2020, p.290).

Esta ressalva, vai de encontro ao experimento de Malone (1981 apud RIBEIRO, 2017, p.71), de que não existe “um formato de jogo que satisfaça a preferência de todos os estudantes, mas que há indicativos de que algumas funções, em geral, são consideradas como mais importantes na visão dos estudantes.” Sendo que neste experimento ficaram evidentes as preferências dos estudantes nos objetivos e pelo placar de pontuação.

Para finalizar esta seção de design instrucional referente ao ramo cognitivo, trazemos as contribuições recentes de Mayer (2019b) apud Ramos, Pimentel (2021, p.21) de que:

Quando interagimos com os jogos digitais, ocorre uma mudança no conhecimento, já que a experiência do jogar mobiliza saberes existentes e desenvolve novos saberes. A teoria da aprendizagem, baseada em jogos digitais, compreende que os jogos exigem que os jogadores exerçam uma habilidade cognitiva direcionada repetidamente em uma variedade de contextos e em níveis cada vez mais desafiadores. A interação com os jogos pode criar um processamento diferente no cérebro, envolvendo o aluno em um processamento cognitivo.

3.5.2.2 Instrucional de natureza do Conteúdo de ensino

Para Zabala (1998), pautado no construtivismo e nas finalidades do ensino na educação, coloca que devemos aprender, independente de disciplina, conteúdos básicos chamados por ele de conceituais, aquilo que é preciso saber, factuais, o saber observável, mais descritivo, procedimentais, aquilo que é preciso saber fazer e atitudinais, aquilo que admite ser.

Deste modo, para o ensino da disciplina de Química, levamos em consideração estas categorias a serem ensinadas ou trabalhadas com o recurso didático jogo digital pedagógico, não ficando preso a análise de conteúdo específico da disciplina, mas sempre buscando focar nossa atenção as abordagens interdisciplinares, uma vez que

Os jogos são capazes de abordar os temas mais profundos da existência humana de uma maneira diferente de qualquer outra forma de comunicação — aberta, processual e colaborativa, pois podem ser infinitamente detalhados, apresentados com sofisticação e, não obstante, sempre sensíveis às escolhas e ações do jogador. (SALEN; ZIMMERMAN, 2012. p.10)

Depois desta consideração, das possibilidades dos jogos para abordar os temas diversos, trazemos o trecho da pesquisa de Ribas (2018) que usa para justificar a escolha do conteúdo físico-química e do livro Química Cidadã de Santos (2013) que foram envolvidos no desenvolvimento dos *Chemistry Raides*:

A escolha do livro se deu em função de que os conteúdos de Físico-química se adaptam perfeitamente a todas as fases que foram pensadas para compor o jogo. A físico química permite ampliar as discussões acerca das implicações dos impactos causados pela ciência e pela tecnologia na sociedade. Os fenômenos químicos estudados podem ser problematizados facilmente para compor a abordagem CTS. (RIBAS, 2018, p.2)

Ele acrescenta também que:

O conteúdo a ser estudado está presente no mecanismo do jogo, fazendo parte dele. O jogador ao percorrer o ambiente encontra questões onde quer que ele se situe. O jogador é elemento central da ação, pois ele mesmo controla sua pontuação e seu progresso; ele é um raider, está engajado em explorar o ambiente e obter todos os pontos. O jogo permite a reflexão sobre dilemas morais e éticos à medida que o jogador é confrontado com situações críticas que demandam reflexão e posicionamento, como poluição das águas e do ar, mostradas claramente no jogo. [...] Atitudes positivas são exatamente o que se espera do jogador de *Chemistry Raiders*. Quando ele destina corretamente os lixos encontrados no ambiente, quando ele toma decisões corretas do ponto de vista ambiental e ao responder as questões propostas, ele está tendo atitudes positivas.” (RIBAS, 2018, p.19 e 21).

Neste contexto o professor pode trabalhar com o aluno temas controversos, poluição ambiental frente ao desenvolvimento social, impactos da ciência e da tecnologia na sociedade. Sendo que esses temas estão presente no discurso e em todos os ambientes do jogo (RIBAS *et al.*, 2019).

Trazemos para este contexto dos conteúdos de Química, também o exemplo do Jogo “Planeta Química: uma aventura no cotidiano”, do grupo de pesquisa PEDIC (Laboratório de Pesquisa em Ensino Digital para Ciências), onde Reis, Ribeiro e Costa (2020) colocam que:

Para estabelecer uma boa conexão visual entre jogador, jogo e o contexto CTSA ao qual o jogo estaria inserido, foi necessária uma ampla pesquisa para deixar o ambiente o mais próximo da realidade dos alunos e que não perdesse a essência lúdica característica de um game. Portanto, pensar no cenário tornou-se um grande desafio, o que nos colocou diante de vários obstáculos que foram vencidos aos poucos, tais como:

- Os problemas cotidianos de ordem ambiental, social e política, que poderiam ser relacionados com os conceitos de Química de ácidos, bases, sais e óxidos e como deveriam ser apresentados graficamente;
- Os elementos de ludicidade que não tirassem o foco dos elementos instrucionais, uma vez que o jogo tem por objetivo ensinar brincando;

- Os movimentos dos personagens e dos elementos, pois é necessária uma imagem para cada movimento que são alternados entre si de acordo com a lógica de programação ou o controle direcional realizado pelo jogador.” (REIS; RIBEIRO e COSTA, 2020, p.294).

Assim, para Reis, Ribeiro, Costa, (2020, p.283) “[...] as problemáticas com a abordagem CTS podem ser inseridas no próprio enredo, bem como favorecer diálogos mais ricos entre professor e aluno” (REIS; RIBEIRO; COSTA, 2020, p.283).

Diante destes exemplos podemos perceber a presença dos conteúdos de Química contextualizados, problematizados e que contém as categorias de conteúdo segundo Zabala (1998). Sendo marcante a temática CTS na sustentação de todos os jogos citados. Tal característica é o que guiará nosso olhar para os trabalhos que serão analisados de acordo com a metodologia adotada, visando construir parâmetros para o desenvolvimento de jogos digitais pedagógicos para o ensino de Química e que tenha uma aprendizagem relevante para os alunos adeptos destas tecnologias. Também, para tratar dos conceitos envolvidos de design de game e instrucionais, nossos olhares serão guiados por Schell (2011) e Gee (2009) e para os jogos como ferramenta de mediação por Wertsch (1998).

Neste sentido, vislumbramos as experiências dos autores citados como referência e motivação para as argumentações desta dissertação. Na oportunidade acrescentamos mais de nossas lentes (perguntas) de pesquisa:

Quais trabalhos têm informação explícita sobre enfoque CTS?

Quais os tipos mais frequentes de conteúdo de Química presentes nestes trabalhos?

Quais indicadores da aprendizagem dos alunos com o ensino mediado pelo jogo?

3.5.2.3 *Instrucional de natureza dos pressupostos da CTS*

No contexto supracitado, a identificação dos pressupostos CTS nos estudos estão pautadas em autores em pesquisa CTS para o ensino de ciência, como Fracalanza e Megid-Neto (2006) que estudaram as relações CTS em livros de ensino de ciência. Em Santos e Mortimer (2002) que estudaram a presença do enfoque CTS nos Currículos, das leituras podemos extrair as seguintes percepções da abordagens CTS: Construção sócio-histórica da ciência; Presença da interrelação C-T-S; Apresenta questões sociocientíficas; Evita o paradigma do método científico padronizado e infalível e a ciência neutra e salvacionista; Valorização de outros saberes além do científico; Abordagem contextualizada e interdisciplinar; Formação crítica, científica e cidadã; Problematização e resolução de situações- problema; presença do cotidiano e o ensino na tomada de decisão.

Neste mesmo sentido, categorias demarcadas pelos autores em CTS, Ziman (1994), Aikenhead (1994) e características delimitadas por Santos e Schnetzler (2003) foram condensadas por Cortez e Del Pino (2017, p.132) em quatro categorias para indicar a presença do enfoque CTS nos Parâmetros Curriculares Nacionais da Educação Básica nomeadas da seguinte forma: (a) a problematização e a contextualização, (b) a interdisciplinaridade e os enfoques histórico, filosófico e sociológico, (c) a inclusão de temas sociais e questões sociocientíficas e (d) a formação cidadã do educando e a valorização da discussão acerca do papel da ciência e da tecnologia.

O que se percebe é que existem diversas características e maneiras de aplicar o enfoque CTS. Segundo Ziman (1994), tais características se completam e permitem uma visão plena para esta abordagem, podendo serem usadas como categorias para caracterizar os currículos. Deste modo, para a análise dos artigos, nos pautamos em grandes categorias semelhantes às de Del Pino (2017) e embasadas nas leituras dos autores para identificar as características CTS. Estas categorias serão delineadas na seção 4.3.2 da metodologia.

4 METODOLOGIA

O desenho da pesquisa se deu por meio da análise de estudos primários selecionados, nos quais se fez inferência sobre as contribuições dos pressupostos CTS no equilíbrio entre design de games e instrucionais para o desenvolvimento de jogos digitais para o ensino da disciplina de Química. A pesquisa se caracterizou como do tipo qualitativa, exploratória e de natureza bibliográfica pautados na Revisão Sistemática da Literatura (RSL) com Análise Temática (AT). Sendo que sua metodologia é uma adaptação do estudo de Rafael Gastaldi (2016) sobre a Revisão Sistemática da Literatura com o uso de Análise Temática.

A matéria prima que formou o corpus desta pesquisa foram estudos primários: artigos e dissertações localizados nas bases de dados Web of Science, Scopus, SciELO, Google Scholar e a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) por meio do uso de *strings*¹¹ e por meio da aplicação de critérios de inclusão e exclusão descritos no protocolo. Depois de selecionados os trabalhos primários, que são os artigos selecionados na revisão sistemática, foram codificados categorias elaboradas a priori pela leitura de autores da área de CTS na educação (AIKENHEAD, 1994; FRACALANZA; MEGID-NETO, 2006; SANTOS; MORTIMER, 2002; SANTOS; SCHNETZLER, 2003; ZIMAN, 1994) e autores da área de jogos digitais (GEE, 2009; SCHELL, 2011) referentes tanto para aspectos do design de game quanto do instrucional. E, também, emergiram categorias durante as leituras dos materiais incluídos na análise quando davam suporte as respostas a(s) questão(s) de pesquisa e sobre as de equilíbrio entre design de game e instrucional nos jogos digitais, considerando a perspectiva CTS e o ensino da disciplina de Química neste contexto de jogos.

Feitas as codificações, as categorias foram analisadas frente aos referenciais teóricos para o entendimento de como o jogo digital pedagógico deve estar em equilíbrio de design de game com o instrucional para o ensino de Química. A fim de encontrar parâmetros que sejam úteis para o desenvolvimento de novos jogos nesta perspectiva de equilíbrio, da abordagem CTS e na sociocultural.

¹¹ As palavras-chave são termos presentes nas questões de pesquisa e que, consequentemente, representam o objetivo da RS. Uma vez determinados esses termos, é importante que se identifiquem seus sinônimos (termos alternativos), abreviações, grafias alternativas e plural. **A string de busca é a combinação das palavras-chave e termos relacionados usando operadores lógicos de tal forma que a maior quantidade de estudos seja encontrada.** (FELIZARDO *et al.*, 2017, grifo nosso)

De posse dessa visão geral da metodologia, nas seções a seguir, de forma detalhada, serão descritas: 3.1 Revisão sistemática, 3.2 Análise Temática, o uso destas duas técnicas em conjunto, 3.3 Softwares e Tratamento e Análise dos dados.

4.1 Revisão Sistemática

Todas as pesquisas devem em seu percurso fazer a revisão de outras pesquisas afins, principalmente na atualidade, frente ao volume crescente de publicações no mundo e a facilidade de acesso a estes. Além disso, estes processos de visitar a literatura “[...] permitem a compreensão do movimento da área, sua configuração, propensões teóricas metodológicas, análise crítica indicando tendências, recorrências e lacunas.” (VOSGERAU; ROMANOWSKI, 2014.p.167). Diante da diversidade de revisões existentes dentre duas grandes categorias, as que se destinam ao mapeamento e as que avaliam e sintetizam (VOSGERAU; ROMANOWSKI, 2014), a esquematização desta dissertação se valeu de dois tipos de revisão, a revisão de literatura e a sistemática.

[A revisão da literatura] tem por objetivo iluminar o caminho a ser trilhado pelo pesquisador, desde a definição do problema até a interpretação dos resultados. Para isto, ela deve servir a dois aspectos básicos: (a) a contextualização do problema dentro da área de estudo; e (b) a análise do referencial teórico. (ALVES, ALDA, 1992, p. 54)

Assim, a Revisão de literatura foi útil para construção do problema de pesquisa frente a sua contextualização e, também, para construção do embasamento teórico e metodológico da pesquisa. Já a Revisão Sistemática da Literatura se configurou como uma ferramenta de análise e um tipo de investigação científica. Esta forma de investigação foi, historicamente, adotada inicialmente na área da Saúde, principalmente na Medicina no final da década de 80. Ela objetiva avaliar e integrar de maneira criteriosa os resultados de pesquisas primárias disponíveis, mas isoladas, e permite a realização de uma síntese confiável como resposta a uma questão específica de pesquisa selecionados na revisão. As vantagens destas revisões é a identificação de lacunas de pesquisa, fornecendo novas temáticas de investigação e contextos adequados de posicionamentos destes temas nas pesquisas existentes. (BIOLCHINI *et al.*, 2005).

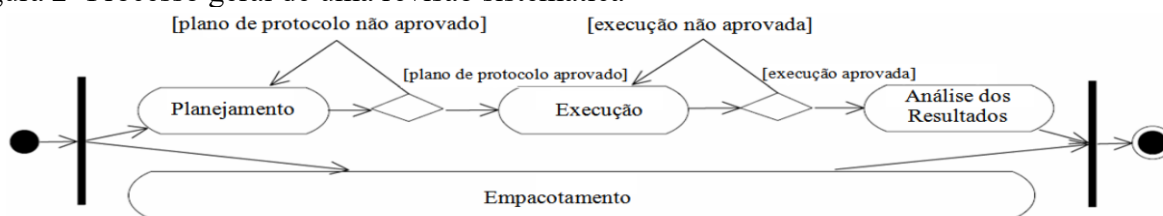
O propósito de uma revisão sistemática é resumir a melhor pesquisa disponível acerca de uma questão específica. Isto é feito através da síntese dos resultados de diversos estudos. Uma revisão sistemática utiliza procedimentos transparentes para encontrar, avaliar e sintetizar os resultados de pesquisas relevantes na área em estudo (WHAT IS..., 2014 apud RAMOS *et al.*, 2014).

Por fim, levando em consideração os apontamentos dessa metodologia, destacamos que seu ponto central é o planejamento. Ele deve ser constituído de uma ou mais questões de

pesquisa e dos métodos que serão empregados para conduzir a revisão, incluindo seleção de fontes para buscas e estratégias de busca. A revisão se configura, como consta na figura 2, em três etapas: Planejamento da Revisão, Condução, Análise dos Resultados.

No planejamento verifica se já existem estudos secundários no mesmo tema, tem-se como objetivo apontar um problema de pesquisa real que motive a realização de uma revisão sistemática da literatura. Assim, para Ferlizardo *et al.*, (2017,p.6)“Caso não haja um estudo secundário sobre o tema e esse tema seja de relevância para a comunidade científica da área, justifica-se a realização da RS”.

Figura 2- Processo geral de uma revisão sistemática



Fonte: Biolchini *et al.* (2005)

A RS segue uma sequência de etapas metodológicas muito bem definida, de acordo com um protocolo desenvolvido a priori que deve conter os conceitos e termos específicos que se relacionam as questões de pesquisa. Como representado na figura 2, as etapas metodológicas do protocolo, assim como as estratégias de análise, de busca das evidências e o foco da questão devem ser precisos, para que outros profissionais, se desejarem, possam reproduzir a pesquisa. Os estágios da RS parecem sequenciais, mas muitas destas etapas possuem iteração, ou seja, estratégias iniciadas durante o estágio de criação do protocolo, podem ser refinadas durante a realização da revisão em busca de critérios mais adequados para retorno de trabalhos mais significativos para as respostas ao problema de pesquisa. (BIOLCHINI *et al.*, 2005).

Deste modo, é previsto em todos estes processos da revisão sistemática avaliações deles por meio do teste do protocolo, teste piloto, pois caso os resultados gerados ao final de uma fase não sejam aprovados, a fase deve ser executada novamente. Pode-se admitir, também, interação entre as etapas, por exemplo uma atividade iniciada na fase de planejamento, pode ser refinada ou adequada nas etapas posteriores. (MARTINS, 2011).

É essencial que, para o sucesso do teste piloto, se tenha disponível um grupo de controle, ou seja, um conjunto de estudos primários que devem ser retornados a partir da condução da revisão. Esse grupo pode ser criado por meio de uma revisão

informal, realizada antes da RS, e/ou por meio da sugestão de especialistas da área. (FELIZARDO *et al.*, 2017, p.7)

Depois de definido o protocolo de revisão, inicia-se a fase de condução. Lembrando que durante a seleção dos estudos, novos termos de busca podem ser identificados e acrescentados a string. Na condução “os estudos são identificados utilizando-se uma estratégia de busca ampla, que seja capaz de identificar todos os estudos primários disponíveis e relacionados com o tema de pesquisa em questão” (FELIZARDO *et al.*, 2017, p.7).

Por fim, o empacotamento envolve todo o processo da revisão e consiste no armazenamento dos dados operacionais de cada uma das fases, planejamento, condução e análise. Sendo usados ao final da revisão como apresentação dos resultados na forma de relatório ou artigo. Como a revisão é parte deste trabalho de mestrado, o empacotamento será integrado na dissertação como um todo.

4.2 Abordagem RS/AT

Frente a seleção dos artigos primários, estes passam pelo processo da extração e análise dos resultados. Sendo que a etapa de extração das revisões sistemáticas geralmente é feita via formulários que podem gerar repetições de trabalhos, uma vez que podem surgir a necessidade de inclusão de novos campos de extração identificados durante as leituras dos artigos, fazendo com que trabalhos anteriores sejam relidos para identificar esses novos campos (GASTALDI, 2016). Por esse retrabalho nas RSL, estudando pesquisas que usaram as técnicas desta revisão com a Análise Temática, a pesquisa de Gastaldi (2016) buscou formas mais eficientes para o processo de extração e sumarização. E, por mais que muitos dos trabalhos por ele analisado que utilizam essas duas técnicas em conjunto não documentassem como o processo foi conduzido, Gastaldi verificou que a maneira mais adequada para o uso destas duas técnicas seria na fase da extração e sumarização (GASTALDI, 2016).

Desta forma, tomando como referência a pesquisa de Gastaldi (2016) sobre abordagem RS/AT, esta pesquisa usou a aplicação da técnica de Análise Temática (BARDIN, 2016) para analisar dados qualitativos na condução da RSL, sendo que, de acordo com Gastaldi (2016), a AT é a técnica mais empregada neste tipo de estudo, além de dispender menor esforço do pesquisador em comparação com a abordagem tradicional que usa formulários de extração.

A análise temática é uma forma de analisar qualitativamente os dados de comunicação em diversos formatos, por meio da identificação de temas relevantes que são

agrupadas em categorias que permite a inferências dos materiais analisado. E, também, consiste em “descobrir os núcleos de sentido que compõem uma comunicação cuja presença ou frequência signifique alguma coisa para o objetivo analítico visado.” (MYNAYO, 2001, p. 316). Segundo Gastaldi (2016), a partir de Bardin (2016), a análise temática segue basicamente as seguintes etapas:

- Pré-análise: São escolhidos os estudos a serem analisados e é efetuada uma "leitura flutuante" a fim de fazer perguntas ou questões de pesquisa, delimitação do material a ser analisado, formulação de hipóteses e objetivos, referenciação dos 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 relacionados ao destaque de trechos importantes para análise;
- Tratamento dos resultados e interpretação: A partir das categorias são formuladas conclusões sobre o problema ou temáticas abordadas, ou seja, são feitas interpretação com as inferências dos resultados obtidos.

Para Gastaldi, como pode ser observado na figura 3, coloca que:

Na Análise Temática, a primeira etapa a ser conduzida é a pré-análise. Consiste em efetuar uma leitura flutuante nos estudos para análise a fim de imergir o pesquisador no tema da análise. Para a pré-análise, um dos requisitos é possuir o material de estudo já selecionado. Em revisões sistemáticas, o pesquisador efetua todo o planejamento, obtenção e seleção dos estudos para então iniciar a extração e sumarização dos dados. Nesse contexto, a pré-análise da Análise Temática pode ser incluída como uma nova etapa em uma abordagem de revisão sistemática em conjunto com Análise Temática. (GASTALDI, 2016, p.62).

Figura 3- Fluxos das etapas de revisão sistemática e da Análise Temática



Fonte: retirado de Gastaldi (2016, p.62-63)

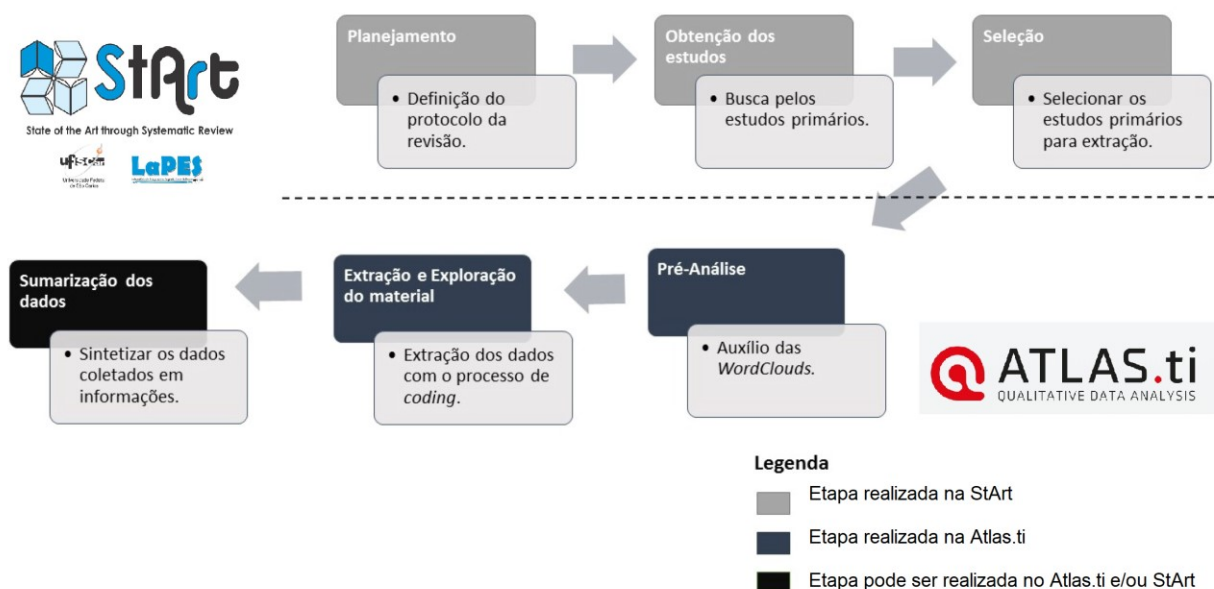
No estudo de Gastaldi (2016) sobre as duas técnicas de análise com o uso das ferramentas computacionais se dar seguinte forma:

O planejamento do estudo é realizado na StArt, assim como a seleção do material de estudo a ser analisado. Uma vez selecionados os estudos primários, a extração dos dados e exploração do material é realizado na ferramenta Insight. Por fim, os dados podem ser sumarizados tanto na ferramenta Insight com a elaboração de um sumário narrativo e geração do mapa mental, bem como na StArt, também para elaboração de um sumário narrativo que venha a compor a caracterização do estado da arte do tópico investigado (GASTALDI, 2016, p.40).

Na presente pesquisa foi substituída a ferramenta *Insight* pelo software *Atlas.ti* que desempenha as mesmas funções de suporte a análise, como pode ser observado na figura 4. E com o acréscimo da pré-análise na RSL, um recurso poderoso para a ambientação dos materiais, como observado na figura 5, é o uso de nuvens de palavras do software *Atlas.ti* de grande valia na leitura flutuante desta etapa.

A extração/exploração do material ocorreu por meio do processo de codificação. Sendo que a “[...] Codificação é uma forma de indexar ou categorizar o texto a fim de estabelecer uma estrutura de ideias temáticas em relação a ele” (GIBBS, 2009, p.60, tradução nossa¹²).

Figura 4- Análise Temática em revisão sistemática apoiada por suporte computacional



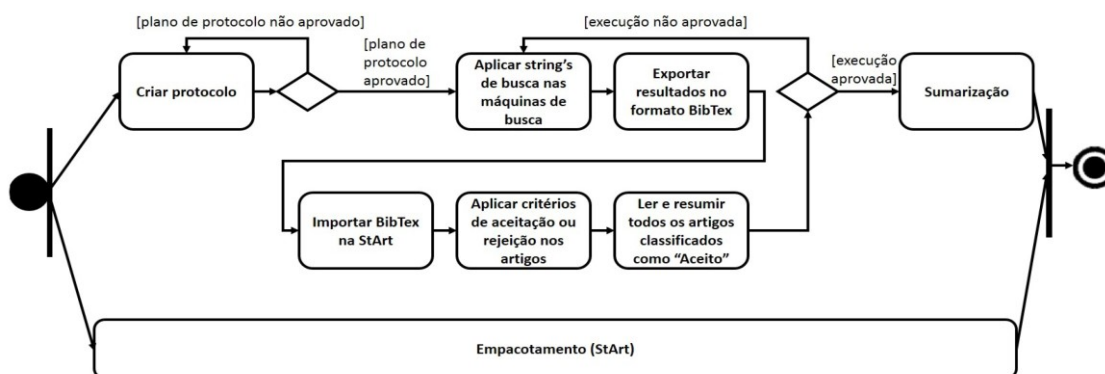
Fonte: adaptada do esquema da “figura 3.2” da pesquisa de Gastaldi (GASTALDI, 2016, p.64)

¹² "Coding is a way of indexing or categorizing the text in order to establish a structure of thematic ideas in relation to it" (GIBBS, 2009 p.60).

4.3.1 Softwares: Start e Atlas.ti

Uma das ferramentas usadas na Revisão Sistemática Literatura foi a START¹³ (*State of the Art through Systematic Review*), gratuita, desenvolvida pelo Laboratório de Pesquisa em Engenharia de Software da UFSCar que apoia todas as etapas da RSL, como representado na Figura 6. A Start está em contínuo desenvolvimento, com acréscimo de vários recursos que melhoram diversos processos da RS, como a estratégia SCAS (*Score Citation Automatic Selection*), técnicas de bola de neve, frequência de palavras-chave e nuvem de palavras para refinamento de string de pesquisa, colaboração entre revisores (FABBRI, Sandra *et al.*, 2016; HERNANDES, Elis *et al.*, 2012 e ZAMBONI *et al.*, 2010).

Figura 6 - Processo simplificado para utilização da ferramenta StArt.



Fonte: Retirado da pesquisa Gastaldi (GASTALDI, 2016, p.30)

O protocolo da Start segue os passos definidos por Kitchenham (2004) e Biolchini *et al.* (2007), logo é o protocolo da presente pesquisa, na qual está descrito no capítulo 4. De forma geral, as seguintes etapas podem ser preenchidas na ferramenta:

Passo 1: Descrição do projeto da revisão com as informações básicas, pesquisador, título e descrição do estudo a ser realizado.

Passo 2: Preenchimento de todos os campos do protocolo da revisão.

Passo 3: Importação dos metadados dos estudos primários. Podendo ser tanto de forma manual ou por indexação de metadados das strings em arquivos resultantes das buscas nas bases de dados em diversos formatos: bibTEX, Ris e outros. Estes metadados são do tipo: autores, título, local de publicação, resumo, entre outros.

¹³ Disponível em < http://lapes.dc.ufscar.br/tools/start_tool > acesso 22 de jan. 2020

Passo 4: Seleção dos estudos primários, onde serão aplicados os critérios de inclusão e exclusão definidos para cada estudo e classificá-los em "Aceito" ou "Rejeitado".

Passo 5: Leitura e extração. Os estudos aceitos são listados no tópico de extração, neste estágio o pesquisador deve baixar o estudo por completo (*full text*) para ser lido e extraídos os dados a ser analisados.

Passo 6: Sumarização dos dados na forma de relatórios ou outros modelos de visualização, como tabelas, esquemas, mapas.

Os passos 5 e 6 serão feitas no programa *Atlas.ti* com a aplicação da técnica de Análise Temática. Para maior compreensão, em uma RSL os pesquisadores se depararão com dados quantitativos e qualitativos que devem ser considerados para uma boa análise e inferências. Para as análises qualitativas que são de cunho interpretativo busca-se atualmente meios de melhorar sua confiabilidade por meio da utilização de suportes computacionais, mas, este fato não significa que são substitutas das habilidades interpretativas do pesquisador, mas sim complementos para agilizar as etapas envolvidas na pesquisa, principalmente nas de análise. (GASTALDI, 2016).

Como descrita anteriormente, esta pesquisa optou por fazer a extração dos dados por meios de categorias com o uso da técnica de Análise Temática do conteúdo. E para ajudar neste processo foi usado o software Atlas.ti 9 (da empresa ATLAS.ti *Scientific Software Development* GmbH). Sendo um software, pago¹⁴, desenvolvido com base na teoria fundamentada (*Grounded Theory*), permite o apoio a sistematização de análises qualitativas e quantitativas, mas não se limita aquela técnica de análise, podendo ser usada com a análise de conteúdo (WALTER; BACH, 2015).

Assim para o propósito desta pesquisa, entendemos que:

A Análise Temática de conteúdo pode utilizar procedimentos quantitativos e qualitativos. Essa escolha influenciará a definição das regras de codificação, que podem ser: presença ou ausência, frequência, intensidade (uso de adjetivos, advérbios, etc.), direção (neutro positivo, negativo); ordem, ou co-ocorrência. Em termos quantitativos, a codificação visa identificar a frequência dos tópicos no conteúdo a ser analisado. Na perspectiva qualitativa, o foco é identificar a presença ou ausência de um determinado tema no conteúdo a ser analisado, de modo que, então, seja capaz de entender melhor como isso é apresentado no texto e suas

¹⁴ Estudantes de graduação, pós-graduação e doutorado podem obter um tipo de licença com preço especial para usar a versão do programa sem restrições do ATLAS.ti em seus estudos de graduação. Disponível em < <https://atlasti.com/students/> > acesso 9 de dezembro 2020

peculiaridades, dando maior profundidade à análise. (OLIVEIRA, Mirian *et al.*, 2016, p. 75, tradução nossa¹⁵).

Esta ferramenta auxilia a localização, codificação, anotações dos materiais analisados que podem ser desde vídeos, áudio, textos em diversos formatos. E conta com diversas formas de visualização dos dados, permite fazer relações entre códigos, entre categorias e construção de redes semânticas de análise. Estes aspectos aumentam e melhoram as possibilidades de interpretação, inferências e sumarização para o pesquisador. A organização das categorias e a maneira como foram analisadas é ilustrada na próxima seção.

4.3.2 Tratamento e Análise dos dados

O tratamento dos dados primeiramente foi realizado no programa Start, a partir da seleção dos artigos oriundos das bases de dados, em que foram executados até o passo 4 descrito acima. Posteriormente, os trabalhos primários selecionados foram categorizados no Atlas.ti, seguindo o esquema abaixo, da figura 7:

Figura 7- Ilustra os estudos selecionados na Start que são inseridos em formatos de arquivos .pdf na ferramenta Atlas.ti

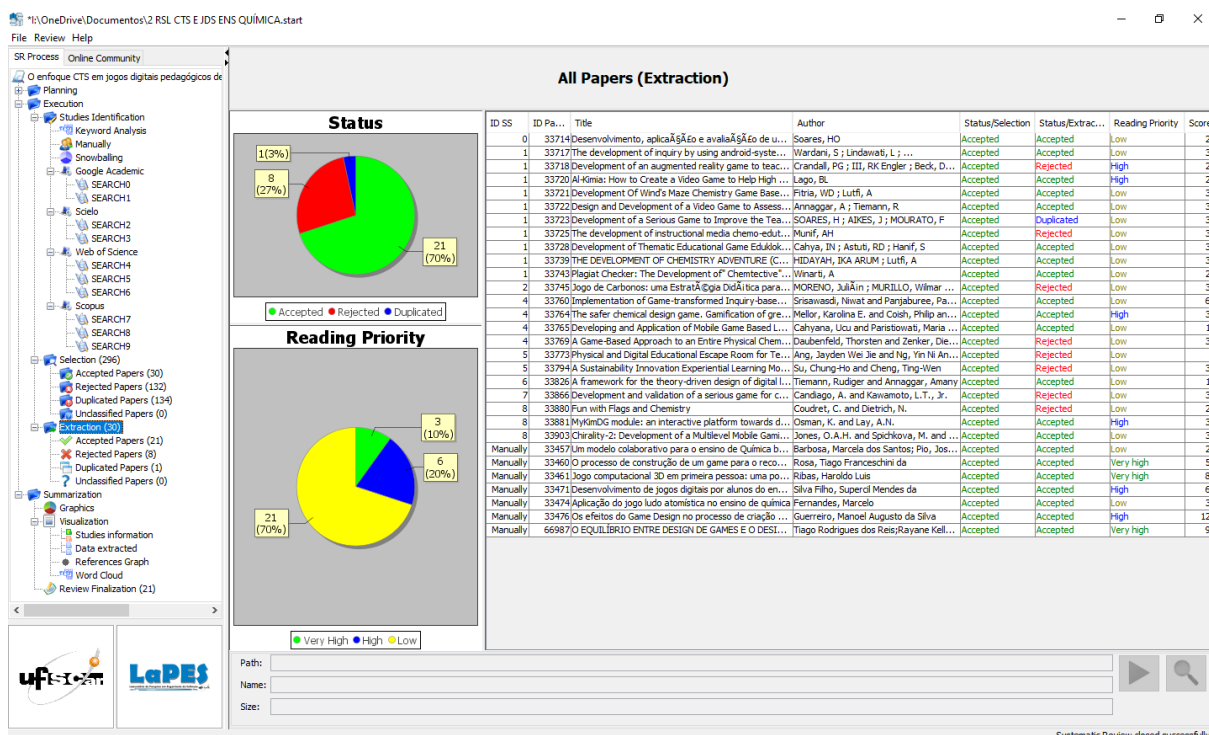


Fonte: Elaborado pelo autor

Na etapa de seleção, por meio do Start, foi possível aplicar os critérios de inclusão e exclusão dos artigos, bem como identificar a duplicidade destes. A figura 8 apresenta uma ilustração de como é visualizado no software.

¹⁵ Thematic content analysis may use quantitative and qualitative procedures. This choice will influence the definition of the coding rules, which may be: the presence or absence, frequency, intensity (use of adjectives, adverbs, etc.), direction (positive, negative neutral); order, or co-occurrence. In quantitative terms, the coding aims to identify the frequency of the topics in the content to be analyzed. While in the qualitative perspective, the focus is on identifying the presence or absence of a particular topic in the content to be analyzed, so as, then, be able to better understand how this is presented in the text and its peculiarities, giving the analysis greater depth. (OLIVEIRA, Mirian *et al.*, 2016, p. 75)

Figura 8- Interface da ferramenta StArt



Fonte: Elaborado pelo autor

A Figura 8 apresenta a guia de navegação (do lado esquerdo) que contém estrutura de tópicos em hierarquia que se expande nas etapas da revisão. Na parte a direita, tem-se abas que permite a visualização da etapa atual com suas informações específicas.

Ao selecionar os artigos de interesse, estes foram submetidos a outras duas etapas (passo 5 e 6) por meio do Atlas.ti. Para realizar o passo 5, foram criadas categorias de análise e codificadas no Atlas.ti em tempo real, ou seja, no momento da leitura. As categorias de análise foram divididas para o Design de Games e Instrucional. Para o Design de Games, foram consideradas as quatro grandes categorias de Schell (2011) tratadas no referencial teórico deste trabalho (seção 2.5.2): Mecânica, Narrativa, Estética e Tecnologia. As categorias, no momento da leitura do texto no Atlas.ti, foram codificadas (demarcadas) de acordo com a representatividade característica de cada uma, como:

- **Mecânica:** são compostos pelos procedimentos e as regras que descreve o objetivo do jogo, as maneiras pelas quais os jogadores podem realizá-los e as reações do sistema para as tentativas do jogador. Foram codificadas quando se identificava jogabilidade (desafios), regras, tipos de pontos, emblemas, construção dos personagens, interações do jogo, entre outros;

- Narrativa (história): é o conjunto de eventos sequenciados que vão se desdobrando no jogo; codificadas quando se identificava a história do jogo, história dos personagens, relação dos personagens e da história do jogo com os jogadores, conflitos, desafios, entre outros;
- Estética: relacionado com as experiências subjetivas e direta do jogador a aparência do jogo como sons, cheiros, sabores e sensações do seu jogo; codificadas quando apareciam relatos sobre as questões estéticas do jogo (som, imagem, sessões, etc);
- Tecnologia: assumem formas variadas, sendo os materiais e as interações que possibilitam construção do jogo, sendo fator de limitação a certos projetos, podendo ser das tecnologias mais simples as mais sofisticadas. codificadas quando identificada a ferramenta utilizada para produzir o jogo, tratando suas limitações e se foram usadas ferramentas complementares.;

Para o design Instrucional, por sua vez, foram considerados dois ramos de análise, os referentes aos princípios de aprendizagem e os referentes aos conteúdos de Química e abordagem CTS. Para análise dos princípios de aprendizagem com o uso de jogos digitais foram usados os princípios de Gee (2009) explanados na seção 2.5.2.1 como categorias de análise. Sendo eles a) *Identidade*, b) *Interação*, c) *Produção*, d) *Riscos*, e) *customização*, f) *Agência*, g) *boa ordenação dos problemas*, h) *desafio e consolidação*, i) *“na hora certa” e “a pedido”*, j) *Sentidos Contextualizados*, l) *Frustação prazerosa*, m) *Pensamento sistemático*, n) *explorar, pensar lateralmente, repensar os objetivos*, o) *Ferramentas inteligentes e conhecimento distribuído*, p) *equipes transfuncionais* e q) *Performance anterior a competência*.

Para a análise dos conteúdos de Química em associação a enfoque CTS foram usadas categorias gerais, que tomaram por base autores como AIKENHEAD, 1994; FRACALANZA; MEGID-NETO, 2006; SANTOS; MORTIMER, 2002; SANTOS; SCHNETZLER, 2003; ZIMAN, 1994 e principalmente Cortez e Del Pino (2017), como apontado na seção 3.5.2.3. Sendo estas descritas a seguir:

- Problematização e Contextualização

A contextualização diz respeito a associação dos conteúdos com a realidade, aos fenômenos e processos que deem significados aos discentes. Tais aspectos contribui para uma boa problematização, ou seja, quando se adequa ao nível de compreensão dos alunos criando

situações que possibilitem o aprendizado de questões locais, mas que permita, também, enxergar além da realidade cotidiana. Deste modo, serão incluídos nestas categorias as características que apresentam a abordagem contextualizadas e problematizadas, considerando que a problematização dos temas estudados em ciência ajuda a aumentar o interesse dos estudantes, melhora a compreensão dos fenômenos estudados por meio da conexão com outros conhecimentos, suas relações com o cotidiano e mobiliza a tomada de decisão cidadã frente a problemas reais, tornando desta forma os conteúdos contextualizados. Apresenta interrelação C-T-S, considerando que os novos conhecimentos científicos provocam mudança nas tecnologias que por sua vez alteram os comportamentos, pensamentos e estilos de vida das pessoas; a sociedade também influencia por meios de investimentos as pesquisas científicas e soluções tecnológicas. As tecnologias, por sua vez, limitam e ampliam os progressos científicos.

- Interdisciplinaridade e os enfoques histórico, filosófico e sociológico

A interdisciplinaridade não deve ser confundida como uma ligação entre disciplinas de forma superficial, mas deve ser uma colaboração integrada de diferentes áreas do saber para a análise de um tema comum. Com este sentido, serão incluídas nesta categoria as características dos conhecimentos interdisciplinares que contextualiza a ciência e a tecnologia por meio dos aspectos histórico, filosóficos, sociológicos e epistemológicos e que mobilizam a formação de um cidadão para a tomada de decisão consciente, tomando o conhecimento como um processo integrado. Portanto, considera-se que as evoluções científicas e tecnológicas e a sociedade se influenciam e são frutos da construção humana em um certo contexto e perspectiva social. Neste contexto, o método científico não é dogmático, único, infalível e rígido e admite se outros saberes além do científico para solucionar situações problemas.

- Inclusão de temas sociais e questões sociocientíficas

Nestas serão inseridas características que abordam os perigos e efeitos colaterais da aplicação das tecnologias e da ciência na sociedade e no meio ambiente, quando se usa de temas polêmicos e emergentes, tanto locais como globais. Em uma análise destes contextos de forma menos disciplinar, encara-se, nesta categoria, a interpretação da não linearidade do progresso científico e tecnológico e a desconstrução da visão salvacionista da ciência, sem influências políticas e econômicas.

- Formação cidadã do educando e a valorização da discussão acerca do papel da ciência e da tecnologia.

Nesta devem ir características que denotem que a educação deve estar focada nos alunos contribuindo para sua formação cidadã e para sua formação futura de profissionais críticos e não somente restrita a formação científica, de conceitos, conteudista e de transmissão de saber pronto e acabado. Deve ir além, trabalhando questões sociais, históricas e culturais, mobilizando a formação crítica, de atitudes e valores morais e éticos, e com isto deve promover a alfabetização científica e tecnológica que permite o estudo dos fenômenos naturais associados ao ambiente social e tecnológico dos alunos. Desta forma, os conteúdos não são simplificados, mas ressignificados socialmente para a formação do educando, desenvolvendo neste a responsabilidade social. Tais características são relacionadas a formação crítica, científica e cidadã e com a presença do cotidiano e o ensino na tomada de decisão;

No Atlas.ti foram inseridos os todos os estudos primários, em formato PDF (*Portable Document Format*) como consta na figura 9 e neste foram realizadas as análises com as codificações das categorias em diversos formatos: como tabelas, redes e nuvem de palavras.

Figura 9- Visão geral da interface do Software ATLAS.ti.

The screenshot displays the ATLAS.ti software interface. The top menu bar includes options like 'Arquivo', 'Início', 'Pesquisar & Codificar', 'Analisar', 'Importar & Exportar', 'Ferramentas', 'Ajuda', 'Documentos', 'Pesquisar & Filtar', 'Ferramentas', and 'Exibir'. Below the menu, there are several toolbars for document management and search. The main workspace is divided into three panels: 'Explorador' (Explorer) on the left, 'Pesquisar Documentos' (Search Documents) in the middle, and 'Gerenciador de Documentos' (Document Manager) on the right. The 'Explorador' panel shows a tree structure of codes, including '4.0.9 Identidade (35-0)', '4.10 Interação (81-0)', '4.11 Produção (42-0)', '4.12 Riscos (13-0)', '4.13 Customização (20-0)', '4.14 Agência (21-0)', '4.15 Boa ordenação dos problemas (19-0)', '4.16 Desafio e consolidação (19-0)', '4.17 "Na hora certa" e "a pedido" (28-0)', '4.18 Sentidos contextualizados (48-0)', '4.19 Frustração prazerosa (19-0)', '4.20 Pensamento sistemático (5-0)', '4.21 Explorar, pensar lateralmente, etc.', '4.22 Ferramentas inteligentes e conhecimentos', '4.23 Equipes transfuncionais (5-0)', '4.24 Performance anterior a competição', '9.25 1. Quais os processos envolvidos', '9.27 3. Qual a diferença entre só jogar', '9.28 4. Quais os principais referencia', '9.29 5. Quais indicadores da aprendiz', '9.30 6. Quais os tipos mais frequente', '9.31 7. Quais são os principais ponto', '9.32 1. Quem desenvolvem os jogos', '9.33 2. Tipos de conteúdo: factuais, c', '9.34 3. Quais trabalhos têm informaç', and '9.35 4. Quais e como as característic'. The 'Pesquisar Documentos' panel shows a list of documents with columns for 'ID', 'Nome', 'Tipo de Mídia', 'Localização', and 'Gru'. The 'Gerenciador de Documentos' panel shows a list of documents with columns for 'ID', 'Nome', 'Tipo de Mídia', 'Localização', and 'Gru'. The interface is in Portuguese and shows a list of documents related to chemistry education.

Fonte: Elaborado pelo autor

5 PROTOCOLO DA REVISÃO SISTEMÁTICA

Este protocolo segue o modelo apresentado no programa START (ZAMBONI *et al.*, 2010) que por sua vez estar pautado nos estudos de Kitchenham (2004) e Biolchini *et al.*, (2005).

5.1 Questões de pesquisa:

Questões Primárias

1. Quais e como as características do enfoque CTS aparecem no desenvolvimento de Jogos Digitais para o Ensino de Química?
2. Frente ao design de games, quais os elementos de game surgem nas pesquisas e como eles são equilibrados com o design instrucional?

Questões Secundárias

1. *Quais os tipos mais frequentes de conteúdo de Química presentes nestes trabalhos?*
2. *Quais os principais referenciais teóricos usados?*
3. *Quais trabalhos têm informação explícita sobre enfoque CTS?*
4. *Quem desenvolvem os jogos, alunos, professores ou outros?*
5. *Quais os processos envolvidos no desenvolvimento dos jogos?*
6. *Quais indicadores da aprendizagem dos alunos com o ensino mediado pelo jogo?*
7. *Tipos de conteúdo: factuais, conceituais, procedimentais e atitudinais*
8. *Qual a diferença entre só jogar e construir o jogo e jogá-lo?*
9. *Quais as limitações relatadas no desenvolvimento e aplicação destes jogos para o ensino de Química?*

5.2 Itens relacionados ao escopo e especificidade das questões de pesquisa.

População:

Publicações em artigos, dissertações e teses relacionados ao desenvolvimento de jogos digitais para o ensino de Química;

Intervenção:

Compreender o desenvolvimento de jogos digitais para o ensino da Química com o objetivo na formação crítica e reflexiva embasados na relação ciência, tecnologia e sociedade;

Controle:

Foram estudos primários já produzidos e jogos digitais desenvolvidos para o ensino de Química e Ciência que são conhecidos e com características desejadas por esta pesquisa, tipo: o jogo planeta Química uma aventura no cotidiano, o artigo e dissertação Jogo computacional 3D em primeira pessoa: uma possibilidade para o ensino de Química etc.;

Resultados (Outcome):

Obtenção de parâmetros pedagógicos que auxiliem o desenvolvimento de jogos digitais para o ensino de Química;

Aplicação:

Parâmetros para avaliação e desenvolvimento de jogos digitais para o ensino de Química.

5.3 Estratégia de Busca para Seleção de Estudos Primários

Seleção das bases de dados:

Critérios de definição de Seleção das fontes (base de dados):

Foram usadas para busca de artigos as bases de dados eletrônicas indexadas na CAPES CAFé (Comunidade Acadêmica Federada) (Web of Science, Scopus), SciELO e Google Scholar por serem multidisciplinares e permitir a exportação dos resultados em formatos aceitos no programa START.

O acesso as bases do periódico da CAPES CAFé foram através do IP vinculado a UFMA. Foram selecionados, também, trabalhos disponíveis em outros meios para complementar essa busca e que atenderam aos requisitos do protocolo desta Revisão Sistemática.

Para a busca de dissertações e teses nacionais foi usada a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD).

As buscas foram feitas em português e inglês (considera-se que a maioria dos trabalhos é publicada nesta língua).

Lista final de Fontes

- Google Scholar (<https://scholar.google.com.br>)
- Banco de dados SciELO (<https://scielo.org>)
- Web of Science (www.webfknowledge.com) (acesso via periódico CAPES)
- Scopus (<https://www.scopus.com/>) (acesso via periódico CAPES)
- Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações-BDTD (<https://bdtd.ibict.br>)

5.4 Palavras-chaves ou descritores para construção das strings

Na fase exploratória foi seguido a abordagem de busca e construção de strings denominada quase-padrão ouro (quasi-gold standard - QGS) (ZHANG, 2011, p.627) que orienta o teste das strings de busca (combinações termos de busca) para verificar as mais significativas para resultados desejados. Depois da busca informal na etapa de análise exploratória, encontra-se artigos de controle que permitem o teste piloto para validação das palavras-chave e strings de busca nas bases de dados, verificando o retorno do conjunto de trabalhos usados como referência inicial. Em caso negativo, faz-se reflexão do processo e toma medidas no sentido de remodelar e refletir as questões de pesquisa e o protocolo. Deste modo, segundo Mergel (2014, p.42), a abordagem QGS que é uma estratégia de busca e construção das strings que se baseia em um conjunto de estudos conhecidos no domínio específico e reconhecidos no campo de pesquisa. Estes estudos são selecionados através de uma busca manual do pesquisador, já utilizando seus critérios de inclusão e exclusão definidos e observando as citações dos estudos da área e deles são extraídas as palavras chaves relevantes e usados para validar as strings de busca. A abordagem para a construção da string pode ser tanto de forma subjetiva como objetiva. Na sua forma subjetiva, o pesquisador lê todos os estudos do conjunto para encontrar termos relevantes e montar sua string de busca, validando com o conjunto QGS, o pesquisador deve aplicar a string de busca em uma biblioteca digital e verificar se os estudos do conjunto estão entre os resultados. Na sua forma objetiva, o autor sugere que sejam utilizadas técnicas da área de Mineração de Texto para extração de termos relevantes do conjunto QGS de estudos.

Construção das strings de busca geral:

Para a construção das strings foram usados os sinônimos das palavras-chave para aplicar nas bases de dados condicionados as lógicas dos mecanismos busca destas bases. Depois fez-se a exportação dos arquivos em formato aceitos pelo programa START.

String de busca geral foi construída com os termos mais frequentes nas palavras-chave e nos títulos dos trabalhos usados para o teste piloto.

("Química") AND ("jogo" OR "jogos" OR "Game" OR "Games" OR "videogame") AND (desenvolvimento OR desenvolver OR criar OR criação OR produzir OR produção)

(Chemistry) AND ("Game" OR "Games" OR "videogame") AND (development OR develop OR create OR creation OR produce OR production)

5.5 Procedimento para seleção dos estudos primários

Nos resultados da aplicação das strings, após a leitura do resumo e aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, os trabalhos foram selecionados por dois revisores independentemente, neste caso o pesquisador e orientador.

Tipos de estudos

Teses, dissertações e artigos considerando os critérios de inclusão e exclusão, de qualidade e as questões foco da pesquisa.

Critérios de inclusão e exclusão dos trabalhos:

Critérios de inclusão:

- 1. Descritores no título, resumo ou palavras-chave;*
- 2. Serão incluídos os trabalhos que abordem ao mesmo tempo desenvolvimento de Jogos digitais e Ensino de Química;*
- 3. Serão incluídos os trabalhos que abordem ao mesmo tempo desenvolvimento de Jogos digitais e abordagem CTS.*
- 4. Serão incluídos trabalhos publicados e disponíveis integralmente em bases de dados científicas;*
- 5. Trabalhos publicados em inglês ou português;*

6. *Serão incluídos artigos, dissertações e teses;*
7. *Serão incluídos trabalhos recentes de 2015 a 2020;*

CrITÉRIOS de exclusão:

1. *Não constar os descritores ou derivações no título, resumo ou palavras-chave;*
2. *Serão excluídos, depois de lido o resumo, trabalhos de assuntos com somente uma das áreas: Jogos digitais ou abordagem CTS ou Ensino de Química ou que não responder as questões de pesquisa;*
3. *Dissertações e Teses em inglês*
4. *Revisões sistemáticas ou meta-análise;*
5. *Artigos não disponíveis integralmente;*

CrITÉRIOS de qualidade dos estudos primários:

Os trabalhos considerados foram publicados em periódico com revisão por pares para os artigos ou aprovado por banca examinadora quando se referia a mestrado ou doutorado. Pois assim garante-se a qualidade metodológicas destes trabalhos e a confiabilidade dos resultados a serem analisados e generalizados.

5.6 Estratégia de extração de informação

Depois de identificado os trabalhos duplicados e definidos os trabalhos incluídos, estes foram analisados na íntegra, buscando evidências que respondam as questões de pesquisa desta revisão, uma parte por meio da técnica de Análise Temática segundo Laurence Bardin (2016) usando o suporte computacional Atlas.ti 9 ® para análise qualitativa de dados por meio de categorias a priori relacionada a abordagem CTS. E, outra parte, alguns dados gerais foram extraídos e copilados de acordo com os critérios de extração que eram relevantes para a pesquisa.

5.7 Sumarização dos resultados

Depois de estabelecido o objeto de estudo, a classificação das informações coletadas durante a RSL por meio de categoria de análise, teve-se à compreensão da abrangência, as características e tendências sobre o tema de pesquisa. Desta forma, após a extração, foi elaborado um artigo/Dissertação com uma síntese qualitativa e quantitativa dos trabalhos onde todas as perguntas de pesquisa foram respondidas.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pesquisa de RSL pode ocorrer de duas maneiras, por uma busca ampla ou restritiva. Na ampla permite o retorno de muitos estudos primários para serem avaliados e no final, muitos são rejeitados. Deste modo, localiza mais estudos primários relevantes, porém, demanda maior esforço e tempo. Na forma restritiva, por sua vez, tem-se o retorno de menos estudos. No entanto, essa estratégia tende a ser mais eficiente com relação a custo e benefício (DIESTE *et al.*, 2009). Outra limitação para a estratégia restritiva, é o risco de não localizar algum estudo primário relevante (WOHLIN, 2014). De posse destas recomendações, para obter trabalhos primários pertinentes aos objetivos da pesquisa, foram realizadas buscas amplas nas bases de dados usando combinações de palavras mais comuns de trabalhos conhecidos (ZHANG, 2011), como pode ser visto nas Strings no Quadro 1.

Quadro 1: String geral com os descritores considerados para uma busca mais ampla

Em português	("Química") AND ("jogo" OR "jogos" OR "Game" OR "Games" OR "videogame") AND (desenvolvimento OR desenvolver OR criar OR criação OR produzir OR produção)
Em inglês	(Chemistry) AND ("Game" OR "Games" OR "videogame") AND (development OR develop OR create OR creation OR produce OR production)

Fonte: Elaborado pelo autor

As buscas, realizadas entre os meses de agosto de 2020 a fevereiro de 2021, retornaram 296 trabalhos, nos quais foram lidos os títulos e resumos e aplicados os critérios de inclusão e exclusão. Os quadros 2 e 3 ilustram esses critérios e a descrição quantitativa dos trabalhos após sua aplicação.

Quadro 2: Critérios de Inclusão e exclusão para os trabalhos de desenvolvimentos de jogos com CTS

Inclusão	Exclusão
1. Descritores no título, resumo ou palavras-chave; 2. Trabalhos que abordem desenvolvimento de Jogos digitais e Ensino de Química; 3. Trabalhos que abordem desenvolvimento de Jogos digitais e abordagem CTS. 4. Trabalhos publicados e disponíveis integralmente nas bases de dados; 5. Trabalhos publicados em inglês ou português; 6. Trabalhos recentes de 2015 a 2020;	1. Não constar os descritores ou derivações no título, resumo ou palavras-chave; 2. Após lido o título e resumo, trabalhos de assuntos com somente uma das áreas: Jogos digitais ou abordagem CTS ou Ensino de Química ou que não respondem às questões de pesquisa; 3. Dissertações e Teses em inglês 4. Revisões sistemáticas ou meta-análise; 5. Artigos não disponíveis integralmente;

Fonte: Elaborado pelos autores.

O quadro 3 se caracteriza como a etapa de condução, pois “os estudos são identificados utilizando-se uma estratégia de busca ampla, que seja capaz de identificar todos os estudos primários disponíveis e relacionados com o tema de pesquisa em questão” (FELIZARDO et al., 2017, p.7). Desta maneira, foram identificados 135 trabalhos duplicados com o auxílio da ferramenta Start. Após a leitura dos títulos e resumos dos 161 trabalhos restantes e a aplicação dos critérios de exclusão e inclusão, 140 artigos foram excluídos e 21 foram incluídos.

Quadro 3: Número de trabalhos inicial e após aplicação dos critérios de inclusão e exclusão

Bases de dados	Resultado	Duplicados	Excluídos	Incluídos
Scopus	137 (46%)	135	140	21
Web of Science	93 (31%)			
Google Scholar	33 (11%)			
SciELO	12 (4%)			
BDTD	20 (6,7%)			
Manual	1 (0,3%)			
Total	296 (100%)			

Fonte: Elaborado pelos autores.

Os estudos incluídos para análise (Quadro 4) estão distribuídos nas bases Google Acadêmico 1, 5, 7, 11, 12, 16, 17 e 18, na *Web of Science* 2, 4, 8, 13, 14, 15, na BDTD 6, 9, 10, 19, 20, 21. O estudo 3 foi incluído de forma manual, pois era de conhecimento dos pesquisadores. A base SciELO não teve representação e a *Scopus* foram representados pelos estudos 2 e 13 que, também, foram retornados na *web of Science*. Estas distribuições demonstram a abrangência do motor de busca do Google acadêmico em relação as outras bases, mesmo sendo multidisciplinares e amplas, podem não indexar estudos de periódicos presentes em outras bases. Todavia, observa-se que o google acadêmico não retornou alguns trabalhos presentes na *Web of Science*, *Scopus* e BDTD.

6.1 Análise geral dos estudos primários

A etapa seguinte da RSL é a extração e tratamentos dos dados dos 21 estudos que foram selecionados para análise. No quadro 4 são identificadas as referências destes estudos. Vale ressaltar que o foco desta pesquisa se centra em estudos que tratam do desenvolvimento dos jogos digitais com temáticas CTS, por esse motivo, trabalhos que utilizaram jogos que não foram desenvolvidos pelos próprios autores e realizaram apenas análise da aprendizagem

em uma abordagem CTS não foram considerados. Assim, todos esses estudos tratam do desenvolvimento de jogos digitais para o ensino de química. Com esta delimitação, os trabalhos foram codificados com as categorias referentes aos pressupostos de CTS, design de games e aspectos gerais, de forma a responder as perguntas de pesquisa, bem como os objetivos. Estes processos são descritos a seguir.

Quadro 4: Estudos primários selecionados para análise.

nº	País	Referências dos estudos primários	Ano
1	Indonésia	CAHYA, Iis Nilam; ASTUTI, Ratih Dwi; HANIF, Septiana. Development of Thematic Educational Game Eduklok Chemistry Based on Indonesian Local Wisdom. In: Proceeding International Conference on Science and Engineering . v.3, p. 565-567, 30 Apr. 2020.	2020
2	Malásia	OSMAN, Kamisah; LAY, Ah Nam. MyKimDG module: an interactive platform towards development of twenty-first century skills and improvement of students' knowledge in chemistry. Interactive Learning Environments , p. 1-14, 9 Feb. 2020.	2020
3	Brasil	REIS, Tiago Rodrigues dos; RIBEIRO, Rayane Kellye Pereira; COSTA, Hawbertt Rocha. O Equilíbrio entre Design de Games e o Design Instrucional no Desenvolvimento de um Game Pedagógico. Revista Debates em Ensino de Química , v. 6, n. 1, p. 282-306, 2020.	2020
4	Berlim	TIEMANN, Rüdiger; ANNAGGAR, Amany. A framework for the theory-driven design of digital learning environments (FDDLEs) using the example of problem-solving in chemistry education. Interactive Learning Environments , p. 1-14, 2 Oct. 2020.	2020
5	Berlim	ANNAGGAR, Amany; TIEMANN, Rüdiger. Design and Development of a Video Game to Assess Problem-Solving Competence in Chemistry Education. ChemRxiv , p.1-25, 26 Ago. 2019.	2019
6	Brasil	BARBOSA, Marcela dos Santos. Um modelo colaborativo para o ensino de química baseado em jogo educacional . 2019.113f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Matemática) -Instituto de Ciências Exatas. Universidade Federal do Amazonas. Manaus.	2019
7	Indonésia	HIDAYAH, Ika Arum; LUTFI, Achmad. the development of chemistry adventure (chemture) game as learning media on chemical bonding matter for high school student. UNESA Journal of Chemical Education , v. 8, n. 3, p. 350-360, 16 Set. 2019.	2019
8	Tailândia	SRISAWASDI, Niwat; PANJABUREE, Patcharin. Implementation of game-transformed inquiry-based learning to promote the understanding of and motivation to learn chemistry. Journal of Science Education and Technology , v. 28, n. 2, p. 152-164, 2019.	2019

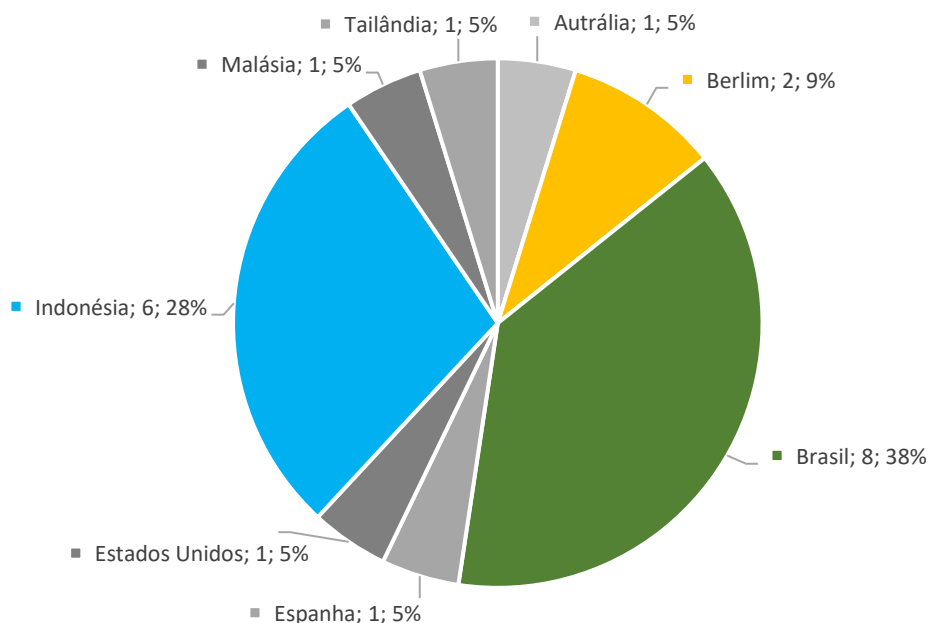
9	Brasil	RIBAS, Haroldo Luis. Jogo computacional 3D em primeira pessoa: uma possibilidade para o ensino de química. 2018. 127f. Dissertação (Mestrado em Formação Científica, Educacional e Tecnológica) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba.	2018
10	Brasil	ROSA, Tiago Franceschini da. O processo de construção de um game para o reconhecimento dos níveis de alfabetização científica e tecnológica no ensino de Química. 2018. 151f. Dissertação (Mestrado em Formação Científica, Educacional e Tecnológica) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba.	2018
11	Brasil	SOARES, Higor Oliveira. Desenvolvimento, aplicação e avaliação de um serious game como ferramenta auxiliar ao ensino da química. 2018. Dissertação. (Mestrado em Engenharia de Software) - Instituto Politécnico de Setúbal. Escola superior de Tecnologia de Setúbal.	2018
12	Indonésia	FITRIA, Winda Dwi; LUTFI, Achmad. Development Of Wind's Maze Chemistry Game Based On Android As A Learning Media On Hydrocarbon Matter For Eleventh Grade Senior High School. In: Seminar Nasional Kimia-National Seminar on Chemistry (SNK 2018). Atlantis Press, v.171, p. 223-228, Set. 2018.	2018
13	Austrália	JONES, Oliver AH; SPICHKOVA, Maria; SPENCER, Michelle JS. Chirality-2: Development of a multilevel mobile gaming app to support the teaching of introductory undergraduate-level organic chemistry. J. Chem. Educ. v.95, n.7, p. 1216-1220, 10 jul. 2018.	2018
14	Estados Unidos	MELLOR, Karolina E. et al. The safer chemical design game. Gamification of green chemistry and safer chemical design concepts for high school and undergraduate students. Green Chemistry Letters and Reviews , v. 11, n. 2, p. 103-110, 6 mar. 2018.	2018
15	Indonésia	CAHYANA, Ucu et al. Developing and application of mobile game based learning (M-GBL) for high school students performance in chemistry. Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education , v. 13, n. 10, p. 7037-7047, 18 Oct. 2017.	2017
16	Espanha	LAGO, Beatriz Legerén. Al-Kimia: how to create a video game to help high school students enjoy chemistry. In: Serious games and edutainment applications. Springer, Cham, 2017. p. 259-272.	2017
17	Indonésia	WARDANI, Sri; LINDAWATI, L.; KUSUMA, S. B. W. The development of inquiry by using android-system-based chemistry board game to improve learning outcome and critical thinking ability. Jurnal Pendidikan IPA Indonesia , v. 6, n. 2, p. 196-205, 17 Oct. 2017.	2017
18	Indonésia	WINARTI, Atiek et al. The Development of Chemtective Game-Based Medium on Chemistry Learning. In: 5th South East Asia Development Research (SEA-DR) International Conference The.v.100 , p. 18-21, May. 2017.	2017

19	Brasil	FERNANDES, Marcelo. Aplicação do jogo ludo atomística no ensino de química. 2015. 123f. Dissertação (Mestrado em Química) – Centro de Ciência Exatas e de Tecnologia. Universidade Federal de São Carlos. São Carlos.	2015
20	Brasil	GUERREIRO, Manoel Augusto da Silva. Os efeitos do Game Design no processo de criação de jogos digitais utilizados no ensino de Química e Ciências - o que devemos considerar. 2015. 297f. Dissertação (mestrado Educação para Ciência) - Faculdade de Ciências. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Bauru.	2015
21	Brasil	SILVA FILHO, S. M. Desenvolvimento de jogos digitais por alunos do ensino médio para o desenvolvimento de conceitos químicos. 2015. 90f. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal de Goiás. Goiânia.	2015

Fonte: Elaborado pelos autores.

Para uma melhor compreensão, os estudos primários serão apresentados pelos seus respectivos números como consta no Quadro 4, indo de 1 até 21. As pesquisas estão dentro de um intervalo de 5 anos e foram organizadas em ordem decrescente do seu ano de publicação, em que não foram encontrados trabalhos apenas no ano de 2016. Os estudos 6, 9, 10, 11, 19, 20 e 21 são dissertações e os demais estudos são artigos. Os conteúdos tratados nessas pesquisas são referentes ao ensino médio, e somente o estudo 14 refere-se aos níveis de ensino médio e superior. Quanto a frequência de publicações por país, identificou-se que Brasil, Indonésia e Berlim são os mais expressivos com oito, seis e dois trabalhos publicados respectivamente na área de desenvolvimento de jogos no ensino de química, como mostra a figura 10.

Figura 10- Distribuição dos estudos de acordo com os Países de origem.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Vale frisar que, embora o Brasil seja o país que apresenta maior quantidade de publicações na área de interesse desta pesquisa, há apenas um artigo (REIS, RIBEIRO e COSTA, 2020), sendo que as outras 7 são dissertações. Além disso, há apenas um artigo (RIBAS *et al.*, 2019) proveniente da dissertação de Ribas (2018), mas não foi considerado para a análise, pois a dissertação estava mais completa.

1. *Quais os tipos mais frequentes de conteúdo de Química presentes nestes trabalhos?*

Para verificar os conteúdos de Química mais frequentes tratados nos trabalhos, assim como nos jogos digitais referentes a tais estudos, foi gerada uma nuvem de palavras a partir do software *Atlas.ti* com os termos mais recorrentes nas unidades de contexto, dos quais serviram para a identificação dos conteúdos. Deste modo, termos como Dalton, Thomson, Rutherford, átomo, atômico, entre outros, foram considerados como o conteúdo de Modelos Atômicos. Outras palavras, como Propriedades, materiais, elementos, compostos foram associadas a atividades investigativas que tratavam de conteúdos como Tabela Periódica e Propriedades Periódicas (Figura 11). Os demais conteúdos foram verificados da mesma maneira, assim, observou-se que estes são introdutórios da Química, sendo os mais frequentes, os modelos atômicos e tabela periódica. As justificativas para trabalhar estes conteúdos, de forma unânime, se dão pela maior dificuldade de aprendizagem dos conceitos associados a eles e, por sua vez, estes conceitos são pré-requisitos para a aprendizagem de

Nesta vertente, os trabalhos que apresentavam uma certa relação com as categorias de Schell (2011), além de outras semelhantes, foram classificados e identificados como: mecânica (5, 11 e 21), dinâmica (11), estética (5, 8 e 11), jogabilidade (5 e 8), narrativa (5, 7, 4, 17 e 21) e teoria do flow (11). Nos demais trabalhos, a relação não ficava clara e por esse motivo não permitiu a codificação, sendo enquadrados como não-classificados. No que tange ao tipo de tecnologia utilizada, observou-se que os jogos são desenvolvidos em Unity 3D (4, 5, 9, 11) game Make (7, 21), Construct 2 (3, 6), RPG maker (8, 10, 16), Adobe Flash CS (17), HTML 5 (19), não identificados (1, 2, 12, 13, 14, 15, 18, 20). De maneira geral, as plataformas para quais os jogos foram desenvolvidos são: tablet, celulares (mais acessíveis) e computadores. Os tipos de jogos mais frequentes foram de tabuleiros digitais e de perguntas e respostas. A estética deu ênfase aos jogos 3D, que segundo os autores desses estudos, são preferíveis dos estudantes. Sendo assim, as escolhas por cenários antigos e selvas (ambientes naturais) e para construção tiveram o suporte de modelos prontos, pré-programados e disponíveis gratuitamente na internet.

Nos 21 estudos analisados, os desenvolvedores dos jogos foram os próprios pesquisadores (professores), terceiros com habilidades de desenvolvimento (programadores), equipes de desenvolvedores e em dois casos, estudo 2 e 21, os próprios alunos investigados, em que o foco era o processo de desenvolvimento.

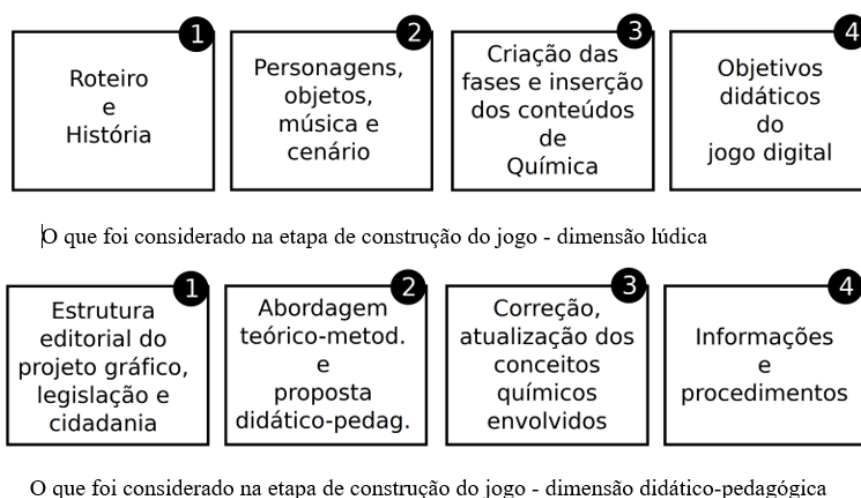
Nem todos os estudos demonstram os processos envolvidos nos desenvolvimentos dos jogos, apresentando apenas características dos jogos. No entanto, em alguns estudos podem ser extraídas etapas do processo de criação, como por exemplo:

No estudo 2 as fases do modelo de desenvolvimento do MyKimDG são perguntar, descobrir, produzir, comunicar, revisar. No estudo 4 e 5 as etapas são análise, Design, desenvolvimento, garantia de qualidade e avaliação e implementação. No estudo 7 partiu da revisão da literatura, pesquisa de campo, preparação de produtos iniciais de jogos (revisão do jogo, melhoria do jogo, validação do jogo, reescrita do jogo), estágio de desenvolvimento e teste do jogo. O estudo 15, se aproxima do estudo 7, partiu da revisão da literatura, de entrevistas e questionários para desenvolver um jogo de resolução de problemas pautados em perguntas e respostas para o desenvolvimento de processos científicos básicos. No estudo 12 para criar um jogo de labirinto, de perguntas e respostas, seguiu as etapas: estudo preliminar (*storyboards*), desenvolvimento e validade e, por fim, teste de jogo. E o estudo 21 tem-se as

etapas: criação do Design Bible, Produção de imagens áudio, desenvolvimento de artefatos computacionais, integração dos aspectos artísticos, em relação aos aspectos computacionais.

Os estudos 11, 16 e 20 foram os mais expressivos em aprofundar os conceitos e elementos de design de game na construção do jogo pedagógico. No estudo 11 o design de game se divide em implementação (inicia com protótipo), teste piloto (de elementos e de fluxo) e avaliação/aplicação. Sendo o destaque a aplicação da técnica de *brainstorming*, onde “As primeiras ideias que surgirem em mente são anotadas, posteriormente discutidas e trabalhadas, caso escolhidas, já que é necessário um processo de refinamento das ideias [...]” (SOARES, 2018, p.21). No 16, por meio da associação de modelos de design de game, idealiza um modelo próprio de design de game e desenvolve um jogo digital pedagógico de aventura gráfica e ação em 5 níveis no estilo RPG, os níveis retratam a Pré-história, Idade Antiga, Idade média, Revolução Industrial e Idade Contemporânea para trabalhar fatos químicos importante ao longo da história. Já para o estudo 20 o design de game de um jogo pedagógico bem elaborado se caracteriza por ser multidisciplinar e deve envolver vários atores, como game designer e professores. E considera que os conhecimentos de design de game associados aos princípios de aprendizagem Gee (2009) são fundamentais para o desenvolvimento de jogos com fins educacionais, mas não se tem uma delimitação clara dos designs de game e pedagógicos. Como pode ser ilustrado na figura 12 extraídas do estudo 20, as dimensões lúdicas e pedagógicas.

Figura 12- Etapas das dimensões lúdicas e pedagógicas

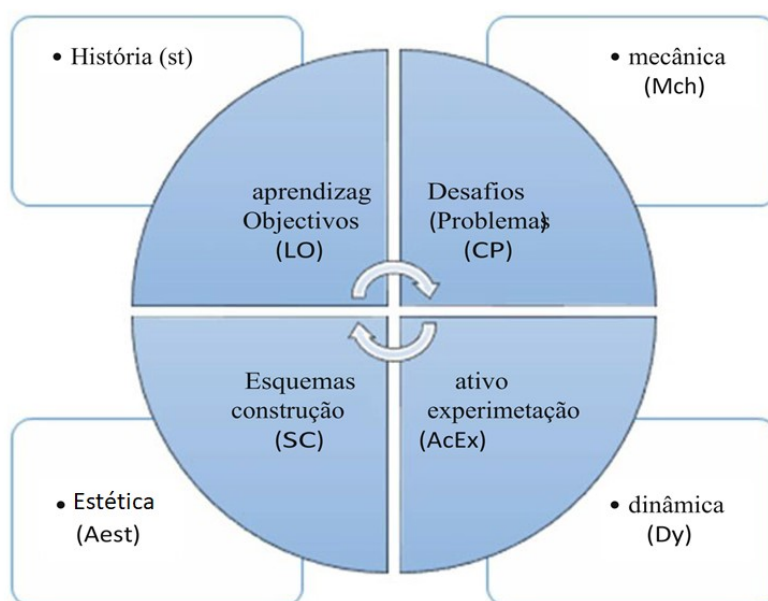


Fonte: Retirado de Guerreiro (2018, p.131)

O que se verifica com esses exemplos é que não há uma uniformidade entre os processos de desenvolvimento. Neste contexto, um caso particular foi o estudo 16 de Lago

(2017) que, percebendo que não existe um modelo adequado para o desenvolvimento de um game pedagógico, cria uma abordagem híbrida entre os modelos por eles analisados, isto é, o modelo de Jogo experiencial proposto por Kiili (2005), os elementos das abordagens de Hunicke (2004) e Schell (2008) ilustrado na figura 13.

Figura 13- Estrutura para o design de um videogame educacional (Role-playing + action + aventura gráfica)



Fonte: Adaptado de Lago (2018, p.266)

Assim, neste modelo híbrido:

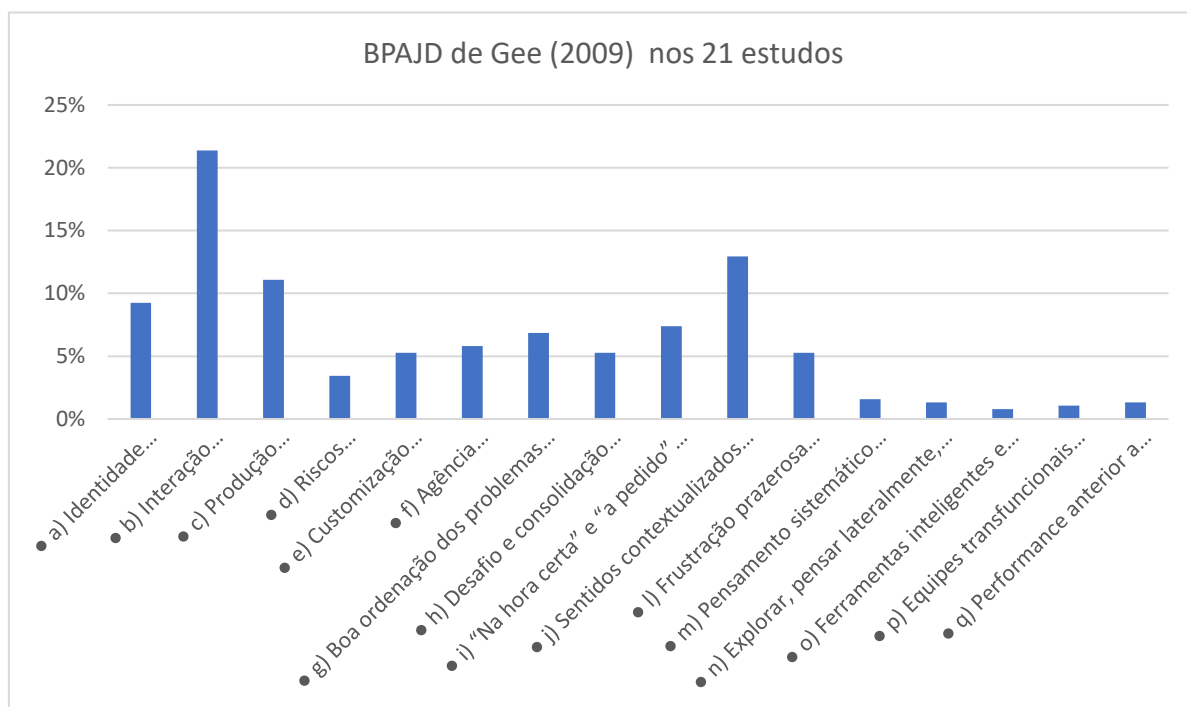
Dentro dessa nova abordagem, a mecânica é considerada como os processos e regras do jogo (Schell) que ajudarão a definir sua dinâmica, que pode ser definida como o comportamento do jogador (Hunicke); a estética refere-se tanto à forma como o jogo parece e soa (Schell) quanto à resposta emocional do jogador ao interagir com o jogo (Hunicke), enquanto a história (Schell) se concentrará no assunto a ser aprendido, neste caso a história da Química. (LAGO, 2017, 265)

Os elementos do processo de aprendizagem experiencial proposto por Kiili podem estar ligados a cada um dos elementos definidos acima. Os objetivos de aprendizagem são desenvolvidos dentro da história; os desafios (problemas) que o jogador deve superar estão ligados à mecânica, de modo que a dinâmica que eles inspiram permitirá experimentação ativa pelo jogador; a combinação desses elementos permitirá a construção de esquemas que, através da estética do jogo, criarão um estado de fluxo no jogador que garantirá que uma experiência de aprendizagem ocorra. (LAGO, 2017, 265)

O design considera elementos como personagens, objetos, música e cenário e imagens para aumentar as aprendizagens de conceitos químicos, como identificado em muitos destes estudos, devido aos aspectos visuais e interativos dos jogos digitais que permitem representar modelos, aspectos micro e macroscópicos da química de forma contextualizada. Desta forma, quando se relaciona estas características dos jogos desenvolvidos com os princípios de aprendizagem de Gee (2009), é compreensivo, na figura 14, o porquê da (b)

interação e (j) *os sentidos contextualizados* serem os mais expressivos de forma quantitativa na codificação dos 21 estudos. Nestes estudos também são identificadas características dos outros princípios, demonstrando que podem ter efeitos positivos na motivação e aprendizagem dos conteúdos da química.

Figura 14- Frequência das codificações das categorias dos bons princípios de aprendizagem dos jogos digitais de Gee (2009) nos 21 jogos analisados.



Fonte: Elaborado pelo autor

2. *Quais os principais referenciais teóricos usados?*

Os referenciais teóricos de aprendizagem identificados nos estudos foram o construtivismo (2, 3, 4, 5, 6, 7), teoria cognitiva de Jean Piaget (12, 21), interacionismo de Vygotsky (3, 6), teoria da ação mediada de James Wertsch (3), Construcionismo de Seymour Papert (2), Comportamentalismo de Skinner (12), Teoria da autodeterminação (teoria da motivação) (4, 5) e inteligência múltiplas de Gardner (20). Não foram identificados os referenciais nos trabalhos 1, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18 e 19. Tal ausência chamam atenção e estão presente nos achados de Rezende e Soares (2019).

As abordagens de ensino de química nestes jogos digitais podem ser agrupadas segundo algumas semelhanças: resolução de problemas (2, 4, 5, 15 e 18), aprendizagens investigativas (2, 8 e 17), desenvolvimento de habilidades para o século XXI (2, 12 e 17), comportamentos sustentáveis (14), temáticas com sabedoria local (1 e 4), aprendizagem colaborativa (6), design de game e instrucionais (11, 16 e 20) e análise e validação dos

aspectos motivacionais (5, 7, 11, 12, 13, 15, 16, 18, 19 e 21). Essas formas de trabalhar os conhecimentos da química nos jogos digitais não são mutuamente independentes, mas se assemelham por necessitar que conteúdos sejam mobilizados no ato de jogar, frente as ações nos desafios e nas respostas às perguntas problema da química. Além disso, estimulam os estudantes no processo de ensino e aprendizagem de forma mais ativa, pois os alunos interagem com os elementos do jogo. Destaca-se que as abordagens de comportamentos sustentáveis e as temáticas de sabedoria local, estão na importância dada aos conteúdos no sentido a preservá-los no meio da comunidade e o meio ambiente onde são tratados.

Estas abordagens associadas a tais tecnologias digitais, considerando suas semelhanças e diferenças, em síntese, se configuraram em estratégias: para superar as dificuldades de aprendizagem da disciplina de química, para inovar a metodologia de ensino e para desenvolver habilidades dos estudantes relacionadas as finalidades da educação básica no contexto atual da sociedade, permeada de novas tecnologias digitais contemporâneas aos educandos. E, por mais que estejam preocupados com as aprendizagens química, como apontado a partir das semelhanças acima, suas análises, por meio de entrevistas e questionários, focaram mais em verificar as motivações e percepções de validação dos jogos produzidos.

No processo de codificação não se verificaram evidências dos pressupostos da CTS na maioria dos estudos, não sendo encontrado ao menos uma das quatro categorias. Apenas três deles 3, 9 e 10 foram relevantes para os propósitos da presente pesquisa, pois apresentaram demarcações precisas das quatro categorias CTS definidas na metodologia. Deste modo, serviram de base para as discussões da CTS no desenvolvimento de jogos digitais. Vale ressaltar que estes estudos quase não foram abordados na presente seção, pois esses serão apresentados na seção seguinte em sua totalidade (design de games e pedagógico), por apresentarem as características desejáveis para a pesquisa.

6.2 A análise dos aspectos da CTS nos Jogos Digitais

Nesta seção são analisados os três estudos primários (3, 9 e 10) que apresentaram os pressupostos do enfoque CTS, a análise foi realizada com base nas perguntas secundárias apresentadas na metodologia e levando em consideração as quatro categorias CTS definidas a priori. Vale frisar, frente a relevâncias de algumas perguntas, que os outros 18 estudos aparecem na análise da presente seção, para melhor situar o resultado desta pesquisa.

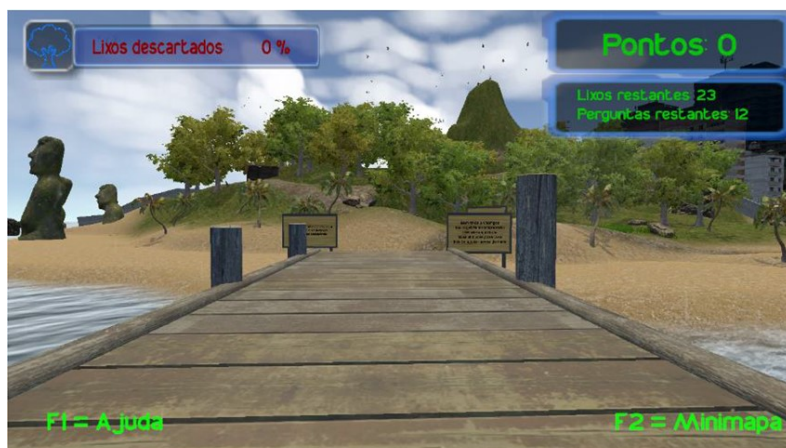
3. *Quais trabalhos têm informação explícita sobre enfoque CTS?*

Dos 21 trabalhos, apenas os estudos 3 (REIS, RIBEIRO e COSTA, 2020) e 9 (RIBAS, 2018), de forma explícita e o estudo 10 (ROSA, 2018), de forma implícita, apresentam os pressupostos do enfoque CTS associadas ao desenvolvimento de jogos digitais. Nesta abordagem, como já discutido na fundamentação, os conteúdos são trabalhados de forma mais crítica e reflexiva, além das reflexões das interdependências entre Ciência, Tecnologia e a sociedade.

No estudo 9 (RIBAS, 2018), ilustrado na figura 15, o jogo denominado *Chemistry Raiders* se fundamenta na perspectiva de que as relações CTS possibilitam reflexões críticas e tomada de decisão dos alunos. Deste modo, “Considera-se, portanto, o movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade que privilegia a reflexão e a responsabilidade social em assuntos que envolvem conteúdos científicos” (RIBAS, 2018, p.21-22). Segundo o autor:

[...] O jogo permite a reflexão sobre dilemas morais e éticos à medida que o jogador é confrontado com situações críticas que demandam reflexão e posicionamento, como poluição das águas e do ar, mostradas claramente no jogo. [...] A abordagem CTS, quando associada à ludicidade representada pelo jogo *Chemistry Raiders*, proporciona a imersão realística dos alunos nas questões que envolvem reflexões críticas sobre os fenômenos químicos e suas implicações sociais. A partir das questões problema, o aluno vivência as situações e toma decisões como se estivesse no mundo real. (RIBAS 2018, p.19 e 24)

Figura 15- Visão geral do ambiente natural



Fonte: Retirado de Ribas (2018, p.38)

No estudo 3 (REIS, RIBEIRO e COSTA, 2020, p.283), ilustrado na figura 16, colocam que “[...] as problemáticas com a abordagem CTS podem ser inseridas no próprio enredo, bem como favorecer diálogos mais ricos entre professor e aluno”. Neste estudo, o destaque é o Jogo chamado *Planeta Química: uma aventura no cotidiano*, que foi desenvolvido em uma abordagem da CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio

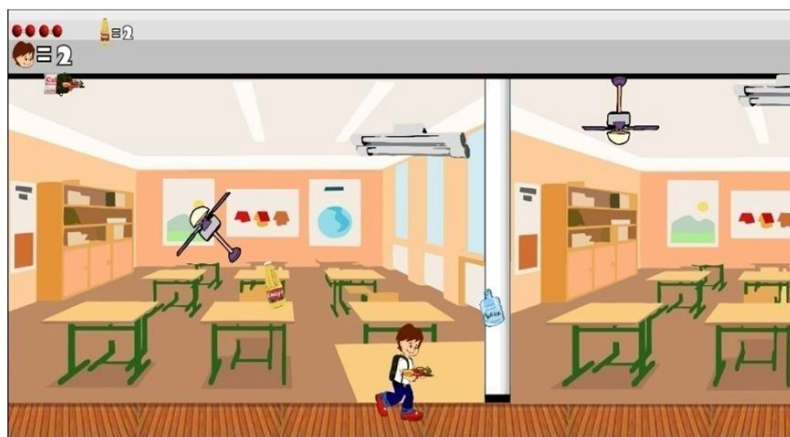
Ambiente). Para o desenvolvimento do jogo, foi realizada pesquisas para que o ambiente ficasse o mais próximo da realidade dos estudantes, sem perder a ludicidade característica dos jogos digitais. Neste sentido:

[...] pensar no cenário tornou-se um grande desafio, o que nos colocou diante de vários obstáculos que foram vencidos aos poucos, tais como: • Os problemas cotidianos de ordem ambiental, social e política, que poderiam ser relacionados com os conceitos de Química de ácidos, bases, sais e óxidos e como deveriam ser apresentados graficamente [...] (REIS, RIBEIRO e COSTA, 2020, p.294).

Este estudo se fundamenta na tecnologia, via jogos digitais, e na abordagem CTSA para a produção de significados dos conteúdos escolares, tendo como base o contexto sociocultural nesse processo de significação. Para isso, foram explorados os referenciais teóricos de Vygotsky e James Werstch, e com base neste referencial coloca que:

[...] Nessa concepção, trazemos as convicções do autor para discutir sobre o significado dos conceitos, pois ao se criar um ambiente dentro do jogo e conveniente às diversas ações dos estudantes que podem ser tomadas na narrativa presente, contribui-se para um caminho de significação desses conceitos. **Além disso, torna-se mais interessante, quando se pensa em torno de uma problemática na abordagem CTS, em que o professor é o orientador do processo e insere outras ferramentas culturais direcionadas ao enredo e narrativa do jogo, aumentando o rol apreciativo de significação dos conceitos pelos alunos.** (REIS, RIBEIRO e COSTA, 2020, p.288, grifo nosso)

Figura 16- Desafio da escola.



Fonte: Retirado de Reis, Ribeiro e Costa (2020, p.300)

No estudo 10 (ROSA, 2018), ilustrado na figura 17, com a premissa de que, assim como a ciência produz tecnologia e a tecnologia, por sua vez, produz ciência e aproveitando as potencialidades das tecnologias dos jogos digitais, o pesquisador desenvolveu um jogo digital para ser uma ferramenta de avaliação do nível de alfabetização científica e tecnológica (ACT) dos estudantes. O jogo desenvolvido apresenta quatro níveis (Nominal, Funcional, Conceitual e processual e Multidimensional (BYBEE, 1997). Sendo que o nível 4 de ACT (Multidimensional) é dividido em duas fases, a epistemológica e a sociocultural. Na dimensão

Epistemológica, as extensões dos conceitos das disciplinas científicas e os procedimentos investigatórios devem incluir conhecimentos filosóficos, históricos e sociais. Na dimensão sociocultural, se deve fazer relações entre as disciplinas científicas, entre a ciência, tecnologia e a sociedade de forma a ter compreensão para a tomada de decisão em assuntos sociais e culturais. Deste modo, o nível 4 é o mais avançado da ACT e exige características multidimensionais individuais de cada pessoa para se comportar diante de uma situação problema. Para Rosa (2018, p.43) citando Shwartz, Ben-Zvi e Hofstein (2006) coloca que este 4º nível de ACT representa uma:

[...] perspectiva de alfabetização científica que incorpora a compreensão da ciência que se estende além dos conceitos de disciplinas científicas e procedimentos de investigação científica. Aqui se inclui também dimensões filosóficas, históricas e sociais da ciência e da tecnologia. Os alunos desenvolvem alguma compreensão e apreciação da ciência e tecnologia em relação à sua relação com a sua vida diária. Mais especificamente, eles começam a fazer conexões dentro das disciplinas científicas, e entre a ciência, a tecnologia e as questões de grande relevância que desafiam a sociedade (SHWARTZ, BEN-ZVI e HOFSTEIN, 2006, p. 205).’

Deste modo, os aspectos do nível 4 de alfabetização científica e tecnológica do jogo do estudo 10 são evidências implícitas dos pressupostos das relações CTS, estando em consonância com as categorias definidas na metodologia para demarcar a presença da abordagem CTS no desenvolvimento dos jogos digitais. Como codificado no estudo 10:

Para a última fase do game, o que se espera é a constatação de ações e cenários relacionados aos termos multidimensionais da ACT, distribuídos em aspectos epistemológicos e socioculturais. **Quando verifico esses dois aspectos compreendo que os socioculturais estão incutidos nos epistemológicos, mas aqui neste nível foi entendido que as habilidades relacionadas à relevância histórica e filosófica do conhecimento científico e tecnológico pertenciam à episteme e, por outro lado, aquelas do cotidiano como sendo socioculturais** (ROSA, 2018, p.127, grifo nosso).

Figura 17- Cenário do jogo elaborado como produto educacional para avaliar o nível de ACT.



Fonte: Retirado de Rosa (2018, p.88)

De forma geral, nos 21 artigos analisados, as justificativas para inserção das tecnologias digitais, jogos digitais, se configuram em três perspectivas: minimizar as dificuldades de aprendizagem da disciplina de química, superação das metodologias tradicionais de ensino e aproveitamento das potencialidades das tecnologias digitais de interesse dos estudantes para o meio escolar e para formação de habilidades do século XXI. Já para os estudos 3 (REIS, RIBEIRO e COSTA, 2020), 9 (RIBAS, 2018) e estudo 10 (ROSA, 2018), além destas premissas, a abordagem das relações CTS tem um ponto central nas finalidades e a forma como os conteúdos são abordados.

Neste sentido, de acordo com o estudo de Rosa (2018), no contexto atual da sociedade, caracterizado pelos avanços tecnológicos e científicos, o exercício da cidadania é o ponto de partida da necessidade de se determinar níveis de saber científico e tecnológico. E pensando nisso, os conteúdos aprendidos devem ser úteis ao estudante na tomada de decisão em situações problemas da sociedade de uma forma diferente dos de especialista. Tal proposição parte da premissa de que a sociedade atual exige uma formação plena do estudante que vai além dos conteúdos de fórmulas e conceitos, mas inclua na aprendizagem conhecimentos científicos, tecnológicos e socioculturais explorados de forma crítica, isto é, aprendizagem de conteúdo que contribua para a formação cidadã. Assim, no jogo foram criadas situações semelhantes ao cotidiano que exigem escolhas do jogador relacionadas aos conhecimentos básicos de química adquiridos e, portanto, indicadores do nível de alfabetização científica e tecnológica.

O estudo de Ribas (2018) apresenta a análise de um recurso inovador para o processo de ensino aprendizagem de química, o jogo *Chemistry Raiders* desenvolvido em três fases: ambiente natural, cidade e indústria. O jogo visa relacionar ciência, tecnologia, aspectos sociais e ambientais como conteúdos escolares. Com o argumento que os adolescentes estão acostumados com jogos digitais cada vez mais avançados, o jogo foi produzido para permitir a imersão realista e intensa do jogador. A concepção do jogo se propôs a ser motivador, sendo o mais próximo da realidade do aluno nos fenômenos macroscópicos representados nos diversos elementos e fases do jogo, contemplando a ludicidade e a aprendizagem significativa com a abordagem CTS na perspectiva norte americana. Deste modo, o jogo foi pensado como um espaço de discussão sobre o papel do indivíduo na sociedade, uma vez que insere conteúdos da abordagem CTS associado aos conteúdos de físico-química como elementos do jogo. Além da premissa que a tecnologia, como os computadores e jogos digitais, fazem parte da realidade dos estudantes, o tipo de jogo escolhido surgiu, também, da demanda de jogos

em 3D para o ensino de química/na educação. Foi construído na engine Unity3D, é um jogo em primeira pessoa que mantém elementos essenciais, como bons recursos gráficos, visual agradável com cenários realísticos que fosse atrativo aos jogadores. Além disso, as questões e os conteúdos fazem parte do jogo, e permitem fazer reflexões morais e éticas em diversas situações, como poluição da água e do ar. Portanto “a partir de questões problemas, o aluno vivencia situações e toma decisões como se estivesse no mundo real.” (p.24).

Por meio da análise do jogo Planeta Química: uma aventura no cotidiano, o estudo de Reis, Ribeiro e Costa (2020) se preocupa com a análise dos elementos de design de jogos e com o amadurecimento da compreensão do referencial teórico de aprendizagem e dos conteúdos de química em uma abordagem CTSA. Assim, em sua concepção teve o propósito de ser diferente da maioria dos jogos pedagógicos para o ensino de química que, geralmente, “[...] focam no conteúdo, não possuem história e a mecânica é apenas direcionada à resolução e memorização de fórmulas, símbolos e alguns conceitos.” (p.293). Neste sentido, na dimensão de design de game, a sua história apresenta a personagem principal, Irene, em homenagem a Irene Curie, que permite aos jogadores criar laços e identidade com as ações da personagem. Além disso, os desafios motivam os jogadores e apresentam vilões, com características antagônicas as de Irene, ou seja, intimidadores e com cores escuras e características associadas aos problemas ambientais. Na dimensão pedagógica, a abordagem CTS pode dar significado aos conteúdos de química considerados para o jogo, significado adquirido quando se compreende a química como um produto sociocultural. Deste modo, a CTS está presente nas problemáticas inseridas no contexto do cotidiano. Assim, existe um cenário de abordagem CTS no jogo que pode ser explorado pelo professor em momentos oportunos.

4. *Quem desenvolvem os jogos, alunos, professores, ambos ou outros?*

Como já abordado, o design de game se refere as tomadas de decisões para se criar um bom jogo (Schell, 2011) e envolvem, diversas dimensões, como artísticas, tecnológicas, sociais e científicas. Neste sentido, o Design do jogo pedagógico necessita de concepções de ensino de ciência e das relações com a tecnologia e sociedade. Estando os professores de posse destas concepções, podem contribuir no processo de desenvolvimento desses jogos digitais.

No que se refere aos pressupostos da CTS, estes permeiam todo o processo de desenvolvimento dos jogos nos estudos de Reis, Ribeiro e Costa (2020), Ribas (2018) e Rosa

(2018). Sendo assim, será apresentado o contexto de desenvolvimento de cada um destes trabalhos, de modo a compreender a relação do jogo com a abordagem CTS.

No jogo *Chemistry Raiders* (RIBAS, 2018) o contexto de criação foi no Programa de pós-graduação em formação Científica, Educacional e Tecnológica da UTFPR-CT e a motivação de relacionar o jogo digital/lúdico com abordagem CTS se deu pela afinidade do grupo de pesquisa da orientadora (Fabiana Hussein) com a linha em CTS. O Jogo foi elaborado em oito meses, teve a colaboração do programador Henrique Panichek, aluno do curso de licenciatura em Física e bolsista da orientadora.

Já o jogo planeta Química: uma aventura no cotidiano (REIS; RIBEIRO; COSTA, 2020), se iniciou em 2014 como um trabalho de conclusão de curso (TCC) de licenciatura em física de Nascimento (2015) e continuou em outro TCC de Reis (2018), este foi desenvolvido no programa Construct2® da Scirra Ltda por uma equipe de criação do grupo de pesquisa do Laboratório de Pesquisa em Ensino Digital para Ciência (PEDIC). Para ajudar na produção, foi realizada pesquisa para conhecer o interesse dos estudantes e professores na inserção de jogos digitais para o ensino de química de escolas locais de Bacabal - MA, portanto, foi pensado para o contexto da sala de aula. Como coloca os autores que trabalham com Pesquisa em CTS:

[...] foram realizadas diversas reuniões com a equipe do Laboratório de Pesquisa em Ensino Digital para Ciência (PEDIC), que os autores fazem parte, cujos objetivos eram: discussões do conteúdo de Química com questões CTS e como seria inserido no enredo do jogo, estudo da plataforma de desenvolvimento, definição e estudo do design gráfico e sonorização do jogo, dentre outras questões técnicas e teóricas relacionadas ao mundo dos games. [...] (REIS; RIBEIRO; COSTA, 2020, p. 287)

E para Rosa (2018), segundo o criador do jogo/pesquisador, a motivação de sua pesquisa vem do seu entendimento da relação de interdependência entre ciência e a tecnologia. E apresenta da seguinte maneira:

Ao reconhecer a interdependência existente entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade e os efeitos que cada uma dessas imprime sobre a outra, passei a buscar diferentes possibilidades de acesso ao conhecimento. De modo mais explicativo, ao entender que o fluxo de informações não se dá, exclusivamente, da Ciência para a produção tecnológica, pude considerar que a tecnologia também funcionaria como promotora da Ciência. É a partir desse princípio que este trabalho de pesquisa se constituiu, em torno da seguinte problemática: Quais as contribuições que a construção de um game pode trazer para o reconhecimento dos níveis de ACT de estudantes do primeiro ano do Ensino Médio na disciplina de Química? (ROSA, 2018, p.15)

Podemos inferir, com esses três estudos, que a simples ideia de relacionar as abordagens CTS com os jogos pedagógicos caracteriza que essa abordagem contribui com o desenvolvimento de jogos digitais como recursos pedagógicos inovadores. Neste sentido, as

concepções prévias de quem desenvolve os jogos influenciam nas características deles. Assim, no estudo de Ribas (2018), a afinidade do grupo de pesquisa com as relações CTS influenciou na escolha desta temática para o jogo a ser desenvolvido. Já no estudo de Rosa (2018), a CTS surge como um dos componentes do nível da ACT, tanto no aspecto sociocultural como no epistemológico da ciência, considerando que a tecnologia também pode influenciar a ciência. E por fim, para Reis, Ribeiro e Costa (2020) a abordagem CTS surge no grupo com suas pesquisas nesta temática juntamente com as relações socioculturais de produção de conceitos e significados com base em problemas do cotidiano e na mediação por instrumentos socioculturais, o jogo digital.

Na compreensão deste contexto, podemos acrescentar que os jogos são comparáveis com outros artefatos tecnológicos, obedecem a lógica de produção científica e tecnológica, representado pela aplicação de conhecimentos técnicos e por conhecimento da ciência. E, portanto, a análise dos jogos digitais por um viés das relações CTS mostra como as escolhas sociais em conjunto com limitações técnicas contribuem para o desenvolvimento de jogos (HINTON, 2011).

5. *Quais os processos envolvidos no desenvolvimento dos jogos?*

Para análise do design de game dos estudos de Reis, Ribeiro e Costa (2020), Ribas (2018) e Rosa (2018) as categorias de design de game de Shell (2011) foram codificados os elementos que consta no quadro 5.

Quadro 5: Os quatro elementos do design de Schell categorizados.

Categorias de Design de game (SHELL, 2011)	Estudo 3 Planeta Química: uma aventura no cotidiano (REIS, RIBEIRO e COSTA, 2020)	Estudo 9 <i>Chemistry Raiders</i> (RIBAS, 2018)	Estudo 10 Game sobre Nível de ACT em química (ROSA, 2018)
Mecânica	Estilo plataforma, as regras, metas, objetivos, desafios, feedback, HUD, pontos, moléculas de vidas, fases, triângulo da esquisitice, interação com o jogador, entre outros	Estilo de jogo em primeira pessoa, Menu de pontos, minimapa, perguntas e respostas, fases, premiações, Easter Egg (ovo de pascoa)	Estilo de RPG, armadilhas, armaduras, XP de experiências (pontos), Diamantes, 4 fases, situações-problema, ações, fases, recurso auditivos e sonoros de alerta; coleta de itens, diferentes opções de resolução de problemas
Estética	Jogo em 2D, Interface interativa, gráficos coloridos, objetos em movimento, cores e aparência dos vilões, cores e	Jogo em 3D, Cenários, Som e imagem realista, pássaros, árvores, som ambiente, interações com ambiente, Poluição,	Cenários medievais, vilarejo, poderes, caminhos diversos e independentes, evolução do jogador, rede de esgoto, cotidiano, cenários

	aparência dos heróis, som, dentre outros.	totens 3D, resolução da tela, cores e identificação do lixo, sensações reais, ruas, objetos do cotidiano.	inesperados
História	Enredo da jornada do Herói, história da personagem Irene, desafios, vilões, o mentor professor, a abordagem CTS no jogo, etc.	Narrativa, mundo a ser explorado e poluído, ambiente natural, cidade, indústria, mundo de Chemgea (ilha).	Saqueamento do vilarejo, Personagens principal (avatar), personagens secundários, personagens guias, problemas ambientais.
Tecnologia	Construct2@ da Scirra Ltda	Engine Unity 3D	RPG Maker

Fonte: Elaborado pelos autores.

Nos jogos digitais pedagógicos, o design de game tem como prioridade o entretenimento engajador/envolvente e o design instrucional prioriza a aprendizagem dos conteúdos. Neste sentido, frente as codificações do quadro 5, são descritas a seguir as dinâmicas de designs nestes três jogos.

No jogo Planeta química: uma aventura no cotidiano, o design instrucional foi pensado de forma que as regras do jogo e os conceitos científicos a serem aprendidos estivessem em concordância. Já para o design de game, as regras estão relacionadas aos locais por onde o jogador pode andar, as interações entre os personagens amigos e inimigos, objetos de recompensa e os que retiram vida do jogador. Para relevância da contribuição de grandes cientistas para química são trabalhadas teorias de cientistas, a personagem principal Irene homenageia Irene Curie e representa uma adolescente que não se interessa por química para intensificar as relações com os elementos da história e identidade dos jogadores. Os desafios estão em torno da ação em manipular produtos do dia a dia e relacionados aos conceitos científicos a serem aprendidos em uma abordagem CTSA, como a neutralização do ácido sulfúrico e resolução de problema da chuva ácida. Essas ações permitem aos jogadores fazerem reflexões frente a estas questões. Os desafios trabalham as habilidades de se desviar de obstáculos relacionados a problemas ambientais como lixo, animais peçonhentos na cidade que podem prejudicar a vida do jogador, diminuindo as moléculas de vida. Na segunda fase, os desafios levam o jogador a passar por uma ponte e escolas destruídas. Assim, o jogo apresenta feedback em respostas as interações do jogador no ambiente do jogo, apresentando sistema de pontuação, placar, HUD (do inglês: *heads-up display* - tela de alerta), sempre contextualizados as fases do jogo.

O jogo *Chemistry Raiders* é um jogo 3D em primeira pessoa que ocorre na ilha fictícia ChemGea. A narrativa do jogo e os elementos gráficos deste ambiente, como montanha, lago, peixe, animais, enfim, sons e imagens realistas torna o processo de aprendizagem permeado de fantasia e sensação de descobertas, um aprendizado prazeroso aos jogadores. Neste ambiente, o jogador acessa as diversas fases do jogo livremente, podendo voltar, se achar necessário, e reforçar algum tema pouco compreendido. O jogo está pautado nas questões ambientais, uma vez que qualquer problema ambiental terá seus efeitos espalhados por toda a ilha devido a sua pequena dimensão. No jogo são trabalhadas perguntas de química com alternativas que valem ponto e, quando erradas, são fornecidas a alternativa correta, dando a oportunidade de acerto em outra tentativa. Os assuntos trabalhados são de físico-química pois permitem a representação macroscópica dos fenômenos em elementos de jogo e permite uma reflexão crítica dos fenômenos químicos no ambiente representado no jogo. Os conteúdos estão distribuídos por todo o jogo, mas de forma igual para os diversos aspectos considerados, conteúdo de química e os de abordagens CTS relacionados a outros conhecimentos de forma interdisciplinar. O jogo permite diversas interações, frente ao ambiente poluído, o jogador pode descartar o lixo em cestos adequados, podendo ganhar pontos com essas ações. Com as pontuações adequadas se tem acesso a outras fases, além do ambiente natural, como a cidade, o farol (trabalha biografia de cientistas importantes na química) e o ambiente de indústria.

O game construído por Rosa (2018) para determinar o nível de ACT dos jogadores é do tipo RPG (*Role Playing Game*) que permite ao jogador o uso da interpretação de diversos papéis sem seguir um roteiro fixo e não tem um tempo de duração determinado. As escolhas do jogador são facultativas para a realização das tarefas, podendo seguir por diversos caminhos, obter pontuações de acordo com suas experiências e de suas preferências para as diferentes situações problemas. Deste modo, o jogo se torna específico a cada jogador, pois está condicionado as experiências e as habilidades do jogador. Suas ações o direcionam para determinado item de avaliação e progressão no jogo que são registradas no jogo fornecendo dados para avaliação. O jogo ocorre em um vilarejo que tem seu estoque saqueado e o jogador, personagem principal, tem que capturar os saqueadores e para isso deverá usar conhecimentos de química. A cada solução o jogador vai ganhando pontos (código XP) para avançar no jogo e ganha diamantes para mudar de fase. Os acertos frente as situações problemas estão relacionados com a coerência entre as ações e os níveis de ACT. Um ponto relevante é que o jogo como instrumento de avaliação não deixa sinais aos jogadores que eles

estão passando por processo avaliativo, este fato contrasta com os meios convencionais de avaliação.

6. *Quais indicadores da aprendizagem dos alunos com o ensino mediado pelo jogo?*

Como visto nas descrições dos jogos dos três trabalhos citados acima, os jogadores avançam nos jogos ao realizar os desafios, quando ganham pontos com as diversas interações do ambiente dos jogos e com as devidas pontuações podem mudar de fase dos jogos. Estas interações são consideradas como indicadores de aprendizagem de conceitos e comportamentos desejados aos objetivos pedagógicos dos jogos. As aprendizagens se tornam relevante devido as situações problemas, as temáticas em torno das relações CTS.

7. *Tipos de conteúdo: factuais, conceituais, procedimentais e atitudinais*

Percebe-se nestes estudos que preconizam a abordagem CTS que diversos conteúdos são trabalhados, como os conteúdos factuais, presentes nas biografias de cientistas, datas e parâmetros químicos; conteúdos conceituais, dos mais simples aos mais complexos, presente nos aspectos epistemológicos e socioculturais da ciência e da tecnologia; exploram, também, conteúdos procedimentais, presentes nas manipulações dos elementos dos jogos, vidrarias, produtos naturais, industrializados, equações químicas e outros desafios envolvendo habilidades motoras. Os conteúdos atitudinais estão presentes nas reflexões dos impactos das relações entre ciência, tecnologia e a sociedade para a tomada de decisão nas situações problemas análogos aos cotidianos do mundo real. Como nos diz Fardo (2013):

[...] os games são um domínio semiótico que contém elementos presentes em outros domínios semióticos que são encontrados na vida cotidiana. Por isso, ao aprender através da experiência com os games, os jogadores estão aprendendo a interagir com domínios que estão fora dos games, mais especificamente, na vida cotidiana no contexto da cultura digital.” (FARDO, 2013, p.35)

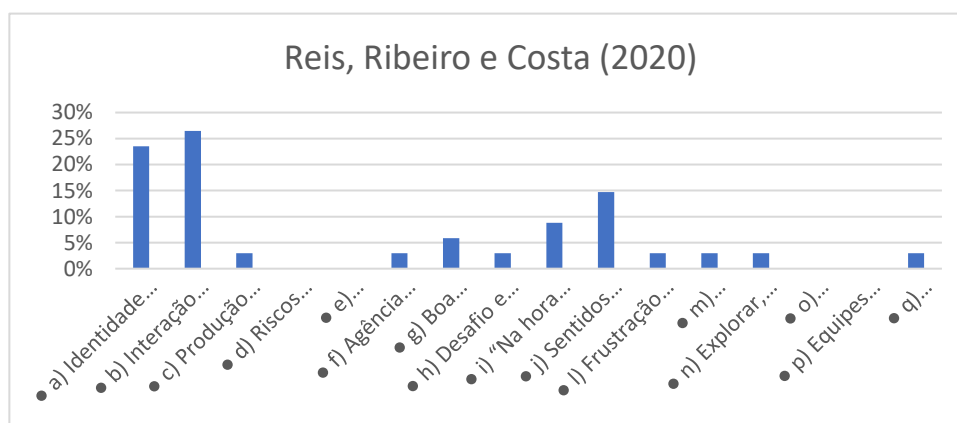
8. *Qual a diferença entre só jogar e construir o jogo e jogá-lo?*

Uma forma de explorar os jogos e promover a aprendizagem seria pela construção dos próprios jogos pelos alunos, no entanto, apenas o jogo 2 e 21 esse processo é observado. Neste sentido, além de motivados, os alunos são ativos e aprendem de forma individual e colaborativa os conceitos químicos, além de desenvolver habilidade ditas do século XXI, com a resolução de problema e domínio de tecnologias digitais.

Para a análise os princípios de aprendizagem de Gee (2009) são apresentadas as codificações para os estudos de Reis, Ribeiro e Costa (2020), Ribas (2018) e Rosa (2018) por meio dos gráficos, ilustrado nas figuras 18, 19, 20 e 21.

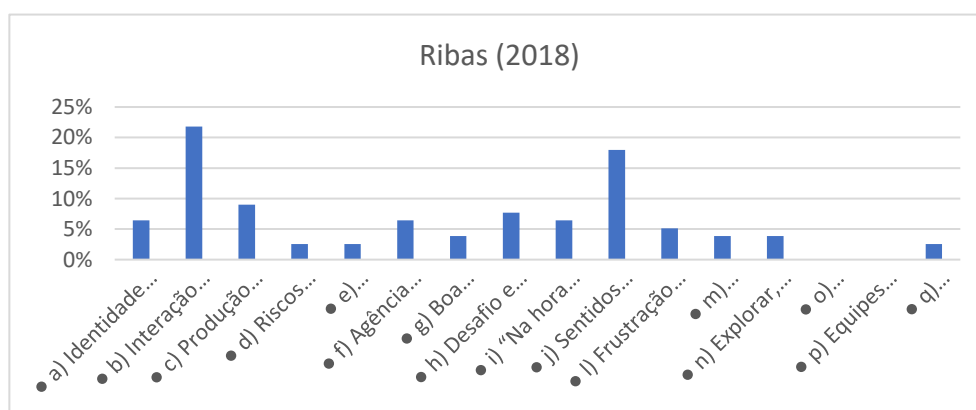
Pode ser visto nestas figuras os aspectos cognitivos da aprendizagem potencializada pelo uso dos jogos digitais, sendo frequente as unidades de contexto em torno dos princípios (b) *interação* e (j) *os sentidos contextualizados*. Como já apontado por Wu *et al.* (2012), o ambiente do jogo deve integrar princípios de aprendizagem eficazes e deve promover interações entre o jogador e os diversos elementos do jogo. Desta forma, a abordagem CTS no desenvolvimento dos jogos podem mobilizar mais discussões sobre a interatividade e os aspectos de contextualização nos elementos do jogo para melhorar a motivação, a aprendizagem dos conteúdos e proporcionar a diversão, o que justifica a maior frequência dos indicadores dos princípios interação e sentidos contextualizados.

Figura 18- Frequência da codificação das categorias dos bons princípios de aprendizagem dos jogos digitais de Gee (2009) no de Reis, Ribeiro e Costa (2020).



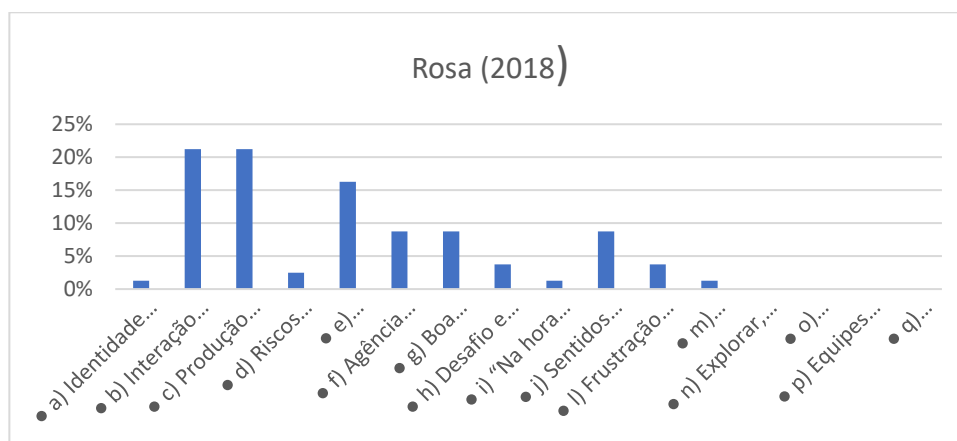
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 19- Frequência da codificação das categorias dos bons princípios de aprendizagem dos jogos digitais de Gee (2009) no de Ribas (2018)



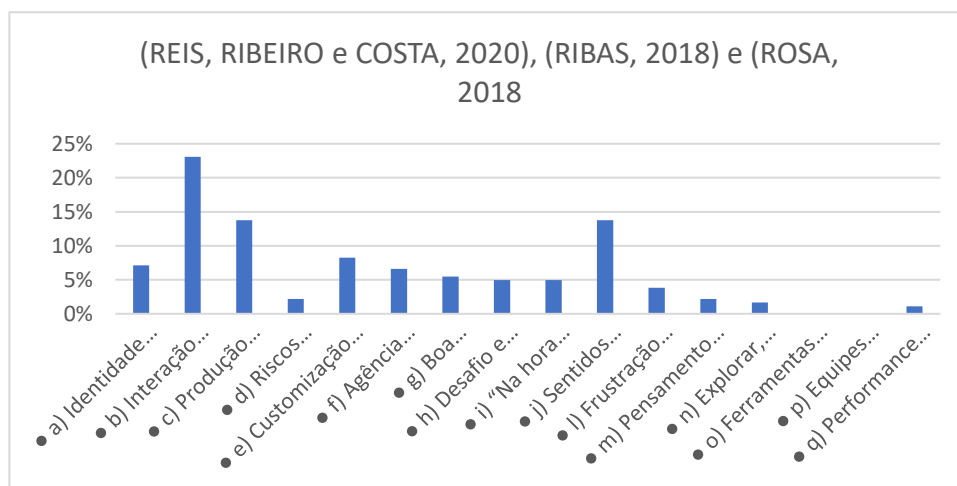
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 20- Frequência da codificação das categorias dos bons princípios de aprendizagem dos jogos digitais de Gee (2009) no de Rosa (2018).



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 21- Frequência da codificação das categorias dos bons princípios de aprendizagem dos jogos digitais de Gee (2009) nos 21 jogos analisados.



Fonte: Elaborado pelo autor

Como já levantado por Reis, Pereira e Costa (2020) nem todos os princípios de Gee (2009) devem estar presente no jogo e nem há uma obrigatoriedade para isso. Sendo estes princípios indicadores que estes jogos desenvolvidos podem proporcionar, com a motivação necessária, aprendizagem aos jogadores.

Como o Design Instrucional tem a finalidade de produzir aprendizagem, seus elementos, os alunos, os professores, os materiais didáticos e o ambiente de aprendizagem (BATTISTELLA et al., 2014) devem ser considerados para o desenvolvimento dos jogos em harmonia com design de game. Sendo assim, os 21 jogos analisados demonstram uma preocupação com a aprendizagem de conceitos químicos, conceitos introdutórios como reforço das aprendizagens da sala de aula. Todavia, nos que foram pensados com as perspectivas da CTS, os conteúdos são problematizados, dando a estes o caráter mais significativo sob o ponto das finalidades das aprendizagens de química. Deste modo, não se

pensa somente a jogabilidade, isto é, a diversão em detrimento da aprendizagem, neste caso, é mais significativa aos estudantes.

Destacamos alguns pontos de equilíbrio entre o design de game e o instrucional explorados no jogo de Reis, Ribeiro e Costa (2020). No enredo e identidade, a construção do personagem Irene (bem como os antagonistas) apresentam características para a valorização da ciência química, bem como personalidade que aproxima a história aos estudantes, atendendo desta maneira os diversos tipos de jogadores, tanto os preocupados ou não com a história da personagem. Assim, tem-se um jogo pensado para ir além da memorização de fórmulas, símbolos e conceitos, pois apresenta uma história que faz o motor girar com uma mecânica bem estabelecida na história e enredo. Apresenta uma interface interativa com um ambiente próximo a realidade dos alunos e em harmonia com os elementos do jogo. As regras permitem discutir os conteúdos da química desde que o jogador obedeça a estas para atingir os objetivos, desafios e as metas. Neste sentido, os desafios são graduais e de acordo com o grau de conhecimento dos jogadores para favorecer a curva de aprendizagem. Apresenta feedback das ações no jogo que motiva e permite a compreensão do mundo do jogo, das regras e da contextualização das fases do jogo.

Segundo Ribas (2018) o ponto central de equilíbrio do jogo *Chemistry Raiders* é a imersão proporcionada pelo fato do jogo ser 3D com gráficos realistas, o que garante o equilíbrio entre a função lúdica e educativa. Deste modo, o mundo real simulado estimula o jogador para ir em frente, ganhar as pontuações e avançar no jogo.

9. *Quais as limitações relatadas no desenvolvimento e aplicação destes jogos para o ensino de Química?*

Reis, Ribeiro e Costa (2020) colocam que construção do jogo não é uma tarefa trivial, porém possível. Sendo uma limitação a necessidade da formação de uma equipe para as diversas etapas de desenvolvimento como o desenho, programação, roteiro e etc. Assim, destaca-se que “[...] o ambiente gráfico e os elementos inseridos são os primeiros contatos que o jogador estabelece com um jogo, para posterior observação e interação com o seu enredo e jogabilidade.” (REIS; RIBEIRO; COSTA, 2020, p.294). Mesmo diante dessa ressalva, a construção está limitada a fatores como técnica e tecnologia para melhorar os elementos gráficos, sonoros, estéticos de maneira geral.

Rosa (2018) coloca como fator limitador a avaliação do 4º nível de ACT, por se tratar de uma proficiência científica e tecnológica avançada, envolvendo aspectos

multidimensionais. “Por isso, ao término da história no jogo virtual, é construído um cenário de reflexão em torno de aspectos científicos ante a sociedade. [...] sugere um momento de debate e discussão em sala de aula.” (ROSA, 2018, p.92). Coloca que:

Por esse conjunto de motivos, a fase sociocultural do nível 4 de ACT foi superficialmente avaliada pelo game através dos itens (a): utilizar conceitos científicos, integrados a valores e saberes para adotar decisões responsáveis na vida diária; e (c): reconhecer tanto os limites quanto a utilidade das ciências e das tecnologias no progresso para o bem-estar humano; ficando os demais itens inviáveis de se construir, mesmo utilizando o recurso tecnológico game. (ROSA, 2018, p.129)

Os aspectos visuais dos jogos digitais têm papel fundamental para a aprendizagem de modelos conceituais abstratos da química, fenômenos microscópicos e macroscópicos. Como foram observadas nas simulações nos diversos ambientes dos três jogos analisados, com destaque para os gráficos realistas do jogo *Chemistry Raiders* que teve o propósito de se aproximar das características do design gráfico dos jogos comerciais. Cabe salientar as limitações técnicas para os desenvolvedores, como a linguagem de programação, as habilidades artísticas dos elementos gráficos e sonoros para o desenvolvimento de bons jogos digitais pedagógicos. Deste modo, estas limitações acabam influenciando negativamente a privilegição, domínio e apropriação destas ferramentas no ensino dos conteúdos de química.

Estes três trabalhos foram fundamentados em experiências dos pesquisadores com a temática da CTS, em autores e materiais de referência em CTS, como o Livro de Wildson Santos (SANTOS, *et al.*, 2013) química cidadã, autores para os indicadores de alfabetização científica e tecnológica Bybee (1997) e Fourez (2005), o questionário COCTS (*Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad*) e pesquisas de reconhecimento dos contextos locais dos estudos para uma abordagem mais contextualizada dos conteúdos a serem inseridos nos jogos desenvolvidos.

Assim, a construção destes jogos são momentos singulares, dependentes de vários fatores técnicos, artísticos, contextos e condições favoráveis e equipes multifuncionais para que ideias abstratas surjam e se tornem concretas nos jogos produzidos.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base na metodologia da Revisão Sistemática da Literatura em conjunto com uso de suporte computacional, com ênfase para as ferramentas *Start* e *Atlas.ti*, temos evidências da demanda de trabalhos que relacionam o desenvolvimento de jogos digitais pedagógicos para o ensino de química com o enfoque CTS. Sendo que dos 296 trabalhos retornados das bases de dados, apenas 21 foram incluídos para análise. Nestes verificam-se que não existe uma preocupação na maioria dos estudos em detalhar o processo envolvido na construção dos jogos, estão focados em verificar a eficácia destes na motivação e interesse dos estudantes. Há, portanto, uma lacuna, uma demanda de trabalhos que explore a sistematização destes processos. Mas, de forma geral, as etapas envolvidas na construção de jogo digital pedagógico para o ensino de química se iniciam com a Revisão da Literatura, seguida da pesquisa com os potenciais usuários professores e alunos e a criação de protótipo, e, por fim, sua aplicação e avaliação de eficácia.

Dos 21 estudos analisados, apenas 3 estudos, os de Reis, Ribeiro e Costa (2020), Ribas (2018) e Rosa (2018) apresentaram características pertinentes do enfoque CTS para os jogos digitais. Nos outros 18 estudos, as outras abordagens associadas aos jogos digitais mais frequentes, considerando suas semelhanças e diferenças, se configuraram em estratégias para superar as dificuldades de aprendizagem da disciplina de química, para inovar a metodologia de ensino e para desenvolver habilidades dos estudantes relacionadas as finalidades da educação básica no contexto atual da sociedade, permeada de tecnologias digitais contemporâneas aos educandos.

Se considera, também, que, na maioria destes 18 estudos, os jogos desenvolvidos estão preocupados com conteúdos introdutórios da química, considerados de difícil aprendizagem pelos alunos, como Modelos Atômicos e Tabela Periódica. E reforçamos que estes estudos estão preocupados em analisar motivação e interesse dos alunos pelos estudos.

As quatro categorias de enfoque CTS, definidas a priori, foram eficazes para identificação e caracterização da presença dos pressupostos CTS no desenvolvimento dos jogos digitais pedagógicos em três estudos primários somente. Deste modo, nos estudos de Reis, Ribeiro e Costa (2020) e Ribas (2018), se notou que os desenvolvedores/pesquisadores que possuem uma percepção da abordagem CTS projetaram explicitamente nos designs de game e instrucionais elementos que proporcione a reflexão crítica dos conteúdos de química presente nos jogos. E o trabalho de Rosa (2018) se caracterizou, implicitamente, nos

pressupostos da CTS pela categorização do quarto nível de ACT desta pesquisa, apresentando conhecimentos socioculturais e epistemológicos da Química/Ciência.

Assim, atendendo aos objetivos desta pesquisa e com base nos resultados da análise dos três jogos, o jogo digital pedagógico que se almeje desenvolver no enfoque CTS, deve possibilitar reflexões críticas e tomada de decisão dos alunos em assuntos análogos ao mundo real em proximidade a seu cotidiano (conhecimento sociocultural), como problemas ambientais, sociais, políticos (a poluição do ambiente, água, ar, a cidade entre outros) que podem ser associados aos conteúdos básicos da Química na resolução destes problemas e que sejam viáveis na inserção dos elementos de game, como a mecânica (*feedback*, pontos), estética (sensações visuais e sonoras), história (personagens, enredo) e a tecnologia (as possibilidades dos *softwares*). Deste modo, o enfoque CTS pode ser inserido no enredo e permitir diálogos relevantes entre professores e alunos, sendo um espaço de discussão, uma vez que, com este enfoque, tem-se a necessidade de introdução de conhecimentos (conhecimentos epistemológicos), mais contextualizados e problematizados, balizados em aspectos filosóficos, históricos e sociais das ciências.

E como pontos de equilíbrios de design, podemos destacar a construção de personagens que mantenha uma relação de identidade com os jogadores, com os conteúdos de aprendizagem e uma mecânica favorável, uso de regra de jogo que levem aos objetivos do jogo, estejam em acordo com a lógica dos conteúdos e que respeita a uma curva de aprendizagem, não sendo muito fácil ou muito difícil. E a presença de feedback e sentidos bem contextualizados dos jogadores, sendo para a disciplina da química relevante considerar os gráficos realistas, além de serem de interesse dos jovens.

O design de game considera elementos como personagens, objetos, cenários, sons e imagem como potenciais para aprendizagem de conceitos Químicos, pois permitem ação ativa, contextualização e interação dos jogadores com estes elementos de jogos, bem como tornam mais concretos os conceitos abstratos da química. Neste sentido, estes aspectos reforçam alguns bons princípios de aprendizagens jogos digitais de Gee (2009), em especial, a interação e os sentidos contextualizados. E com base nestes e nos outros princípios, são bons indicadores da aprendizagem dos jogadores, por serem mais ativos no ato de jogar e aprender de forma relevante com as situações problemas no ambiente da abordagem CTS.

Considerando que a criação de jogos não é uma tarefa trivial, dependente de um olhar multidisciplinar, desejamos que trabalhos futuros possam se servir destas inferências

para tornar concreto um jogo com as características preconizadas nas relações CTS, uma vez que as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade promovem capacidades mais complexas no estudante, desenvolvem competências para compreender e solucionar problemas reais da sociedade, isto é, deve levar o estudante a um nível adequado de Alfabetização Científica e Tecnológica, como explorado no estudo de Reis, Ribeiro e Costa (2020), Ribas (2018) e Rosa (2018). E para isso, não basta que somente o aluno seja mais ativo e motivado no processo de ensino e aprendizagem, mas que esta participação seja significativa, relevante.

Finalizando, sugerimos pesquisas a serem exploradas futuramente com a temática discutida aqui e que podem contribuir com a pesquisa em ensino de ciência. Portanto, seria relevante explorar essa perspectiva da Revisão Sistemática com disciplinas como a Biologia e a Física, uma vez que estas comungam no ensino de ciência e nas pesquisas com metodologias inovadoras, jogos digitais pedagógicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIKENHEAD, G. **What is STS science teaching?** In: SOLOMON, J.; AIKENHEAD, G. STS education: international perspectives on reform. New York: Teachers College Press, 1994.
- ALVES, Alda Judith. A "revisão da bibliografia" em teses e dissertações: meus tipos inesquecíveis. **Cadernos de pesquisa**, n. 81, p. 53-60, 1992. Disponível em <<http://publicacoes.fcc.org.br/index.php/cp/article/view/990>> acesso 20 Ago. 2021.
- ALVES, Dijan Fillippi de Sousa; SILVA, Joaquim Fernando Mendes da. Jogos Digitais: uma revisão sobre definições, fundamentos e aplicações no ensino de ciências. **Revista Eletrônica Ludus Scientiae**, v. 4, n. 1, p. 14-14, 2020. Disponível em <<https://revistas.unila.edu.br/relus/article/view/2279>> acesso 24 Abri. 2021.
- ALVES-MAZZOTTI, A. J. A "revisão bibliográfica" em teses e dissertações: meus tipos inesquecíveis - o retorno. In: BIANCHETTI, L; MACHADO, A. M. N. (Org.). **A bússula do escrever: desafios e estratégias na orientação de teses e dissertações**. São Paulo: Cortez, 2002. p. 25-44
- ARAÚJO-QUEIROZ, M. B.; SILVA, R., L.; PRUDÊNCIO, C. A. V. Estudos CTS na educação científica: tendências e perspectivas da produção stricto sensu no Nordeste brasileiro. **Revista Exitus**, v. 8, n. 3, p. 310-339, 2018. Disponível em <<http://www.ufopa.edu.br/portaldeperiodicos/index.php/revistaexitus/article/view/648>> acesso 24 Abri. 2021.
- AULER, D. Alfabetização científico-tecnológica: um novo "paradigma"? **Ensaio -Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 5, n. 1, p. 1-16, 2003. Disponível em <<http://www.portal.fae.ufme.br/seer/index.php/ensaio/article/viewArticle/60>> acesso 24 Abri. 2021.
- AULER, D. **Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no Contexto da Formação de Professores de Ciências**. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002. Disponível em <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/82610>> acesso 24 Abri. 2021.
- AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científico-tecnológica para quê? **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 3, n. 2, p. 122-134. 2001. Disponível em <https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1983-21172001000200122&script=sci_arttext> acesso 24 Abri. 2021.
- AULER, Décio; DELIZOICOV, Demétrio. Educação CTS: articulação entre pressupostos do educador Paulo Freire e referenciais ligados ao movimento CTS. **Seminário Ibérico CTS no ensino das ciências: las relaciones CTS en la Educación Científica**, v. 4, p. 1-7, 2006. Disponível em <http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/Pedagogia2/aeducacao_cts.pdf> acesso 24 Abri. 2021.
- AZEVEDO, Rosa Oliveira Marins *et al.* O enfoque CTS na formação de professores de Ciências e a abordagem de questões sociocientíficas. **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 9, p. 1-8, 2013. Disponível em <http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/ixenpec/atas/resumos/R0325-1.pdf> acesso 24 Junho. 2020.
- BARDIN, L. **Análise do Conteúdo**. 1ª ed. São Paulo: Edições 70, 2016.

BATTISTELLA, Paulo; VON WANGENHEIM, Christiane; FERNANDES, João Miguel. Como jogos educacionais são desenvolvidos? Uma revisão sistemática da literatura. In: **Anais do XXII Workshop sobre Educação em Computação**. SBC, 2014. p. 159-168. Disponível em < <https://sol.sbc.org.br/index.php/wei/article/view/10970> > acesso 24 Abri. 2021.

BEHAR, Patricia Alejandra; TORREZZAN, Cristina Alba Wildt. Metas do design pedagógico: um olhar na construção de materiais educacionais digitais. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 17, n. 03, p. 11, 2010. Disponível em < <http://www.br-ie.org/pub/index.php/rbie/article/view/1023> > acesso 24 Abri. 2021.

BIOLCHINI, Jorge Calmon et al. Scientific research ontology to support systematic review in software engineering. **Advanced Engineering Informatics**, v. 21, n. 2, p. 133-151, 2007. Disponível em < <http://www.cin.ufpe.br/~in1037/leitura/systematicReviewSE-COPPE.pdf> > acesso 24 Abri. 2021.

BIOLCHINI, Jorge *et al.* Systematic review in software engineering. **System Engineering and Computer Science Department COPPE/UFRJ, Technical Report ES**, v. 679, n. 05, p. 45, 2005. Disponível em < <http://www.cin.ufpe.br/~in1037/leitura/systematicReviewSE-COPPE.pdf> > acesso 24 Abri. 2021.

BOLLER, Sharon; KAPP, Karl. **Jogar para Aprender: tudo o que você precisa saber sobre o design de jogos de aprendizagem eficazes**. DVS Editora, 2018.

BORGHI, Wesley da Costa. **Jogos educativos: aplicações e desenvolvimento na educação**. 2014. 34f. (Trabalho de conclusão de graduação) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

BOUZON, Júlia D.; BRANDÃO, Juliana B.; SANTOS, Taís C. dos; CRHISPINO, Álvaro. O Ensino de Química no Ensino CTS Brasileiro: uma revisão bibliográfica de publicações em periódicos. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 40, n. 3, p. 214-225, 2018. Disponível em < <http://qnesc.sbq.org.br/online/artigos/CP-69-17.pdf> > acesso 24 Abri. 2021.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Ministério da Educação, Brasília, 2018. Disponível em: < http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/historico/BNCC_EnsinoMedio_embaixa_site_110518.pdf >. Acesso em: Nov. 2019.

BRITO, Luisa Dias; DE SOUZA, Marcos Lopes; DE FREITAS, Denise. Formação inicial de professores de ciências e biologia: a visão da natureza do conhecimento científico e a relação CTSa. **Interacções**, v. 4, n. 9, 2008. Disponível em < <https://revistas.rcaap.pt/interaccoes/article/view/364> > acesso 24 Abri. 2021.

CLEOPHAS, M. G.; CAVALCANTI, E. L. D.; SOARES, M. H. F. B. Afinal de contas, é jogo educativo, didático ou pedagógico no ensino de química/ciências? Colocando os pingos nos "is". In: CLEOPHAS, M. G.; SOARES, M. H. F. B. (Org.). **Didatização lúdica no Ensino de Química/Ciências** - Teorias de Aprendizagem e outras interfaces. led. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2018, p. 33-43.

CORTEZ, Jucelino; DEL PINO, José Claudio. A Abordagem CTS e as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio—Implicações para uma Nova Educação Básica. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia**, v. 10, n. 3, p. 125-144, 2017. Disponível em < <https://periodicos.utfrpr.edu.br/rbect/article/view/4891> > acesso 24 Abri. 2021.

COSTA, H. R.; GONÇALVES, W. V.; YONEZAWA, W. M.: Jogos digitais no ensino de Química em nina perspectiva Vigotskyana. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE**

RECURSOS DIGITAIS NA EDUCAÇÃO, 2., São Paulo, 2013. Disponível em < <https://pt.slideshare.net/Adalbertoveras/artigo2-2-cbrde> > acesso 24 Abri. 2021.

COSTA, Hawbertt Rocha. **Investigando a produção de significados sobre os números quânticos, as formas dos orbitais e as transições eletrônicas do modelo quântico por meio das ferramentas socioculturais**. 2016. Tese (Educação para Ciência) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho, Bauru, 2016. Disponível em < <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/143051> > acesso 24 Abri. 2021.

CUNHA, M.B. da, Jogos no Ensino de Química: Considerações Teóricas para sua Utilização em Sala de Aula, **Química Nova na Escola**, v. 34, n. 2, p. 92-98, maio 2012. Disponível em < http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc34_2/07-PE-53-11.pdf > acesso 24 Abri. 2021.

CUNHA, Marcia Borin da. O movimento Ciência/Tecnologia/Sociedade (CTS) e o ensino de ciências: condicionantes estruturais. **Varia Scientia**, v. 6, n. 12, p. 121-134, 2006. Disponível em < <http://saber.unioeste.br/index.php/variascientia/article/view/1517> > acesso 24 Abri. 2021.

CUNHA, Marcia Borin da; FIORESI, C. de A; LAYTER, M. B., SILVA, V. M. da., Jogos no Ensino de Química: uma análise dos trabalhos apresentados no ENEQ. In: **Encontro Nacional de Ensino de Química**, 2012, Salvador, BA. Disponível em < <https://portalseer.ufba.br/index.php/anaiseneq2012/article/view/7846> > acesso 24 Abri. 2021.

DERMEVAL, Diego; COELHO, Jorge AP de M.; BITTENCOURT, Ig I. Mapeamento sistemático e revisão sistemática da literatura em informática na educação. **JAQUES, Patrícia Augustin; PIMENTEL, Mariano; SIQUEIRA, Sean; BITTENCOURT, Ig.(Org.) Metodologia de Pesquisa em Informática na Educação: Abordagem Quantitativa de Pesquisa**. Porto Alegre: SBC, 2019. Disponível em < https://metodologia.ceie-br.org/wp-content/uploads/2019/11/livro2_cap3.pdf > acesso 24 Abri. 2021.

DICK, W.; CAREY, L.; CAREY, J. O. Analyzing Learners and Contexts. **The Systematic Design of Instruction (4th ed.)**. New York: Harper-Collins, 1996.

DIESTE, Oscar; GRIMÁN, Anna; JURISTO, Natalia. Developing search strategies for detecting relevant experiments. **Empirical Software Engineering**, v. 14, n. 5, p. 513-539, 2009. Disponível em < <https://link.springer.com/article/10.1007/s10664-008-9091-7> > acesso 24 Ago. 2021.

DORI, YJ.; HERSCOVITZ, O Question Posing Capability as an alternative evaluation method:nAnalysis of an environmental case study. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 36, n. 4, p. 411-430, 1999. Disponível em < [https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199904\)36:4%3C411::AID-TEA2%3E3.0.CO;2-E](https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/(SICI)1098-2736(199904)36:4%3C411::AID-TEA2%3E3.0.CO;2-E) > acesso 24 Ago. 2021.

ECHEVERRÍA, Alejandro *et al.* The atomic intrinsic integration approach: A structured methodology for the design of games for the conceptual understanding of physics. **Computers & Education**, v. 59, n. 2, p. 806-816, 2012. Disponível em < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131512000826> > acesso 24 Ago. 2021.

FABBRI, Sandra Camargo Pinto Ferraz *et al.* Externalising tacit knowledge of the systematic review process. **IET software**, v. 7, n. 6, p. 298-307, 2013. Disponível em < <https://ieeexplore.ieee.org/document/6680572/> > acesso 24 Ago. 2021.

FABBRI, Sandra *et al.*. Improvements in the StArt tool to better support the systematic review process. In: **Proceedings of the 20th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering**. 2016. p. 1-5. Disponível em <<https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/2915970.2916013>> acesso 24 Abri. 2021.

FARBIARZ, Jackeline Lima. **Design como favorecedor da construção de espaços colaborativos e dialógicos de ensino-aprendizagem por meio da criação e adaptação de jogos analógicos**. 2016. Tese (Doutorado em Design) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. 2016. Disponível em <<https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/50005/50005.PDF>> acesso 24 Abri. 2021.

FARIAS, Luciana de Nazaré; MIRANDA, Werventon dos Santos; PEREIRA FILHO, Silvio Carlos Ferreira. Fundamentos epistemológicos das relações CTS no ensino de ciências. **Amazônia Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 9, n. 17, p. 63-76, 2012. Disponível em <<http://periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/1648>> acesso 15 junho 2021.

FELIZARDO, K.R.; NAKAGAWA, E.Y.; FABBRI, S.C.P.F.; FERRARI, F.C. **Revisão Sistemática da Literatura em Engenharia de Software: Teoria e Prática**; Elsevier, 2017. Edição do Kindle.

FRACALANZA, H; MEGID, J.N. **O livro didático de Ciências: problemas e soluções**. In: FRACALANZA, H; MEGID, J.N. (orgs.). **O Livro Didático de Ciências no Brasil**. Campinas: Komedi.2006. p.153-170.

GASTALDI, Rafael Adabo. RS/AT: **uma abordagem para aplicação de Análise Temática em revisão sistemática**. 2016. 127f. Dissertação (Mestrado em ciência da computação) Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2016. Disponível em <<http://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/10540>> acesso 24 Abri. 2021.

GEE, J. P. Bons vídeos games e boa aprendizagem. **Perspectiva**, v. 27, n. 1, p. 167-178, 2009. Disponível em <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/perspectiva/article/view/15838>> acesso 24 Abri. 2021.

GEE, J. P. **Situated language and learning: a critique of traditional schooling**. London: Routledge, 2004.

GEE, J. P. **What video games have to teach us about learning and literacy**. New York: Palgrave/Macmillan, 2003.

GIBBS, G. **Análise de dados qualitativos**. Porto Alegre: Bookman, 2009.

GROHMANN, Rafael. 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**, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro, 2015. Disponível em <<https://portalintercom.org.br/anais/nacional2015/resumos/R10-1499-1.pdf>> acesso 24 Abri. 2021.

HERNANDES, Elis *et al.*. Using GQM and TAM to evaluate StArt-a tool that supports Systematic Review. **CLEI Electronic Journal**, v. 15, n. 1, p. 3-3, 2012. Disponível em <http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?pid=S0717-50002012000100003&script=sci_arttext&tlng=pt> acesso 24 Abri. 2021.

HINTON, Sam. Cinema of the Gun: Science and Technology Studies and the First Person Shooter. In: **Global Media Convergence and Cultural Transformation: Emerging Social**

Patterns and Characteristics. IGI Global, 2011. p. 296-310. Disponível em < <https://www.igi-global.com/chapter/cinema-gun-science-technology-studies/49610>> acesso 24 Abri. 2021.

HUNICKE, Robin; LEBLANC, Marc; ZUBEK, Robert. MDA: A formal approach to game design and game research. In: **Proceedings of the AAAI Workshop on Challenges in Game AI**. 2004. p. 1722.

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

KIILI, Kristian. Digital game-based learning: Towards an experiential gaming model. **The Internet and higher education**, v. 8, n. 1, p. 13-24, 2005.

KISHIMOTO| T.M. **O jogo e a educação infantil**. In: _____.(Org.). jogos, brinquedos, brincadeira e educação. São Paulo: Cortez, 1996.

KITCHENHAM, Barbara. Procedures for performing systematic reviews. **Keele, UK, Keele University**, v. 33, n. 2004, p. 1-26, 2004. Disponível em < http://www.elizabete.com.br/rs/Tutorial_IHC_2012_files/Conceitos_RevisaoSistematica_kitchenham_2004.pdf> acesso 24 Abri. 2021.

KRASILCHIK, M. “Caminhos do Ensino de Ciências no Brasil”. **Em Aberto**. Brasília, v AULER; DELIZOICOV. 11, n.55, p.3-8, 1992. Disponível em < <http://rbepold.inep.gov.br/index.php/emaberto/article/download/1851/1822>> acesso 24 Abri. 2021.

KRASILCHIK, M. “Ensino de Ciências e a Formação do Cidadão”. **Em Aberto**, Brasília, v.7, n.40, p. 55-60, 1988. Disponível em < <http://rbep.inep.gov.br/ojs3/index.php/emaberto/article/download/2044/1783> > acesso 24 Abri. 2021.

LIMA, E. R. P. O.; MOITA, FMGSC. A tecnologia e o ensino de Química: jogos digitais como interface metodológica. **Campina Grande: EDUEPB**, v. 279, 2011. Disponível em< <http://books.scielo.org/id/6pdyn/pdf/sousa-9788578791247.pdf>> acesso 24 Abri. 2021

LUJÁN LÓPES, J. L. *et al.*; **Ciência, Tecnologia y Sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología**. Madrid: TECNOS, 1996.

MACKENZIE, Donald; WAJCMAN, Judy. **The Social Shaping of Technology**. Milton Keynes, Bucks. 1985.

MALONE, Thomas W. Toward a theory of intrinsically motivating instruction. **Cognitive science**, v. 5, n. 4, p. 333-369, 1981. Disponível em < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0364021381800171>> acesso 24 Abri. 2021

MARTINS, Rafael Messias. **Reengenharia da ferramenta Projection Explorer para apoio à seleção de estudos primários em revisão sistemática**. Dissertação (Mestre em Ciências - Ciências de Computação e Matemática Computacional). Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011. Disponível em <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/55/55134/tde-28062011-111350/en.php>> acesso 24 Abri. 2021.

MATHIAS, G. N.; AMARAL, CLC. Utilização de um jogo pedagógico para discussão das relações entre Ciência/Tecnologia/Sociedade no ensino de Química. **Experiências em ensino de ciências**, v. 5, n. 2, p. 107-120, 2010. Disponível em < http://www.if.ufrgs.br/public/eenci/artigos/Artigo_ID112/v5_n2_a2010.pdf> acesso 24 Abri.

2021.

MATTAR, J. História, Teorias e Cases sobre o Uso de Games em Educação. **Revista Tecnologia Educacional**. Ano 40, nº 192, jan-mar, 2011. Disponível em <<http://abt-br.org.br/wp-content/uploads/2017/03/192.pdf#page=46>> acesso 24 Abri. 2021

MEDEIROS, C.E.; RODRIGUEZ, R.C.M.C.; SILVEIRA, D.N. **Ensino de Química: superando obstáculos epistemológicos**. Curitiba: Appris, 2016.

MERGEL, Germano Duarte. **Método para apoio à construção de strings de busca em revisões sistemáticas por meio de mineração visual de texto**. 2014. 103 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014. Disponível em < <http://tede2.pucrs.br/tede2/handle/tede/5279> > acesso 24 Abri. 2021.

MINAYO, M. C. S. (Org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. Rio de Janeiro: Vozes, 2001.

MÓL, G. de S. e SANTOS, W.L.P. dos (Coords.); CASTRO, E.N.F de; SILVA, G. de S.; MATSUNAGA, R.T. ; SILVA, R.R. da; FARIAS, S.B.; SANTOS, S.M. de O. e DIB, S.M.F. **Química e sociedade**. São Paulo: Editora Nova Geração, 2005.

MORTIMER, EDUARDO FLEURY. MACHADO, ANDRÉA HORTA. **Química: ensino médio**. - 2. ed. - São Paulo: Scipione, 2013. v.1

MUNÕZ, Yupanqui J.; EL-HANI, Charbel 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. Disponível em < <https://link.springer.com/article/10.1007/s11422-012-9444-9> > acesso 24 Abri. 2021.

OLIVEIRA, Mirian *et al.*. Análise de conteúdo temática: Há uma diferença na utilização e nas vantagens oferecidas pelos softwares MAXQDA® e NVivo®?. **Revista de Administração da Universidade Federal de Santa Maria**, v. 9, n. 1, p. 72-82, 2016. Disponível em < <https://www.redalyc.org/pdf/2734/273445396006.pdf>> acesso 24 Abri. 2021.

OLIVEIRA, Thais De Cássia *et al.* A análise de conteúdo como ferramenta para averiguar a aprendizagem de conceitos sociocientíficos trabalhados numa Educação CTS. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, p. 4113-4118, 2017. Disponível em < <https://ddd.uab.cat/record/183762> > acesso 24 Abri. 2021.

PALLOFF, Rena M.; PRATT, Keith. **O aluno virtual-um guia para trabalhar com estudantes on-line**. Penso Editora, 2004.

PANSERA-DE-ARAÚJO, M. C.; GEHLEN, S. T.; MEZALIRA, S. M.; SCHEID, N. M. J. Enfoque CTS na pesquisa em Educação em Ciências: extensão e disseminação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 9, n. 3, 2011. Disponível em<<https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/3996>> Acesso em: 19 fev. 2022.

PEREIRA, Alexsandro Pereira de; OSTERMANN, Fernanda. A aproximação sociocultural à mente, de James V. Wertsch, e implicações para a educação em ciências. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 18, p. 23-39, 2012. Disponível em < <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/gy95SJrzbZ7KSHpWFDWMxk/?lang=pt>> acesso 20 Ago. 2021.

PINTO, Álvaro Vieira. **O Conceito de Tecnologia - Volume I**. Rio de Janeiro: Contraponto, 2005a.

PRENSKY, M. **Digital game-based learning**. McGraw-Hill & Paragon House, New York, 2001.

PRENSKY, Marc. **Aprendizagem baseada em jogos digitais**. São Paulo: Ed. Senac SP, 2012.

RAMOS, Altina; FARIA, Paulo M.; FARIA, Ádila. Revisão sistemática de literatura: contributo para a inovação na investigação em Ciências da Educação. **Revista Diálogo Educacional**, v. 14, n. 41, p. 17-36, 2014. Disponível em < <https://www.redalyc.org/pdf/1891/189130424002.pdf> > acesso 24 Abri. 2021.

RAMOS, D. K. ; PIMENTEL, Fernando Silvio . Cognição, Aprendizagem e Jogos digitais. In: Fernando Silvio Cavalcante Pimentel. (Org.). **Aprendizagem baseada em jogos digitais: teoria e prática**. 1ed.Rio de Janeiro: BG Business Graphics Editora, 2021, v. 1, p. 13-27.

REIS, Tiago Rodrigues dos. **A importância do design de games no desenvolvimento de jogos digitais para o ensino de ciências/química: implicações para a sala de aula**. 2018. 43f. (Trabalho de conclusão de graduação) – Universidade Federal do Maranhão. Bacabal, 2018.

REIS, Tiago Rodrigues dos; RIBEIRO, Rayane Kellye Pereira; COSTA, Hawbertt Rocha. O Equilíbrio entre Design de Games e o Design Instrucional no Desenvolvimento de um Game Pedagógico. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 6, n. 1, p. 282-306, 2020. Disponível em < <http://200.17.137.114/index.php/REDEQUIM/article/view/2498> > acesso 24 Abri. 2021

REZENDE, F. A. M. **Jogos no ensino de Química: um estudo sobre a presença/ausência de teorias de ensino e aprendizagem à luz do V epistemológico de Gowin**. 2017. 111 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2017. Disponível em < <https://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/7960> > acesso 24 Abri. 2021.

REZENDE, Felipe Augusto de Mello; SOARES, Márlon Herbert Flora Barbosa. 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**, v. 24, n. 1, p. 103-121, 2019. Disponível em < <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R0739-1.pdf> > acesso 24 Abri. 2021.

RIBAS, H.; R. G. SILVA HUSSEIN, FABIANA R. G.; MARQUES, C. A.. Jogo computacional3D em primeira uma possibilidade para o ensino de Química. **REVISTA BRASILEIRA DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA**, v. 12, p. 164-187, 2019. Disponível em < <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/8120> > acesso 24 Abri. 2021.

RIBAS, Haroldo Luis. **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, Rafael João. **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.

SALEN, Katie; ZIMMERMAN, Eric. **Regras do jogo: principais conceitos (vol. 1)**. Editora Blucher, 2017.

SANTOS, Boaventura de Souza. **Um discurso sobre as ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.

SANTOS, R. C. S. ; VALE, W. K. M. ; SILVA, S. A. . Tendências das pesquisas em cts na formação de professores de ciências. In: **Anais do XI Encontro Nacional de Pesquisas em Educação em Ciências**, 2017. Disponível em < <http://abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R1703-1.pdf>> acesso 24 Abri. 2020.

SANTOS, W. L. P.; MÓL, G.S.; DIB, S.M.F.; MATSUNAGA, R.T.; SANTOS, S.M.O.; CASTRO, E.N.F.; SILVA, G.S.; FARIAS, S.B. **Química Cidadã** volume 2ª edição. Editora AJS, São Paulo 2013. Disponível em < <https://www.redalyc.org/pdf/1295/129518326002.pdf>> acesso 24 Abri. 2021.

SANTOS, W. L. P. dos. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência & Ensino**, v. 1, 2007.

SANTOS, W. L. P. dos. **O ensino de Química para formar o cidadão: principais características e condições para a sua implantação na escola secundária brasileira. 1992. 233 f.** 1992. Dissertação. (Mestrado em Educação). Campinas-SP: UNICAMP. Disponível em <<https://www.cedoc.fe.unicamp.br/banco-de-teses?page=60>> acesso 24 Abri. 2021.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência - Tecnologia - Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 02, n. 02, p. 01-23, 2002. Disponível em < https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1983-21172000000200110&script=sci_arttext > acesso 24 Abri. 2021.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 7, n. 1, p. 95-111, 2001. Disponível em < <https://www.scielo.br/pdf/ciedu/v7n1/07.pdf> > acesso 24 Abri. 2021.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; SCHNETZLER, Roseli Pacheco. **A formação do cidadão e o ensino de CTS - Ciência, Tecnologia e Sociedade**. In: Educação em química: compromisso coma cidadania. 3. ed. Ijuí: Unijuí, 2003.

SCHELL, Jesse. **A arte de game design-The art of game design: a book of lenses**. 2011.

SCHELL, Jesse. **The Art of Game Design: A book of lenses**. CRC press, 2008.

SCHNETZLER, Roseli Pacheco. A pesquisa no ensino de Química e a importância da Química Nova na Escola. **Química Nova na Escola**, v. 20, n. 20, 2004.

SCHNORR, S. M.; RODRIGUES, C. G. **História e filosofia do movimento ciência, tecnologia e sociedade (CTS) na educação e no ensino de ciências: um estudo bibliográfico**. In: ANPED SUL, 10, 2014, Florianópolis. Anais... Florianópolis, 2014. Disponível em < http://xanpedsul.faed.udesc.br/arq_pdf/290-0.pdf> acesso 24 Abri. 2021.

SILVA JUNIOR, Luiz Alberto; LEÃO, Marcelo Brito Carneiro. O software Atlas. ti como recurso para a análise de conteúdo: analisando a robótica no Ensino de Ciências em teses brasileiras. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 24, n. 3, p. 715-728, 2018. Disponível em < https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-73132018000300715&script=sci_arttext&tlng=pt> acesso 24 Abri. 2021.

SOARES, M. H. F. B.; REZENDE, F. A. de M. Análise Teórica e Epistemológica de Jogos para o Ensino de Química Publicados em Periódicos Científicos. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. v. 19, p. 747–774, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/12296>. Acesso em: 24 abr. 2021.

SOARES, Márlon Hebert Flora Barbosa. Jogos e Atividades Lúdicas no Ensino de Química: uma discussão teórica necessária para novos avanços. **Revista debates em Ensino de Química**, v. 2, n. 2, p. 5-13, 2016. Disponível em <<http://200.17.137.114/index.php/REDEQUIM/article/view/1311>> acesso 24 Abri. 2021.

SOUSA, B. L. S. ; BEZERRA, C. W. B. ; SILVA, J. R. S. ; CANTANHEDE, S. C. S. ; CANTANHEDE, L. B. . Cenário das publicações CTS/CTSA no ensino de química: revisão bibliográfica de publicações no portal de periódicos da CAPES/CAFE. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, p. 27267-27283, 2019. Disponível em <<http://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/4942>> acesso 24 Abri. 2021.

SOUZA, Fábio Lustosa; GONÇALVES, Terezinha Valim Oliver;. Bases epistemológicas subjacentes ao enfoque CTS no ensino de química. **Acta tecnológica**, v. 6, n. 2, p. 30-36, 2012. Disponível em <<https://portaldeperiodicos.ifma.edu.br/index.php/actatecnologica/article/view/55> > acesso 15 junho. 2021.

STRIEDER, Roseline Beatriz. **Abordagens CTS na educação científica no Brasil**: sentidos e perspectivas. 2012. 283f. Tese (Ensino de Ciência) - Universidade de São Paulo. São Paulo, 2012. Disponível em <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81131/tde-13062012-112417/en.php>> acesso 24 Abri. 2021.

TODOR, Roberto. **Taxonomia de Games Educativos**. 2015. 181f. Dissertação (Design)- Pontífice Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2015. Disponível em <<https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/33669/33669.PDF>> acesso 24 Abri. 2021.

VIDAL, Paulo Henrique Oliveira; PORTO, Paulo Alves. A história da ciência nos livros didáticos de química do PNLEM 2007. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 18, p. 291-308, 2012. Disponível em <<https://www.scielo.br/j/ciedu/a/wDvDPF9X9LjwmnFMqYPRwyP/?format=pdf&lang=pt> > acesso 15 junho. 2021.

VOSGERAU, Dilmeire Sant'Anna Ramos; ROMANOWSKI, Joana Paulin. Estudos de revisão: implicações conceituais e metodológicas. **Revista diálogo educacional**, v. 14, n. 41, p. 165-189, 2014. Disponível em <<https://periodicos.pucpr.br/index.php/dialogoeducacional/article/view/2317>>> acesso 24 Abri. 2021.

WALTER, Silvana Anita; BACH, Tatiana Marceda. Adeus papel, marca-textos, tesoura e cola: inovando o processo de análise de conteúdo por meio do atlas. **TI. Administração: ensino e pesquisa**, v. 16, n. 2, p. 275-308, 2015. Disponível em <<https://www.redalyc.org/pdf/5335/533556754002.pdf> > acesso 24 Abri. 2021.

WEIZMAN, Ayelet. Designing casual serious games in Science. The case of “Couch Potatoes Defense”. **EAI Endorsed Transactions on Serious Games**, v. 1, n. 3, 2014. Disponível em<<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.684.6578&rep=rep1&type=pdf> > acesso 24 Abri. 2021.

WERTSCH, J. V; DEL RIO, P.; ALVAREZ, A. **Estudos socioculturais da mente**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

WOHLIN, Claes. Guidelines for snowballing in systematic literature studies and a replication in software engineering. In: **Proceedings of the 18th international conference on evaluation and assessment in software engineering**. 2014. p. 1-10. Disponível em<<https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/2601248.2601268>> acesso 20 Ago. 2021.

WU, Wen-Hsiung *et al.* Re-exploring game-assisted learning research: The perspective of learning theoretical bases. **Computers & Education**, v. 59, n. 4, p. 1153-1161, 2012. Disponível em <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131512001248>> acesso 20 Ago. 2021.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Tradução Ernani F. da F. Rosa. Porto Alegre: Artmed, 1998.

ZAMBONI, Augusto *et al.* StArt uma ferramenta computacional de apoio à revisão sistemática. In: **Proc.: Congresso Brasileiro de Software (CBSOFT'10), Salvador, Brazil**. 2010. p. 91-96.

ZHANG, He; BABAR, Muhammad Ali; TELL, Paolo. Identifying relevant studies in software engineering. **Information and Software Technology**. v. 53, n. 6, p. 625-637, 2011. Disponível em < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950584910002260> > acesso 24 Abri. 2021.

ZIMAN, John. The Rationale of STS Education is in the Approach. In: Solomon. **STS education: International perspectives on reform**. New York: Teachers College Press, p. 21-31, 1994.

APÊNDICE

APÊNDICE A - Teste Piloto

Depois da análise de descritores, para a busca dos trabalhos primários optou-se em usar nas strings os termos mais frequentes no título e palavras-chave dos artigos usados como referência na fase exploratória. Sendo que String de busca geral construída com os termos mais frequentes nas palavras-chave e nos títulos dos trabalhos foi usada para o teste piloto.

Principais descritores presentes no título e palavras-chave dos artigos usados na fase exploratória

[Química], (Química OR ciência OR “ensino de Química” OR “ensino de ciência” OR “Educação Química”)

[chemistry] (Chemistry OR “Chemistry Teaching” OR “teaching and learning chemistry”)

[jogos] (jogo OR “jogos digitais” OR “Jogo digital” OR “desenvolvimento de jogos”, OR “jogos digitais educacionais” OR “jogos instrucionais” OR “jogos pedagógicos” OR “design de jogos” OR Videogame OR “jogos computacionais” OR “Jogo computacional” OR “Aprendizagem Baseada em Jogos Digitais” OR “Mobile Games” OR “jogos epistêmicos” OR “cultura digital” OR “jogos de vídeo” OR “Jogos educativos” OR “jogos sérios”)

[game] (Game OR “games” OR “Digital Games” OR “game development” OR “Serious games” OR “instructional Games” OR “pedagogical games” OR “Game design” OR “video games” OR “computer games” OR “educational game” OR “learning game” OR “Digital Game-based learning” OR “epistemic games” OR “digital culture” OR “electronic games”)

[Criação] (desenvolvimento OR desenvolver OR criar OR criação OR produzir OR produção)

[Creation] (development OR develop OR create OR creation OR produce OR production)

[CTS] (“abordagem CTS” OR “enfoque CTS” OR “movimento CTS” OR “Educação CTS” OR “Orientação CTS” OR “Contextualizando CTS” OR “perspectiva CTS”) OR (“aspecto CTS” OR “disciplina CTS” OR “ensino CTS” OR CTSA OR “perspectiva educacional CTS” OR “temas CTS” OR “relações CTS” OR “Práticas CTS” OR

“pressupostos CTS” OR “programa CTS”) OR (“ campo CTS” OR “ciência-tecnologia-sociedade” OR “Concepção CTS” OR “currículo CTS” OR “Inter-relações CTS” OR “Vertente CTS” OR “articulações CTS” OR “Reflexões CTS” OR "Estudo CTS")

[STS] (“STS approach” OR “Science-Technology-Society focus” OR “STS approach” OR “STS approach” OR “STS movement” OR “STS education” OR “STS orientation” OR “Contextualizing STS” OR “STS perspective”) OR (“STS aspect” OR “STS discipline” OR “STS teaching” OR CTSA OR “STS educational perspective” OR “STS themes” OR “STS relations” OR “STS practices” OR “STS assumptions” OR “STS program” OR “STS field”) OR (“science-technology-society” OR “STS conception” OR “STS curriculum” OR “STS interrelationships” OR “STS strand” OR “STS articulations” OR “STS reflections” OR "STS study")

Em uma triangulação direta e específica dos termos jogos, Química e “CTS” com os termos relacionados no título, no assunto ou palavras chaves tiveram resultados nulos.

(Chemistry OR X) AND (“Game” OR Y) AND (STS OR Z)

(“Química” OR X) AND (Jogo OR game OR Y) AND (CTS OR Z)

Sendo X, Y e Z são sinônimos dos descritores anteriores.

9.2 Exemplo:

Google Acadêmico nenhum resultado

("CTS") AND (“Química” OR "químico") AND (“jogo” OR “jogos” OR “Game” OR “Games” OR “videogame”) no título, assunto ou palavras chaves.

Web Of Science 1 resultado

TÓPICO: ("STS") AND TÓPICO: (chemistry) AND TÓPICO: (Game) Refinado por: TIPOS DE DOCUMENTO: (ARTICLE) Tempo estipulado: Últimos 5 anos. Índices: SCI-EXPANDED, SSCI, A&HCI, CPCI-S, CPCI-SSH, ESCI.

Scopus nenhum resultado

(TITLE-ABS-KEY (sts) AND TITLE-ABS-KEY (chemistry) AND TITLE-ABS-KEY (game)) AND PUBYEAR > 2014

BDTD nenhum resultado

("cts") AND ("Química" OR "químico") AND ("jogo" OR "jogos" OR "Game" OR "Games" OR "videogame") no assunto e no título.

Catálogo de Teses e Dissertações nenhum resultado

("cts") AND ("Química" OR "químico") AND ("jogo" OR "jogos" OR "Game" OR "Games" OR "videogame")

SciELO 8 resultados sem relevância ao tema

(*cts) OR (sts) AND (Química) OR (chemistry) AND (jogos) OR (game) OR (jogos) OR (games) AND year_cluster:("2015" OR "2016" OR "2017" OR "2018" OR "2019") AND type:("research-article") AND la:("pt" OR "en")

APÊNDICE B - Resultado das Buscas nas bases de dados aplicando as Strings de Busca

Quadro 6: Resultado das buscas nas bases de dados aplicando as Strings de Busca. 2015 a 2020

Bases/descrição	Strings	Resultado	Agosto de 2020/ Fevereiro de 2021
Google Scholar A busca ampla no Google Scholar só de título para trabalhos em inglês e português.	allintitle: Química game desenvolvimento OR desenvolver OR criar OR criação OR produzir OR produção	4	21/12/2020
	allintitle: chemistry game development OR develop OR create OR creation OR produce OR production	29	21/12/2020
SciELO string de busca geral para artigos em inglês e português	(Química) OR (chemistry) AND (game) OR (jogo) OR (jogos) AND (ab:(desenvolvimento)) OR (ab:(desenvolver)) OR (ab:(criar)) OR (ab:(criação)) OR (ab:(produzir)) AND type:("research-article")	5	23/12/2020
	(*Química) OR (chemistry) AND (game) OR (jogo) AND (desenvolvimento OR desenvolver OR criar OR criação OR produzir OR produção) OR (development OR develop OR create OR creation OR produce OR production)	7	23/12/2020
Web of Science	(((TI=(chemistry)) AND TI=(game OR games)) AND TS=("development" OR "develop" OR "create" OR "creation" OR "produce" OR "production")) AND IDIOMA: (English) AND TIPOS DE DOCUMENTO: (Article) Tempo estipulado: 2015-2020. Índices: SCI-EXPANDED, SSCI, A&HCI, CPCI-S, CPCI-SSH, ESCI.	14	28/12/2020
Web of Science	(((AB=(chemistry)) AND AB=(game OR games)) AND TS=("development" OR "develop" OR "create" OR "creation" OR "produce" OR "production")) AND TIPOS DE DOCUMENTO: (Article) Tempo estipulado: 2015-2020. Índices: SCI-EXPANDED, SSCI, A&HCI, CPCI-S, CPCI-SSH, ESCI.	55	28/12/2020
Web of Science	(((AK=(chemistry)) AND AK=(game OR games)) AND TS=("development" OR "develop" OR "create" OR "creation" OR "produce" OR "production")) AND TIPOS DE DOCUMENTO: (Article) Tempo estipulado: 2015-2020. Índices: SCI-EXPANDED, SSCI, A&HCI, CPCI-S, CPCI-SSH, ESCI.	24	28/12/2020
Scopus	(TITLE (chemistry) AND TITLE (game OR games) AND TITLE-ABS-KEY ("development" OR "develop" OR "create" OR "creation" OR "produce" OR "production")) AND DOCTYPE (ar) AND PUBYEAR > 2014 AND PUBYEAR < 2021	19	28/12/2020

Scopus	<i>(ABS (chemistry) AND ABS (game) OR ABS (games) AND TITLE-ABS-KEY ("development" OR "develop" OR "create" OR "creation" OR "produce" OR "production")) AND DOCTYPE (ar) AND PUBYEAR > 2014 AND PUBYEAR < 2021</i>	71	28/12/2020
Scopus	<i>(KEY (chemistry) AND KEY (game) OR KEY (games) AND TITLE-ABS-KEY ("development" OR "develop" OR "create" OR "creation" OR "produce" OR "production")) AND DOCTYPE (ar) AND PUBYEAR > 2014 AND PUBYEAR < 2021</i>	47	28/12/2020
(BDTD) Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações	<i>Termos de busca : "(Título:Química) E (Título:game OU Título:games OU Título:jogo OU Título:jogos) E (Todos os campos:desenvolvimento OU Todos os campos:desenvolver OU Todos os campos:criar OU Todos os campos:criação OU Todos os campos:produzir OU Todos os campos:produção)"</i>	20	22/11/2020
Total	Google Scholar + SciELO + Web of Science + Scopus + BDTD	295	

Fonte: Elaborado pelo autor