

O EQUILÍBRIO ENTRE DESIGN DE GAMES E O DESIGN INSTRUCIONAL NO DESENVOLVIMENTO DE UM GAME PEDAGÓGICO

The balance between game design and instructional design in the development of a pedagogical game

RESUMO

As discussões sobre o uso de novas metodologias não são recentes, surgindo mais recentemente na Base Nacional Comum Curricular. Nessa perspectiva, em se tratando do ensino Química, recomendam-se aulas mais dinâmicas e contextualizadas, que busquem a formação de cidadãos reflexivos e críticos. Para contribuir nessa direção, acreditamos que o uso de ferramentas mediacionais seja recomendável e até mesmo necessário. Assim, os jogos digitais surgem como uma possível ferramenta, dentre tantas outras, para auxiliar, tendo em vista que, quando pensado para fins pedagógicos, é indispensável um bom planejamento na sua produção. Nesse sentido, o presente trabalho faz uma análise dos elementos essenciais do design de games, principalmente os já existentes nos jogos comerciais, sendo ressaltada a sua importância no desenvolvimento do game pedagógico intitulado "Planeta Química: uma aventura no cotidiano", sendo esses elementos aplicados em equilíbrio com design instrucional em uma abordagem CTSA. O percurso metodológico leva em consideração o planejamento inicial do jogo e suas limitações, o amadurecimento dos referenciais teóricos e como foi organizado o equilíbrio dos designs e sua implicação para a sala de aula. Os resultados mostram como o jogo "Planeta Química" contemplou a estabilidade entre o design de games e o design instrucional, cujo olhar foi voltado para a sua aplicação em sala de aula, ressaltado a aprendizagem em química e os princípios de aprendizagem em jogos digitais. Ancorado em uma teoria de aprendizagem, infere-se que o jogo pode contribuir como uma ferramenta sociocultural para o ensino de Química de forma significativa.

Palavras-Chave: Design de games. Jogo didático. Ensino de química.

ABSTRACT

The discussions on the use of new methodologies are not recent, appearing more recently in the Common National Curriculum Base. In this perspective, when it comes to chemical education, more dynamic and contextualized classes are recommended, which seek the formation of reflexive and critical citizens. To contribute in this direction, we believe that the use of mediational tools is recommendable and even necessary. Thus, digital games appear as a possible tool, among so many others, to help, bearing in mind that, when thought for pedagogical purposes, a good planning in their production is indispensable. In this sense, the present work makes an analysis of the essential elements of game design, especially those already existing in commercial games, stressing its importance in the development of the pedagogical game entitled "Chemical Planet: an adventure in everyday life", being these elements applied in balance with instructional design in a CTSA approach. The methodological path takes into account the initial planning of the game and its limitations, the maturation of theoretical references and how the balance of designs and their implication for the classroom was organized. The results show how the game "Chemical Planet" contemplated the stability between game design and instructional design, whose look was focused on its application in the classroom, emphasizing learning in chemistry and the principles of learning in digital games. Anchored in a learning theory, it is inferred that the game can contribute as a sociocultural tool for the teaching of chemistry in a significant way.

Keywords: Game design. Didactic game. Chemistry teaching.

Tiago Rodrigues dos Reis

thiago.kings@gmail.com

Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

<https://orcid.org/0000-0003-1743-5847>

Rayane Kelly Pereira Ribeiro

ravane_kellyribeiro@hotmail.com

Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

<https://orcid.org/0000-0003-0527-9146>

Hawbertt Rocha Costa

hawbert@gmail.com

Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

<https://orcid.org/0000-0001-8460-9793>



INTRODUÇÃO

O mundo em que vivemos passou por inúmeras transformações no decorrer dos anos, uma das mais significativas refere-se ao desenvolvimento e domínio da tecnologia, que proporcionou uma ampla alteração nas relações socioculturais, como é o caso das interações por meio das redes sociais e o divertimento mediante uso de videogames. As pessoas que nasceram em meio a toda essa evolução (a partir da década de 90), são classificadas por Prensky (2001) como nativos digitais, ou seja, indivíduos providos de habilidades de pesquisa e retenção de informações de maneira mais rápida e prática.

Entretanto, ao se analisar o ambiente educacional atual nas aulas de ciências e química, nota-se a necessidade de uma atualização dos processos de ensino e aprendizagem inerentes a esse progresso intelectual e tecnológico (ALVES, 2009). Para mudar esse paradigma é primordial a promoção de novas estratégias e metodologias a fim de tornar as aulas mais significativas aos alunos, incluindo no currículo escolar a reflexão e o senso crítico perante as problemáticas que atingem a sociedade (CHASSOT, 2000).

Direcionado nesse caminho, surge o movimento CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) que questiona o uso indiscriminado de produtos da ciência e tecnologia e busca reivindicar decisões mais democráticas perante questões dessa natureza (RIBEIRO; SANTOS; GENOVESE, 2017). Abordagens de ensino nessa perspectiva, favorecem a ampliação do senso crítico dos alunos, tendo em vista que as discussões se centram na concepção de que mais Ciência e Tecnologia não implicariam exclusivamente em bem-estar social, o qual acarretaria em problemas de ordem ambiental e social (ANGOTTI; AUTH, 2001). Vale ressaltar que o ensino de ciências a partir da abordagem CTS já vem sendo orientado por diversos documentos, mais recentemente pela Base Nacional Comum Curricular - BNCC (BRASIL, 2018), tornando-se um desafio aos educadores em termos de formação e uso de novas metodologias com ferramentas mediacionais atrativas aos alunos.

Os jogos digitais, sendo utilizados como ferramentas mediacionais, podem subsidiar essa atratividade, tornando o ensino mais ativo, dinâmico e motivador (SAVI; ULBRICHT, 2008). Deste modo, tais características devem ser aproveitadas de forma a significar os conteúdos científicos, o que é possível a partir da inserção de problemáticas a serem discutidas na perspectiva CTS. Caso o jogo seja planejado e desenvolvido para determinado conteúdo, tornando-se assim um jogo digital pedagógico (CLEOPHAS; CAVALCANTI; SOARES, 2018), as problemáticas com a abordagem CTS podem ser inseridas no próprio enredo, bem como favorecer diálogos mais ricos entre professor e aluno.

Nessa perspectiva, o uso de jogos como ferramenta de ensino é tema de pesquisas há tempos, segundo Cunha (2012) foram timidamente introduzidos como recursos didáticos a partir do século XVI, tendo seu valor educativo passado por altos e baixos desde então. Atualmente, os jogos digitais vêm recebendo grande atenção e investimentos, devido ao seu potencial para aprendizagem de ciências, tecnologia, engenharia e matemática (PRENSKY, 2001).

No Brasil, com a reforma da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional de 1996 (BRASIL, 1996), muito se discutiu sobre a relevância dos jogos no processo de ensino e aprendizagem. Logo posteriormente, tais discussões foram reforçadas e firmadas nas Orientações Curriculares para o Ensino Médio, no que versa sobre as Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias (BRASIL, 2006, p. 28):

O jogo oferece o estímulo e o ambiente propício que favorecem o desenvolvimento espontâneo e criativo dos alunos e permite ao professor ampliar seu conhecimento de técnicas ativas de ensino, desenvolver capacidades pessoais e profissionais para estimular nos alunos a capacidade de comunicação e expressão, mostrando-lhes uma nova maneira, lúdica e prazerosa e participativa, de relacionar-se com o conteúdo

escolar, levando a uma maior apropriação dos conhecimentos envolvidos.

A BNCC, além de enfatizar a abordagem CTS, traz a importância da utilização de diversas linguagens (incluindo a digital) e a necessidade da compreensão, utilização e criação de tecnologias digitais de informação (BRASIL, 2018). Sendo essas pensadas de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais, como orienta o documento, abre espaço para a inserção dos jogos digitais nas metodologias de ensino, como mencionado anteriormente. Mesmo que o jogo digital não seja pedagógico, pode possuir um fator educacional, ainda que tenha sido produzido apenas para fins de entretenimento. Tanto que muitos jogos eletrônicos comerciais acabaram por receber versões educacionais como é caso de *Where in the World is Carmen Sandiego*, que pode ser trabalhado em geografia, história e cultura mundial (ROCHA, 2014).

Considerando o fator educacional do jogo digital, Cleophas, Cavalcanti e Soares (2018) estabelecem diferenças entre jogo educativo, didático e pedagógico. Desse modo, o jogo educativo é aquele no qual o jogador aprende de forma espontânea sem seguir uma sistematização, seria o ato de jogar e aprender algum conteúdo, habilidade ou até mesmo outra língua de maneira informal, os jogos comerciais entram nessa classificação. O didático, teria uma sistematização direcionada a um objetivo educacional, a partir de um jogo já produzido (comercial), com a inserção de conteúdos didáticos. Já o pedagógico, foco desse trabalho, é desenvolvido exclusivamente para ensinar algum conteúdo e tem seu planejamento pensado dentro do contexto educacional.

No que se refere aos jogos digitais pedagógicos, estes devem usufruir de duas premissas de design: o design de games, também presente em jogos comerciais, que visa tornar o game atrativo, divertido e viciante; e o acréscimo do design instrucional que, segundo Filatro (2004) emprega métodos pedagógicos sistemáticos de modo a facilitar o processo de aprendizagem. Porém, o seu excesso não condiz com os objetivos dos jogos digitais, tanto que a ordem de desenvolvimento deveria ser motivação, reflexão, individualização, criação e apenas depois o conteúdo (MATTAR, 2010).

Apesar do potencial educacional dos jogos digitais pedagógicos, um dos grandes desafios enfrentados até agora para sua utilização em sala de aula dá-se ao processo de desenvolvimento, quando este apresenta foco pedagógico acima do game design (SAVI; ULBRICHT, 2008). O design instrucional é uma vertente essencial para fundamentação pedagógica de jogos, uma vez que envolve o planejamento e a utilização de métodos em situações didáticas específicas com o objetivo de facilitar a aprendizagem, baseando-se em princípios de aprendizagem de grandes teóricos. No entanto, essa abordagem em excesso inibe a criatividade da equipe de desenvolvimento, culminando na maioria das vezes em jogos enfadonhos e desinteressantes para o público alvo, os alunos (MATTAR, 2010).

Ademais, ao analisarmos qualquer jogo comercial podemos constatar um fator em comum que os tornam mais lúdicos em relação aos jogos pedagógicos, é a preocupação com design de games. Este compreende o planejamento e a construção do jogo para o jogador sentir-se “absorvido”, perdendo a noção de realidade com o passar do tempo em seu subconsciente, deixando de apertar meros botões e passando a se sentir membro atuante naquela narrativa (AGUIAR, SOARES E CAMPOS, 2009).

Nessa perspectiva, o presente trabalho visa apresentar o equilíbrio desses dois designs, na continuidade e adequações do jogo pedagógico “Planeta Química: uma aventura no cotidiano”, ressaltando o papel dos elementos de design de games e buscando melhorias às questões pedagógicas. Abordando a maneira como esses elementos de game design, como personagem, sonorização, história, narrativa metas e objetivos, foram equilibrados com design instrucional que versa sobre conteúdos de Química em uma abordagem CTS, além da maneira como podem influenciar o processo de ensino e aprendizagem dos alunos.

CONTEXTUALIZAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA

A Química é uma Ciência de extrema importância, que explica as transformações e reações que ocorrem no Universo (SCAFI, 2010). Ela está presente desde os primórdios com ampla utilidade nas diversas áreas sociais, como agricultura, metalúrgica, tecidos, nos processos industriais, dentre outros, colaborando para o desenvolvimento científico e tecnológico da sociedade. No entanto, precisamos considerar que o progresso científico não traz somente benefícios e que o uso indiscriminado de produtos da ciência e tecnologia pode proporcionar diversos problemas de ordem social e ambiental, influenciando na qualidade de vida (ANGOTTI; AUTH, 2001; AULER; BAZZO, 2001).

Partindo do princípio que a escola tem como responsabilidade o processo de ensino e aprendizagem dos conhecimentos científicos, devendo “investir na edificação de uma poluição consciente e crítica diante das escolhas e decisões a serem tomadas” (BIZZO, 2009, p.14), e que a Química deve ser discutida como um processo de construção humana e não como uma verdade absoluta e neutra em seu tempo e espaço. Neste sentido, a contextualização da Química é um ponto chave que deve ser considerada no processo, tornando-se mais significativa a medida que se aproxima do desenvolvimento de atitudes e valores para a formação de um cidadão crítico, o qual é um dos objetivos centrais do movimento CTS (SILVA; COSTA, 2019).

O movimento CTS é oriundo de discussões sobre os impactos negativos causados pelo desenvolvimento da Ciência e Tecnologia (C&T) e o descontentamento com o ensino de ciências nas décadas de 1950 e 1960, em que vislumbrava um caráter cientificista neutro. Porém, ganha destaque na década de 1970 com a obra de Rachel Carson (1962), “Primavera Silenciosa”, que criticava o uso dos pesticidas químicos e seus efeitos no meio ambiente. Desde então, a principal preocupação dessa corrente é discutir a supervalorização que é dada a C&T e propor reflexões críticas sobre seus efeitos negativos na sociedade e ambiente (AULER; BAZZO, 2001; SANTOS; SCHNETZLER, 2003).

A inclusão de temáticas nessa perspectiva no ambiente escolar, a começar dos anos iniciais, tem por propósito a formação cidadã dos estudantes, para que estejam aptos ao questionamento e participação das tomadas de decisões públicas no tocante à C&T (STRIEDER, 2012). No ensino de Química, metodologias críticas que envolvam as relações CTS podem promover a participação ativa dos discentes e proporcionar maior significado aos conceitos científicos trabalhados (SANTOS, SCHNETZLER, 2003), em que ferramentas mediacionais, ligadas ao contexto cultural dos alunos, auxiliariam e proporcionariam o seu engajamento, tendo em vista que toda ação é mediada (WERSTCH, 1991, 1998). As ferramentas e recursos didáticos podem ser distintos e até mesmo inovadores, desde que sejam capazes de auxiliar na contextualização dos conteúdos científicos (FERNANDES; GOUVÉA, 2019), o que é possível a partir do uso de jogos digitais e outros recursos agregados a eles.

No entanto, a mudança não é tão trivial e já é consenso em diversas pesquisas que os alunos possuem uma desmotivação em aprender Química, pois as escolas têm trabalhado os conteúdos de forma dogmática e descontextualizada da sociedade, se resumindo a excesso de aulas estritamente expositivas, fragmentadas com foco somente na transmissão de conteúdo, exigindo a memorização de nomes, uso de fórmulas e regras (LIMA; ALVES, 2016; ANTUNES et al., 2009; SANTOS, 2007), o que acaba tornando-se uma prática cultural comum e difícil de modificar. Esses são alguns fatores que têm dificultado a aprendizagem dos alunos, isto porque tornam o conhecimento enfadonho, decorativo e sem importância, por não existir um compartilhamento do contexto situacional desses conhecimentos (REBELLO et al., 2012).

A valorização da formação cidadã, reflexiva e crítica dos estudantes, com temas científicos contextualizados, não é algo debatido apenas em pesquisas, surgem também nos documentos legais como a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (BRASIL, 1996), os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 2006) e mais recentemente na BNCC (BRASIL,

2018), enfatizando o ensino a partir da abordagem de temas sociais que promovam a discussão dos conceitos científicos nos seus mais diversos aspectos. Observa-se, assim, que as mudanças têm ocorrido de forma gradual e lenta, ao passo que mesmo sendo orientadas por documentos é necessária uma enculturação e depende de outras políticas educacionais, mas tal discussão não é o foco desse trabalho, direcionando-se apenas para as possibilidades diante do cenário existente.

O caminho que as pesquisas traçaram até aqui e a implementação da BNCC (BRASIL, 2018), como documento normativo da educação básica, abre maiores oportunidades para isenção de novas metodologias com abordagens contextualizadas na perspectiva CTS, que é recomendada em várias partes do documento. E como documento normativo, exige interpelações dessa natureza nos novos livros didáticos, em que os conteúdos devem ser apresentados por eixos temáticos, possibilitando serem trabalhados de maneira interdisciplinar e buscando a alfabetização científica dos envolvidos, integrando o contexto no qual vivem para desenvolver competências e habilidades (BISPO FILHO et al, 2013). É importante destacar que a contextualização não é apenas um plano de fundo para cobrir o excesso de conteúdo, pois somente a inclusão de “questões” do cotidiano podem não suscitar discussões importantes acerca do assunto, não sendo o suficiente para despertar o interesse dos alunos pela Química (SANTOS, 2007; SILVA; COSTA, 2019).

Compreendendo a necessidade de novas metodologias que envolvam questões CTS e atendendo as recomendações da BNCC em diversos aspectos, os jogos digitais podem ser utilizados como ferramentas culturais pertencente ao meio cultural e histórico em que os estudantes estão inseridos, considerando que os jogos estão presentes em suas vidas e têm grande importância pela sua possibilidade na construção do conhecimento (LIMA et al., 2009). Para tanto, 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 contextualizados e sustentados por teorias de aprendizagem (design instrucional), que tem por objetivo despertar o senso crítico e reflexivo dos alunos. Cunha (2012) traz várias contribuições no âmbito dos jogos (digitais e não digitais) para o ensino de Química e a partir de Kishimoto (1996), já discutiu a importância do equilíbrio entre o lúdico e pedagógico, assim, o presente trabalho visa contribuir no contexto do meio digital, o qual apresenta pontos mais característicos desse espaço.

No que versa sobre os games comerciais, diversos fatores atraem a atenção dos jogadores, principalmente a superação de dificuldades e a capacidade de criar habilidades para isso (PRENSKY, 2010). Esse interesse é despertado porque o jogador faz isso com um alto grau de entretenimento, tendo possibilidades de escolha e uma qualidade técnica (ROGERS, 2016). Caso isso seja trabalhado nos games pedagógicos, se bem planejado, pode trazer um grau de envolvimento dos alunos/jogadores e auxiliar no processo de ensino e aprendizagem, despertando habilidades cognitivas que os ajudem a avançar e significar os conteúdos (PRENSKY, 2012). Outras ferramentas culturais (mediacionais) podem e até devem ser inseridas, no momento da aplicação do jogo, para ampliar as discussões que são trabalhadas a partir do jogo, pois segundo Wertsch (1991), quanto maior for o kit de ferramentas dos alunos, maior será o rol apreciativo para significar os conceitos, assim como aponta a pesquisa realizada por Ribeiro (2018).

A partir do exposto, esta pesquisa discute a importância do equilíbrio entre design de games e o design instrucional, trazendo contribuições para aqueles que desejam produzir jogos digitais pedagógicos para o ensino de Ciências/Química. Para tanto, serão apresentados os caminhos e adequações no desenvolvimento do jogo pedagógico “Planeta Química: uma aventura no cotidiano”, ressaltando o papel dos dois designs e as contribuições que a Teoria da Ação Mediada, um referencial teórico de aprendizagem, pode apresentar frente ao planejamento de desenvolvimento que visa a aplicação em sala de aula.

O JOGO PLANETA QUÍMICA: PERCURSOS NO DESENVOLVIMENTO E SEUS DESAFIOS

Para discutir sobre os elementos de design de games e como foram pensados para serem equilibrados com o design instrucional, a partir de um caminho metodológico, é importante traçarmos o percurso inicial de desenvolvimento do jogo Planeta Química e os desafios enfrentados, visto que são necessários para entender o processo de amadurecimento teórico e técnico alcançados, afim de contribuir com este campo de pesquisa. O percurso é dividido em três etapas, sendo a primeira o planejamento inicial do jogo e suas limitações; o segundo diz respeito ao amadurecimento dos referencias teóricos (games, pedagógicos e CTS); e o terceiro aponta para a maneira como foi pensada o equilíbrio dos designs e suas implicações para a sala de aula, o coração metodológico desta pesquisa.

O planejamento inicial e suas limitações

O projeto do jogo “Planeta Química: uma aventura no cotidiano” surgiu no ano de 2014, como ideia de um trabalho de monografia no curso de Ciências Naturais-Física da Universidade Federal do Maranhão-UFMA/Campus-Bacabal (NASCIMENTO, 2015). A plataforma de desenvolvimento escolhida foi o Construct2® da Scirra Ltda., que permite a criação de jogos sem conhecimento de uma linguagem de programação. A primeira preocupação foi com o conteúdo a ser inserido, em que este deveria estar imerso em uma abordagem da Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente – CTSA. Deste modo, foi pensado nos conteúdos sobre ácidos e bases por permitir essa imersão, bem como trabalhar com algumas problemáticas ambientais comuns na cidade de Bacabal relacionadas ao assunto, além de estarem presentes no currículo do 1º ano do ensino médio e que possibilitaria sua abordagem em sala de aula. O nome do jogo sugere essa relação contextualizada, com a intenção de que cada microrregião (países) aborde uma temática da Química presente no currículo escolar.

Sendo assim, cada microrregião do jogo deveria apresentar três níveis, porém, nesta etapa foi produzida apenas um, considerando o maior investimento de tempo no estudo e inserção do referencial teórico de aprendizagem (discutido no próximo tópico), que não era tão comum na elaboração de jogos como aponta Cunha (2012). Ademais, 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. Vislumbrou-se também diferentes fatores, com seus desafios e limitações, demonstrando que não é um processo trivial, mas possível.

O planejamento inicial também se preocupou com a ludicidade característica dos jogos digitais, tomando por base um trabalho anterior que trata sobre os elementos essenciais do design de games para o ensino de Química: personagem, regras, história ou narrativa, metas e objetivos, desafios, interações do jogador, estratégias, feedback e resultados (COSTA, GONÇALVES; YONEZAWA, 2013). Vale ressaltar, pelos motivos já elencados, que tais elementos não foram desenvolvidos em sua totalidade nesta etapa, focando dessa forma em um ambiente gráfico agradável, sua relação com a problemática e cotidiano dos alunos, bem como os objetivos e desafios. Convictos de que antes da finalização, um jogo pode passar por diversas mudanças a fim de serem sanadas todas as possíveis falhas de idealização, seja uma mudança de personagem, otimização na programação ou até mesmo uma reformulação no game-play, assim como eventualidades que culminem em sua tardia conclusão (MATTAR, 2010; LEMES, 2009), é que amadurecemos as ideias em termos de referencial teórico de aprendizagem e design de games dos conteúdos de Química na abordagem CTS e como equilibra-los, apresentado isso nos próximos tópicos.

Amadurecimento dos referenciais teóricos

Diante de alguns problemas institucionais, o projeto foi retomado somente no ano de 2017, com ideias amadurecidas para a conclusão da primeira microrregião com três níveis que versam sobre ácido, bases, sais e óxidos num contexto sociocultural. Apresentaremos a seguir, os caminhos traçados no amadurecimento dos referenciais para posterior delineamento do objetivo central do trabalho, o equilíbrio entre os designs.

A partir de outras pesquisas realizadas pelo PEDIC, foi possível conhecer panoramicamente o interesse dos estudantes e professores de algumas escolas da cidade de Bacabal-MA por jogos digitais no ensino de Química. Os resultados permitiram uma análise prévia para o planejamento do jogo e também confirmou detalhes já debatidos por outros pesquisadores da área, ou seja, aqueles sujeitos que discordaram sobre o uso dessa ferramenta em sala de aula, relataram nunca terem tido experiências com nenhum tipo de jogo digital (MATTAR, 2010; ROGERS, 2016; PRESNKY, 2001). Assim, a preocupação com o estudo do referencial teórico, no campo da aprendizagem, com o olhar voltado para a sala de aula, tornou-se mais característica para o desenvolvimento do jogo.

Na etapa inicial, em 2014, as ideias implementadas no desenvolvimento do primeiro nível tomaram por base as contribuições construcionistas de Vigotski, por valorizar o desenvolvimento do intelecto humano e a interação social, observando o aprendizado nos limites da Zona de Desenvolvimento Proximal (Vigotski, 2001). Em 2017, com a retomada do projeto e finalização da microrregião com três níveis, o referencial teórico é substituído pela Teoria da Ação Mediada de James V. Wertsch (1991, 1998), que é um adepto das ideias de Vigotski na corrente sociocultural e também considera as interações sociais mediadas pelas ferramentas culturais (WERTSCH, 1998). Adiante, o que será exposto é fruto desse amadurecimento e constitui a essência da presente pesquisa.

Wertsch também insere em seus estudos as ideias de Bakhtin para tratar da dialogia e gêneros de discurso, e Kenneth Burke para focar sobre as múltiplas perspectivas da ação humana. O foco das abordagens socioculturais a mente, que Wertsch aborda, concentra-se na ação humana, ou seja, o ambiente (cenário) figura em segundo plano e a prioridade está nessa ação. O ambiente tem o papel de um dispositivo para acionar o desenvolvimento do processo. 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.

A ação mediada é a unidade de análise e o foco das pesquisas de Wertsch, de modo que esta é vinculada a instrumentos de mediação, sendo eles físicos ou simbólicos como a linguagem. Por essas ferramentas de mediações a moldarem, o autor salienta também a importância de realizar uma distinção analítica entre a ação e esses meios mediacionais, afirmando ser mais apropriado falar em *agentes-agindo-com-ferramentas-socioculturais* em vez de falar de indivíduos isoladamente (WERTSCH, 1991, p.12). A análise dessas ações só é possível se considerarmos a voz e os enunciados dos sujeitos participantes do processo. Porém, para se pensar em um processo com agentes participativos e interativos, é fundamental a inserção de ferramentas que propiciem tal ação, assim, os jogos digitais ganham maior visibilidade.

Nessa premissa, o jogo “Planeta Química”, foi planejado com base nesse referencial teórico justamente por pensar nessas questões, inserindo uma temática vinculada ao cotidiano dos alunos em uma ferramenta pertencente ao seu meio cultural. Podendo, assim, proporcionar maior envolvimento, interesse e motivação dos estudantes, classificados por Prensky (2001) de nativos digitais. A abordagem teórica também ajudou a pensar na dinâmica das atividades inseridas no jogo e os conceitos químicos presentes, delegando ao professor a responsabilidade de orientador do processo e ao mesmo tempo permitindo-o inserir outras

ferramentas culturais que propiciem o significado dos conceitos químicos existentes na narrativa do jogo, o que Wertsch classifica como “kit de ferramentas culturais”.

É a partir do “kit de ferramentas” que os sujeitos retiram as formas enunciativas relativamente equilibradas para iniciar um processo dialógico e de significação dos conceitos (GIORDAN, 2008). Segundo Wertsch, isso é devido a existência de uma variedade de vozes relacionadas às ferramentas culturais, no qual estão inseridas em um contexto sociocultural e são orientadas pelo poder e autoridade vinculados ao “kit de ferramentas” (WERTSCH, 1991, 1998). Apesar do objetivo desta pesquisa ser o desenvolvimento do jogo, este foi planejado com o olhar voltado para a sala de aula, assim como a preocupação com o contexto sociocultural dos alunos, além da possibilidade de acessar outras ferramentas, dentro de um kit estabelecido pelo professor, para significar os conceitos, como realizou Ribeiro (2018) em sua pesquisa.

O conteúdo de Química presente no jogo foi cuidadosamente pesquisado e buscou tratar da melhor forma possível os conceitos científicos, em uma abordagem sociocultural, sem perder a ludicidade característica dos jogos digitais. Desta maneira, os referenciais teóricos da CTS, citados na introdução foram considerados em sua essência para o desenvolvimento dos elementos de design de games e relacionados com a Teoria da Ação Mediada, para que a narrativa do jogo permitisse um processo interativo e dialógico em sala de aula com a orientação do professor sendo indispensável. É possível que o jogo seja manipulado sem a presença do professor e proporcionar diversão, mas é importante lembrar que ações mediadas por ferramentas podem estar desprovidas de significados, embora estejam plenas de propósitos. Assim, é complexo gerar aprendizado daqueles conceitos, pois a finalidade pode ser apenas a diversão e a internalização do propósito conceitual presente no jogo não ocorre.

Para tratar sobre o design de games do ponto de vista técnico, iniciamos os estudos a partir de um trabalho anterior, citado acima, que foi ampliado com as contribuições de Scott Rogers (ROGERS, 2016), um renomado game design, e Salen e Zimmerman (2017), ambos autores bastante referenciados pelos adeptos da área. No tocante a aprendizagem, além de Mattar (2010), Prensky (2001, 2010, 2012) e Cunha (2012) que trazem algumas considerações importantes para o ensino de Química em especial, buscamos apoio em Gee (2009), que foca na aprendizagem baseada em Jogos Digitais. Desse modo, o tópico seguinte apresenta a forma como foram organizados a favor do equilíbrio dos designs.

Equilíbrio dos designs e suas implicações para a sala de aula

O design de games, como é tratado aqui, diz respeito aos elementos que compõem o jogo como um todo, ou seja, a dinâmica, estilo, evolução, enredo, personagens, desafios, recompensas, o documento do jogo, dentre outros (ROGERS, 2016). Para a construção desses elementos, é salutar levar em conta a formação de uma boa equipe e os desafios que enfrentam, sobretudo, em tratando-se de jogos pedagógicos sem fins lucrativos e que necessitam de habilidades específicas, tais como: desenho, programação, roteiro, sonorização e os conhecimentos científicos e pedagógicos (MATTAR, 2010). Nessa vertente, foram agregados esforços colaborativos de boa parte da equipe do PEDIC para a elaboração do jogo aqui discutido.

A partir do delineamento anterior dos dois percursos discutidos, este pode ser organizado em três categorias que se inter cruzam: Design Instrucional \leftrightarrow Design de Games \leftrightarrow Equilíbrio. Agregados a esse esquema, inclui-se as técnicas de manipulação das ferramentas de desenvolvimento do jogo (Técnica); os Princípios de Aprendizagem em Jogos Digitais (PAJD) e a Aprendizagem em Química (AQ). De modo que o equilíbrio é estabelecido em uma via de troca e embora alguns pontos estejam mais presentes em um ou outro elemento do design de game, não significa que os outros não estejam relacionados. Além disso, a medida que um jogo evolui é importante sempre revisar e avaliar esses pontos de equilíbrio.

As técnicas de manipulação de ferramentas do jogo incluem o uso dos softwares de edição de imagem e sonorização para a produção de personagens, cenário e outros, que foram transferidos para o Construct2®. Nesse viés, Gee (2009) estabelece os 16 PAJD, sendo eles: *identidade; interação; produção; riscos; customização; agência; boa ordenação dos problemas; desafio e consolidação; “na hora certa” e “a pedido”; sentidos contextualizados; frustração prazerosa; pensamento sistemático; exploração, pensamento lateral, revisão dos objetivos; ferramentas inteligentes e conhecimento distribuído; equipes transfuncionais e performance anterior à competência.*

Ressaltamos que nem todos os princípios foram utilizados e entendemos que não há essa obrigatoriedade para um jogo cumprir seu papel na aprendizagem. O autor expõe que esses 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. No entanto, para ampliar o horizonte pedagógico no ensino de Química, abordamos alguns elementos da Aprendizagem em Química (AQ) expostos por Cunha (2012). Estes vão desde habilidades cognitivas até aos objetivos de uso do jogo no ensino dessa Ciência para trabalhar os conceitos. Para tanto, o Quadro 1 expõe um esquema representativo dos elementos em equilíbrio.

Quadro 1: Elementos essenciais no design de games em equilíbrio

DESIGN INSTRUCIONAL		DESIGN DE GAMES		EQUILÍBRIO
<p>Abordagem CTS</p> <p>Teoria da Ação Mediada (TAM)</p> <p>Conteúdos de Química (CQ)</p>	↔	Enredo (história e narrativa)	↔	CTS, CQ, PAJD, AQ, TAM
		Motor ou Game-Play	↔	Técnica, CTS, CQ, PAJD, AQ, TAM
		Interface Interativa	↔	Técnica, CQ, CTS
		Personagem	↔	Técnica, AQ, PAJD, TAM
		Regras	↔	CQ
		Metas e objetivos	↔	CTS, CQ, PAJD, AQ
		Desafios	↔	CTS, CQ, PAJD, AQ
		Interações do jogador	↔	PAJD, AQ, TAM
		Estratégias	↔	PAJD, AQ, TAM
		Feedback e resultados	↔	PAJD, AQ, TAM

Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

DESIGN INSTRUCIONAL E O DESIGN DE GAME

Os resultados desta pesquisa são apresentados de acordo com os critérios definidos acima e serão discutidos a partir de cada elemento desenvolvido para o Jogo “Planeta Química: uma aventura no cotidiano”. Os itens da coluna “equilíbrio”, no Quadro 1, são os mais característicos do referido elemento do design de games, mas outros também aparecem com menor destaque, pois o processo de desenvolvimento não é pensado separadamente ao tratar o equilíbrio. A intenção pretendida é explorar com um mínimo de detalhes cada um dos elementos e sua relação pedagógica com o olhar voltado para a sala de aula, em razão

da quantidade de elementos e a totalidade de suas análises ultrapassarem o escopo do trabalho.

Enredo

O enredo é uma das bases para gerir os outros elementos, sem ele não é possível desenvolver a narrativa pretendida. A trama, os objetivos e a sequência com a qual os acontecimentos surgem no jogo podem ser determinadas pelo enredo (BATTAIOLA, 2000; ROGERS, 2016). É comum observar que os jogos no ensino de Química se preocupam demasiadamente com o conteúdo sem o envolver em uma trama, assim, o enredo não segue uma narrativa para significar os conceitos, ou seja, dentro de uma abordagem CTS. Nos preocupamos com essa abordagem no jogo “Planeta Química”, mas cometemos erros, de modo que não era possível observar uma história bem delineada que envolvesse o aluno e o fizesse criar uma *identidade*, ou compromisso com o novo mundo virtual (GEE, 2009). O que existia era um cenário na abordagem CTS, uma personagem com uma breve história e sem nome para fortalecer essa identidade.

A Teoria da Ação Mediada se relaciona com o princípio da *identidade* e ajudou a amadurecer a ideia, pois uma de suas propriedades diz que a ação se caracteriza por uma tensão irreduzível entre o agente e os modos de mediação (WERTSCH, 1998, p.23-71). Em outras palavras, a personagem passou a ter um nome, “Irene”, e o enredo foi construído com base na jornada do herói de Joseph Campbell (SOBANSKI; SANTOS, 2016), mantendo uma relação indissociável e permitindo ao aluno/jogador criar laços. Portanto, não é possível descrever o enredo sem tratar da personagem.

Há designers que não veem a história como prioridade, focam esforços no game-play e conseguem fazer jogos bons, entretanto, boa parte das franquias de sucesso possuem uma história por menor que seja (ROGERS, 2016). A história permite o jogador conhecer a origem da personalidade e ação da personagem frente aos desafios do jogo, além de motivá-lo a prosseguir até o seu desfecho. Sobre a Aprendizagem Química (AQ), Cunha (2012, p.95) afirma que “a aprendizagem de conceitos, em geral, ocorre mais rapidamente, devido à forte motivação”, quando os estudantes utilizam jogos didáticos em sala de aula.

Por conseguinte, a criação de uma história é um grande desafio para os designers, tendo em vista os três tipos de interações existentes entre os jogadores: Jogadores que estão ligados a história como ela acontece; Jogadores que querem se ligar na história em profundidade; Jogadores que estão alheios em relação a história (ROGERS, 2016). O jogo “Planeta Química” foi pensado nesses três tipos de jogadores, permitindo ao jogador/aluno a escolha, embora necessite aperfeiçoar as telas de apresentação (expostas no motor ou game-play) para gerar uma melhor interação com a narrativa.

Para satisfazê-los houve a preocupação em criar cenas curtas, possibilitando a compreensão da narrativa para os jogadores/alunos que estão ligados na história e como ela acontece. Aos que querem uma interação mais profunda, com riqueza de detalhes, é disponibilizado (de forma não obrigatória, para não tornar o jogo enfadonho aos demais) um arquivo contendo a história completa do jogo, além de uma história em quadrinhos, proporcionando uma leitura muito mais dinâmica. Aos que não estão preocupados com a história, é dada a opção de pular, cortando as cenas e dando acesso direto à ação, pois a história também é revelada pelo game-play.

Em busca de uma boa história sem excessos de instruções pedagógicas, para manter o equilíbrio com o caráter lúdico (KISHIMOTO, 1996), foi utilizada a jornada do herói como estrutura base na criação do roteiro do jogo “Planeta Química”. Segundo Sobanski e Santos (2016) esta estrutura foi desenvolvida com a percepção de pontos em comum em histórias de diferentes civilizações. É um dos arranjos mais utilizados para desenvolvimento de roteiros de filmes e jogos até hoje, baseando-se em um sistema cíclico de três atos, em que consiste na saga de um personagem cheio de desafios, metas, derrotas e vitórias, como ilustrado na Figura 1. A seguir são apresentados alguns quadros contendo um resumo da aplicação da

jornada do herói na história do jogo “Planeta Química”, eles são baseados no trabalho de Ricón (2006).

Figura 1: Esquema cíclico da jornada do herói



Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

Quadro 2: Ato I, apresentação.

Descrição do Ato I	Aplicação no jogo
Introdução ao cotidiano do personagem, em que devido algum evento ele sente-se chamado a tomar alguma atitude, a princípio ele se recusa por medo, mas encontra um mentor para orientá-lo em sua jornada em um mundo desconhecido.	Irene é uma aluna de ensino médio que não se interessava por ciências até o dia em que teve uma aula sobre Irene Curie e sua importância para desenvolvimento da radioatividade. Desde então passou a prestar mais atenção às aulas e despertou seu interesse pela química. Com isso, seu professor lhe propõe um desafio para ampliar seus conhecimentos, mas por achar a proposta muito complexa e difícil, Irene recusa. No entanto, ao se deparar com um problema ocorrido em casa, quando sua mãe se contaminou com soda caustica ao tentar desentupir a pia, observou que poderia resolver aquele problema com o conhecimento de ácidos e bases, mas havia esquecido das aulas. Foi então que pediu ajuda ao professor para aprender e ampliar seus conhecimentos pela Química, devido a sua importância no cotidiano. Desse modo, Irene encontra forças para iniciar sua jornada no “Planeta Química,” ao qual o professor a inseriu para desvendar os mistérios ali presente.

Fonte: RICÓN (2006) modificado.

Quadro 3: Ato II, conflito.

Descrição do Ato I	Aplicação no jogo
A personagem conhece novos aliados, enfrenta uma série de desafios que lhe qualificarão como um herói. De posse de alguma “arma especial”, ela se aproxima de seu inimigo para uma batalha, ao vencê-lo recebe seu tão aguardado prêmio.	Chegando no “Planeta Química”, Irene enfrenta desafios relacionados ao cotidiano como lixo, ratos e urubus espalhados por toda cidade, encontra quadros que mostram as teorias de grandes nomes da ciência e coleta vidrarias que lhe dá mais energia. No entanto, entra em contato com um líquido desconhecido (ácido sulfúrico de uma bateria de carro) que lhe causa ardência e precisa resolver esta provação o quanto antes. Em uma cozinha, encontra alguns produtos que podem resolver ou intensificar seu problema, cabendo a ela escolher o correto. Após ter neutralizado a ação que estava ocorrendo, sente-se grata pelo conhecimento adquirido.

Fonte: RICÓN (2006) modificado.

Quadro 4: Ato III, resolução.

Descrição do Ato III	Aplicação no jogo
O herói retorna a sua casa munido de novos saberes e/ou poderes sobrenaturais que lhe permitem a resolução dos seus problemas iniciais.	Irene volta a sua casa sentindo-se mais confiante para enfrentar os desafios futuros. Depois vai à casa de seus avós, em uma fazenda, para ajudá-los a entender e resolver a destruição das plantações pela chuva ácida. No decorrer de sua jornada encontra vários vilões de fumaça (CO ₂) que são provenientes das chaminés de fábricas poluente, no qual deve combater com hidróxido de cálcio coletado na fazenda. Também recolhe um livro com informações relevantes em uma escola, mas se depara com os problemas de infraestrutura do local. Por fim, enfrenta o vilão, um monstro de fumaça que foi gerado por toda a poluição causada pelo homem. Ao vencer, liga para seus avós e explica o porquê da chuva ácida e como resolveu a situação.

Fonte: RICÓN (2006) modificado.

O enredo, ao seguir os três atos, contempla vários pontos de equilíbrio, a começar pelos PAJD. A *identidade* pode ser possível pela empatia com a personagem adolescente inserida em um mundo de desafios; contempla a *interação*, uma vez que permite se envolver com a história e controlar a personagem; *boa ordenação dos problemas*, permitindo aos alunos criarem hipóteses para resolvê-los; *desafio e consolidação*, por oferecer aos jogadores um conjunto de problemas desafiadores; *sentidos contextualizados*, pois encontra produtos conhecidos na cozinha para resolver o problema; *frustração prazerosa* deixando o jogador em um estado entre o desafiador e factível, gerando motivação; *pensamento sistemático*, porque encoraja a pensar nas relações das situações inseridas e não nos fatos isolados. No que versa sobre a abordagem CTS, observa-se várias problemáticas inseridas em um contexto cotidiano, sem perder a ludicidade, em que abre espaço para o professor discutir sobre os cuidados com produtos químicos, problemas ambientais, o contexto histórico dos conceitos, a economia gerada pelas fábricas, a responsabilidade do poder público e qual seu próprio papel diante de tudo isso.

Cunha (2012) acentua que o uso do jogo no ensino e sua validade como ferramenta de aprendizagem, é uma atividade séria e controlada pelo professor que se compromete em direcionar adequadamente seus alunos. A autora também salienta que por ser orientado pelo docente, não significa que o jogo perca o seu caráter lúdico e a liberdade particular desse meio. Com esse direcionamento, observando os CQ (ácido, bases, sais, neutralização), a AQ é idealizada no enredo por: apresentar um conteúdo programado, proporcionar o desenvolvimento intelectual e moral dos estudantes, gerar conhecimento sem que se percebam, revisão de conteúdo, motivação na aprendizagem de conceitos, contribuir para a formação social, dentre outros. Todos os pontos aqui discutidos devem ser vistos em conjunto, pois sempre irão inter cruzar-se e complementar-se, buscando o equilíbrio. Nessa perspectiva, os pontos de equilíbrio (Quadro 4) estão implícitos na descrição de cada elemento a seguir e só serão discutidos quando necessário.

Motor ou Game-Play

O motor do jogo é a estrutura que dirige a reação do ambiente às ações e decisões do jogador, efetuando as alterações de estado neste ambiente (ROGERS, 2016; SALEN; ZIMMERMAN, 2017). É o motor que gera a jogabilidade e é justamente o enredo e a história da personagem principal que faz esse motor girar, pois sem história não há metas, apenas uma mecânica pré-estabelecida a ser seguida e que dificilmente envolve o jogador e criará uma relação de afetividade com o personagem. Geralmente, jogos pedagógicos para o ensino de Química que focam no conteúdo, não possuem história e a mecânica é apenas direcionada à resolução e memorização de fórmulas, símbolos e alguns conceitos.

No caso do “Planeta Química”, existe a descrição da personagem sobre ser uma jovem estudante em busca de descobrir e aprender o universo da Química, em que a mecânica estabelecida se desenvolve a partir do enredo e a história da personagem. Por estar intimamente ligada a trama, os pontos de equilíbrio também são semelhantes, incluindo a Técnica que foi empregada por meio dos softwares de edição de imagem e som para fazer o motor girar. No entanto, apesar dos esforços, alguns ambientes gráficos precisam ser melhorados, como as telas de apresentação em que devem mostrar parte da história da personagem e não somente o foco principal do jogo (Figura 2).

Figura 2: Telas de apresentação



Fonte: Elaborado pelos autores (2015).

Esse erro muitas vezes não é verificado no planejamento e desenvolvimento do jogo, ele só aparece no momento da testagem (game-test) e é revelada pela ação dos usuários. Cunha (2012, p.95) aborda que os jogos devem manter dois aspectos, “o motivacional - ligado ao interesse do aluno pela atividade (equilíbrio entre a função lúdica e função educativa); e o de coerência - ligado à totalidade de regras, dos objetivos pedagógicos e materiais utilizados para o seu desenvolvimento em sala de aula”, em que ocorre a coerência verificada pelo teste. Verificamos isso em três testes realizados, sendo um deles em um evento Geek e os outros dois em contextos educacionais, a partir disso, corrigimos a maioria, em que as telas iniciais estão em processo de desenvolvimento técnico.

Interface Interativa

A interface interativa admite a comunicação entre o jogador e o motor do jogo, estabelecendo caminhos de entrada para as ações do jogador e caminhos de saída para as respostas audiovisuais relativas às mudanças do estado do ambiente (BATTAIOLA, 2000). Dessa maneira, 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.

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.

Nesse âmbito, a Figura 3 expõe um pouco dessas preocupações com a interface gráfica e interativa do primeiro nível. A interface gráfica dos outros níveis está bem mais interativa e

pretendemos retornar ao primeiro nível para ampliar sua interação também, como por exemplo, ao invés das fotos dos cientistas, apresentaremos um holograma que possa interagir com a personagem principal.

Figura 3: Representação de alguns elementos de interface



Fonte: Elaborado pelos autores (2015).

Assim, o ponto de equilíbrio mais característico desse elemento é a Técnica e sua alta relação com o CQ e CTS. Todavia, como ressaltado anteriormente, os outros pontos sempre irão se relacionar, e é inevitável não estarem presentes. Por exemplo, habilidades cognitivas e de aprendizagem (AQ) podem surgir quando há uma interface interativa, bem como os PAJD que mantém o controle, riscos, interação e identidade no jogo. A TAM também se interliga e está presente desde o planejamento, pois com uma boa interface no momento da utilização no contexto de aprendizagem, os alunos podem interagir entre si, com o professor, entre grupos e com as ferramentas mediacionais para significar os conteúdos.

Os personagens

O personagem deve manter relação com o conteúdo de química que se pretende trabalhar no jogo, favorecendo assim uma relação de afeto entre o jogador e o personagem. Essa relação de afeto é importante em uma abordagem sociocultural de ensino. Segundo Wertsch (1998), para Vigotski existe um sistema dinâmico que representa a unidade dos processos afetivos e intelectuais, que possibilita uma relação afetiva do homem com a realidade representada nessa ideia.

Figura 4: Evolução da personagem.



Fonte: Elaborado pelos autores (2015; 2017).

A personagem principal do jogo foi concebida para manter uma relação com o enredo, seguindo a jornada do herói e trazendo o gênero feminino com a intenção de tratar o papel das mulheres na Química. Os feedbacks, pós-testagem, permitiram melhorar a coerência a partir de alguns ajustes. A personagem (Figura 4, Antes) reforçava o estereótipo de pessoas inteligentes pelo uso dos óculos, aparentava ser mais velha devido ao cabelo e parecia ter baixa estatura devido ao jaleco cobrir parte de seu corpo. A partir disso, surgiu o seguinte questionamento: se a personagem é uma aluna adolescente enfrentando desafios do cotidiano, por que ela se parece com uma professora? Nesta vertente, removemos os óculos

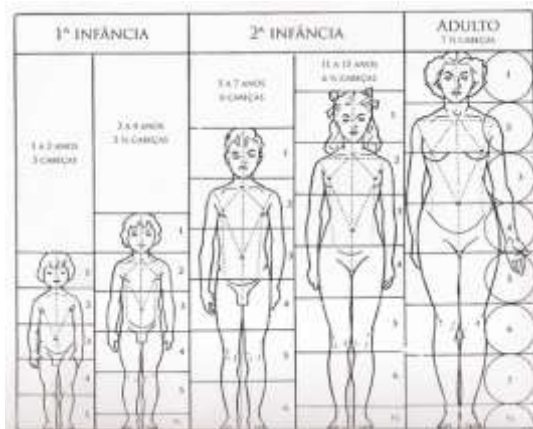
e alteramos o cabelo para dar uma aparência mais jovial a personagem, como demonstrado na Figura 4 (Depois).

Dito isso, o personagem principal (avatar) é a extensão do jogador dentro do jogo, responsável pela intensificação do envolvimento afetivo e emocional, é por meio dele que o jogador irá interagir com o enredo, enfrentará os desafios até alcançar os objetivos propostos no game (LEMES, 2009). De acordo com Rogers (2016) o personagem principal deve ter ao menos três traços de personalidade e seu nome deve estar relacionado com um deles. No game “Planeta Química” foi escolhido uma mulher da Ciência para ser homenageada a fim de destacar tanto o seu papel quanto a sua importância na Química, por isso foi nomeada como Irene em tributo a Irene Curie. Suas principais características são: uma adolescente do Ensino Médio curiosa, corajosa e proativa.

Além disso, levando para o contexto de sala de aula, alunos adeptos do movimento feminista podem se identificar com a personagem, pois mesmo as mulheres representando 53% do público *gamer* brasileiro, de acordo com a Pesquisa Game Brasil (2019), ainda temos um baixo número de jogos protagonizados por personagens do sexo feminino. Outro diferencial, é que, a personagem foge do “clichê” de muitos roteiros por não possuir características estereotipadas como fragilidade excessiva e sexualidade aflorada.

Uma vez estabelecida a personalidade da personagem, deve-se pensar qual o melhor design para ela, se humanizado ou caricato. Os humanizados possuem proporções e características próximas da realidade, um adulto, por exemplo como exemplificado na Figura 5, mede entre sete a oito cabeças de altura. Desse modo, foi decidido utilizar no jogo o design caricato, por não seguir proporções exatas, dando mais liberdade ao processo de criação dos personagens e do mundo, além de tornar os desenhos mais agradáveis e divertidos (LEMES, 2009).

Figura 5: Proporções realísticas em relação à cabeça



Fonte: SILVA (2017).

O rosto também é uma importante ferramenta de empatia capaz de conduzir a emoção do personagem para o jogador (DIEHL, MELCO, DUBIELA, 2011), por isso, Irene é sempre sorridente, assim como seus avós e professor, representados pela Figura 6.

Figura 6: Irene (personagem principal), seus avós e professor.



Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

Essas características mantêm a ligação de afetividade que o jogador pode criar com a personagem, e isso é ponto de equilíbrio com o design instrucional, pois de acordo com TAM, a representação dos processos afetivos e intelectuais é criada por um sistema dinâmico que possibilita uma relação e gera a ação dos sujeitos envolvidos em um processo de domínio e apropriação.

Quanto aos vilões do jogo (Figura 7) por apresentarem uma ameaça à integridade física da personagem, foram desenvolvidos seguindo as seguintes características: expressão intimidadora, pouco amigável e paleta de cores escuras para contrastar com as cores alegres da personagem principal. São utilizados no jogo para contextualizar os problemas ambientais ocasionados pelo lixo (rato e urubu) e emissão dos gases dióxido de enxofre (SO₂) e dióxido de carbono (CO₂) através do escapamento dos carros que trafegam pela cidade (boneco de fumaça), o qual permite a discussão em sala de aula a respeito do tema.

Figura 7: Vilões do jogo.



Fonte: Elaborado pelos autores (2015).

As regras

Todo jogo tem regras que determinam quais ações poderão ser realizadas dentro do mundo temporário em que o jogador está inserido, cabendo a ele descobrir e determinar as melhores estratégias para alcançar seus objetivos (GEE, 2009). 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.

Metas e objetivos

Na perspectiva do design de games, após a criação da história, os objetivos do jogo se realçam, funcionando como fator motivacional e dando sentido a jogabilidade. E, na medida em que as metas vão sendo alcançadas, proporcionam a sensação de prazer pelo dever cumprido. Deste modo, o objetivo principal da primeira fase consiste na neutralização do ácido sulfúrico, já na segunda fase é a descoberta e resolução dos problemas causados pela chuva ácida na fazenda dos avós de Irene. As metas consistem em meios práticos para esses objetivos serem alcançados mediante o vencimento de desafios. Do ponto de vista instrucional, o objetivo do jogo é gerar ao aluno a reflexão da ação do homem perante os problemas ambientais, entendimento e familiarização dos conceitos científicos e desenvolvimento de habilidades psicomotoras.

Os desafios

A dificuldade deve ser inserida nos jogos por meio de desafios proporcionais ao grau de conhecimento do jogador, para que sua curva de aprendizado cresça gradativamente e possibilite a internalização das regras e os conceitos apresentados no jogo, estimulando o interesse pelo game ao não apresentar fases muito fáceis ou difíceis (TROIS; SILVA, 2012). Por conta disso, o início da primeira fase prepara o jogador para o desafio principal ao apresentar teorias de grandes cientistas, permitindo a discussão sobre a origem da química

como ciência até os dias atuais, além de conter desafios com menores níveis de complexidade como desviar ou saltar sobre amontoado de lixo, ratos e urubus existentes na cidade, que são causadores de doenças (Figura 8).

Figura 8: Personagem fugindo dos animais.



Fonte: Elaborado pelos autores (2015).

O desafio principal da primeira fase consiste em ajudar Irene a escolher na cozinha o produto capaz de neutralizar a ação do ácido sulfúrico (H_2SO_4) em sua pele, diversificando o game-play ao necessitar do aluno uma reflexão dos conhecimentos adquiridos na jornada para que possa tomar a decisão correta (Figura 9).

Figura 9: Momento da escolha do produto.



Fonte: Elaborado pelos autores (2015).

Após escolher o produto correto, Irene é desafiada por seu professor a montar a equação da reação de neutralização como observado na Figura 10. No desafio final da fase, a dificuldade do jogo aumenta e espera-se que o jogador/aluno tenha o conhecimento necessário para sua conclusão, caso contrário é aberto o espaço para o professor trabalhar o assunto em aula.

Para tornar a história mais animada e envolvente, a segunda fase conta com uma série de desafios que dão fluxo ao jogo, tornando mais democrático ao exigirem dos alunos uma coordenação motora apurada acima dos seus conhecimentos químicos, proporcionando uma curva de aprendizado e emoção ao serem superados (LEMES, 2009).

Figura 10: Representação do último desafio da fase 1



Fonte: Elaborado pelos autores (2015).

Para resolver um dos problemas da segunda fase, Irene precisa passar por uma ponte destruída (Figura 11), em que cada segmento possui uma determinada rotação e frequência, permitindo ao jogador/aluno o uso de outros movimentos, exigindo cautela e precisão para

saltar sobre as plataformas da ponte. Ao cair no rio, Irene perde uma molécula de vida e volta para o início da ponte, elevando o grau de dificuldade e a curva de aprendizagem do jogador pela tentativa e erro, estimulando a cooperação à medida que o mais habilidoso ajuda o menos hábil, o que torna a travessia mais gratificante ao ser superada.

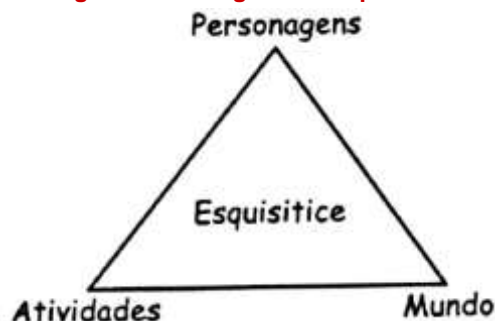
Figura 11: Desafio da ponte.



Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

O desafio acima toma por base o triângulo da esquisitice (Figura 12) elaborado pelo design de games Rogers (2016), essa teoria foca na escolha de apenas um elemento do triângulo para se tornar esquisito e os demais normais, essa regra sendo violada pode causar conflito na jogabilidade, deixando os objetivos do jogo confusos. Em outras palavras, o foco em apenas um dos vértices deixa o jogo mais interessante e consegue prender a atenção do jogador/aluno, pois é esse elemento que resulta no diferencial do jogo, estando os outros dois subsidiados por ele. Caso se escolha dois vértices ou os três, corre-se o risco do jogo se tornar desinteressante, por não ter um diferencial, e perder a jogabilidade e até mesmo o objetivo. Neste caso utilizamos um mundo fora do normal, com personagens e atividades típicas.

Figura 12: Triângulo da esquisitice



Fonte: ROGERS (2016, p.68).

Terminado o desafio da ponte, Irene entra em um helicóptero e vai em direção a cidade para entender o que está causando a morte das plantações de seus avós, logo se depara com uma grande quantidade de fumaça de coloração escura saindo das chaminés de uma indústria, impedindo-a de prosseguir. Este novo desafio aumenta a dificuldade, pois é necessário que o jogador/aluno, além de usar as setas direcionais para controlar helicóptero, use o mouse para atirar, como ilustrado na Figura 13. É possível observar também, de forma simplificada, o processo de formação da chuva ácida através do modelo molecular do tipo “esfera e vareta”, desde a liberação das moléculas de dióxido de enxofre pela chaminé da indústria, até a formação do H_2SO_4 , que pode ser melhor explorado pelo professor em sala de aula.

Figura 13: Desafio do helicóptero.



Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

Ao chegar à cidade, surgem monstros de fumaça que perseguem e atacam Irene, o jogador/aluno deve então combinar o pacote de cal coletado no celeiro com a mochila encontrada na rua, formando uma solução de Hidróxido de Cálcio capaz de neutralizar os monstros que são compostos de Dióxido de Enxofre, provenientes das chaminés e Dióxido de Carbono (Figura 14), gerados pela queima de combustíveis fosseis dos motores dos carros. Sendo assim, o professor poderá trabalhar com os alunos as equações de neutralização em sala de aula.

Figura 14: Desafio dos vilões de fumaça.



Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

Para finalizar a segunda fase, o professor de Irene pede a ela que entre em uma escola e pegue o livro para descobrir a quantidade de cada produto coletado. Ao entrar, os ventiladores e lâmpadas começam a cair do teto, estimulando o jogador/aluno a se desviar para não perder mais moléculas de vida (Figura 15). Esta é uma analogia às condições precárias de muitas escolas brasileiras, através dela, esperamos que os alunos compreendam os riscos que uma péssima infraestrutura representa e reflitam sobre seu papel no zelo da escola, além de tomarem atitudes para denunciarem os casos que conhecem.

Figura 15: Desafio da escola.



Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

Interações com o jogador

A interatividade é um dos fatores fundamentais para o jogo ser uma hipermídia diferenciada das demais como filmes e animações, pois somente nele o espectador (jogador/aluno) pode ser membro ativo, capaz de intervir e modificar a história de acordo com as regras propostas (LEMES, 2009). Gee (2009, p.170) ressalta que:

Em um bom jogo, as palavras e os atos são colocados no contexto de uma relação interativa entre o jogador e o mundo. Assim, também, na escola, os textos e livros precisam ser colocados em contextos de interação onde o mundo e as outras pessoas respondam.

No “Planeta Química” as interações do aluno com o avatar são mediadas pelo uso dos controles (mouse, teclado), por conseguinte, a personagem permite que o jogador atue na narrativa por meio de suas ações e diálogos com outros personagens. Os desafios possibilitam a cooperação entre os alunos, já as relações entre os conceitos apresentados no jogo e o mundo externo são mediadas pelo professor, transformando assim o game em um meio de aprendizado sociocultural.

Feedback e resultados

Para Costa, Gonçalves e Yonezawa (2013), o feedback está essencialmente relacionado às interfaces interativas, o qual permite ao jogador/aluno uma melhor compreensão do mundo através da consequência de suas ações dentro do jogo, além de resultados antecipados que auxiliem na tomada de decisões. Neste contexto é que houve uma preocupação com as telas interativas que o jogo deveria conter, proporcionando maiores informações e incentivo aos alunos para que continuassem jogando e buscando conhecimentos para resolver os problemas.

Ao concluir o último desafio da primeira fase, surge na tela final (Figura 16) uma conversa do professor parabenizando Irene por sua jornada. Desse modo, o jogo elogia o aluno(a) pelas escolhas corretas, habilidades desenvolvidas e conhecimentos adquiridos. A tela seguinte (Figura 17) dá fluxo a história ao proporcionar a expectativa do que encontrar.

Figura 16: Tela de encerramento da primeira fase



Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

Figura 17: Tela de apresentação da segunda fase.



Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

Outra interface utilizada para proporcionar feedback ao jogador de forma rápida e eficaz é o HUD, ele corresponde a qualquer elemento visual que comunique informação e/ou emoção ao jogador como por exemplo: barra de vidas, inventário, mapa e placar. Tradicionalmente, os ícones do HUD são representados por símbolos simples que aparecem no canto superior esquerdo, essa localização é utilizada devido ao olhar ocidental de procurar informação da direção esquerda para a direita, sendo este também o sentido do fluxo da maioria dos jogos existentes (ROGERS, 2012). A Figura 18 é a representação do HUD utilizado no “Planeta Química”, nela foram utilizados retângulos de cores diferentes para facilitar a discussão neste trabalho.

A barra de saúde (retângulo amarelo) é muito utilizada nos jogos de plataforma, uma vez que representa a distância que o jogador está da “morte”. No jogo “Planeta Química” foram utilizadas duas barras de saúde, uma contabiliza a quantidade de vidas do personagem – moléculas de Água (H_2O) na primeira fase e Oxigênio (O_2) na segunda fase – e a outra contabiliza a quantidade de chances restantes (ícone com rosto da personagem).

Figura 18: HUD utilizado no jogo.



Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

Cada vez que Irene é atacada pelos vilões ou perde algum desafio proposto, uma molécula de vida é retirada. A cada três moléculas de vida perdidas uma chance é subtraída e ao zerar suas chances a personagem volta ao último ponto de salve da fase, em que são repostas mais três moléculas de vida. Se o jogador coletar as vidrarias ou reagentes durante o jogo, é gerado um bônus de uma molécula de vida a cada dez itens recolhidos. Ao serem perdidas todas as três chances, uma tela de Game Over aparecerá, caso o jogador/aluno queira jogar novamente ele volta ao início da fase. A tentativa e o erro são características mais importantes para o aprendizado com jogos, Mattar (2010, p.18) ressalta que:

Nos games o custo do fracasso é normalmente diminuído, quando os jogadores fracassam eles podem recomeçar de seu último jogo salvo. Além disso, o fracasso ao matar um mestre, por exemplo, é encarado como uma maneira de aprender e, numa próxima oportunidade, tentar vencer, essas características permitem o jogador arriscar e experimentar hipóteses que seriam muito difíceis de testar em situações em que o custo do fracasso é maior

Essa relação de tentativa e erro não é permitida e nem aceita no ensino tradicional, algo que já foi discutido por Paulo Freire e Bachelard, em que o aluno é punido com notas baixas se errar. Deste modo, o jogo possibilita o aprendizado com os erros e a punição acontece no próprio jogo, sendo assegurada uma nova tentativa, de modo que o aluno não é desestimulado durante todo o processo.

O inventário (retângulo vermelho, Figura 18) permite aos jogadores controlarem e manipularem objetos que poderão ser utilizados no jogo. Nesse sentido, o inventário do “Planeta Química” utiliza três ícones que só ficam visíveis quando são coletados: o livro alerta que apresenta uma informação importante que pode ajudar na resolução de algum desafio;

a cal, combinado com a mochila, informa que já é possível atirar a solução de Hidróxido de Cálcio nos inimigos; a chave permite acesso ao celeiro da segunda fase.

Os itens a serem coletados contextualizam a fase a qual se encontram. Na primeira fase Irene coleta vidrarias e na segunda são coletados produtos industrializados, eles são contabilizados no placar da Figura 18 (retângulo azul). Desse modo, o placar é responsável por apresentar ao jogador o seu progresso, estimulando a competição ao passo que o status de habilidade no jogo é influenciado pela quantidade de itens adquiridos. As vidrarias (Figura 19) possibilitam a familiarização dos equipamentos utilizados em laboratórios através de discussões em sala de aula, além de trabalhar seus nomes e funções. Já os produtos industriais de uso doméstico (Figura 20), coletados na segunda fase, auxiliarão o professor na abordagem da nomenclatura dos ácidos, bases e sais.

Figura 19: Vidrarias a serem coletadas.



Fonte: Elaborado pelos autores (2015).

Figura 20: Produtos a serem coletadas.



Fonte: Elaborado pelos autores (2015).

Os feedbacks e resultados são um dos elementos mais característicos em termos dos PAJD, AQ e TAM, pois é a partir deles que o aluno/jogador irá obter informações para tomar suas decisões e vencer os desafios. Além disso, possibilita ao professor observar os caminhos tomados e orientar seus alunos ao significado dos conteúdos ali trabalhados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mesmo que as pesquisas e discussões para a atualização de metodologias de ensino de Ciências/Química não sejam recentes, sendo pontuadas em vários documentos legais da educação, são necessários mais estudos, avanços e principalmente ações de todos os envolvidos. A BNCC, como documento normativo mais recente, integra de maneira específica essas intenções metodológicas, assim, acreditamos que um meio possível para discutir os conteúdos de maneira significativa e também alcançar os propósitos para a formação de um cidadão crítico e reflexivo, seja a utilização de ferramentas culturais (mediacionais) pertencentes ao contexto cultural dos alunos. Não nos referimos apenas a uma ferramenta como “salvadora da pátria”, mas, se esta possibilitar a motivação e interesse do aluno poderá ser integrada a diversas outras, pois toda ação é medida (WERTSCH, 1998).

Nesse sentido, os jogos digitais pedagógicos podem viabilizar esse caminho, já que promovem diversão e podem tornar o aprendizado mais prazeroso e atrativo. Para isso, como demonstrando nesta pesquisa, é fundamental que esses sejam planejados e desenvolvidos

levando em consideração a contextualização (CTS) dos conteúdos, afim de gerarem significados. Caso 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.

Esse equilíbrio é encontrado entre design instrucional e o design de games, focando primordialmente nas habilidades do jogador/aluno para proporcionar sua imersão através dos desafios, metas e objetivos, sendo as competências geradas em consequência de seus atos dentro daquela realidade paralela. Considerar um referencial teórico de aprendizagem, para o desenvolvimento e uso de um jogo pedagógico, é primordial, pois ajuda a planejar os pontos de equilíbrio e a visualizar sua aplicabilidade em sala de aula. A Teoria da Ação Mediada nos ajudou a ter essa dimensão, propiciando nova avaliação quanto ao jogo aplicado.

A partir dos resultados alcançados, concordamos com Wertsch (1998) no sentido de que as ferramentas socioculturais são fundamentais na mediação dos conteúdos com a aprendizagem, pois elas moldam as ações humanas quando internalizadas a partir dos processos de domínio e apropriação. Portanto, a utilização do jogo “Planeta Química” em sala de aula, sendo orientado pelo professor por meio de uma sequência didática bem planejada e com uso de um kit de ferramentas, pode estabelecer relações sociais que auxiliem na formação dos conceitos (WERSTCH, 1991) assim como no desenvolvimento físico e intelectual dos estudantes (CUNHA, 2012).

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA) pelo apoio financeiro UNIVERSAL-01169/17.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, B; SOARES, N; CAMPOS, F. Possibilidades de interface e imersão em novas tecnologias no design de jogos. In: SIMPÓSIO NACIONAL ABCINTER, 3, 2009, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 2009. p. 1-15.
- ALVES, T. A. S. **Tecnologias de informação e comunicação (TIC) nas escolas: da idealização à realidade: estudos de casos múltiplos avaliativos realizado em escolas públicas do ensino médio do interior paraibano brasileiro**. 2009. 134 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Educação) - Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, Lisboa, 2009.
- ANGOTTI, J. A. P.; AUTH, M. A. Ciência e Tecnologia: Implicações sociais e o papel da educação. **Ciência & Educação**, v.7, n.1, p.15-27, 2001.
- ANTUNES, M.; ADAMATTI, D. S.; PACHECO, M. A. R.; GIOVANOLA, M. pH do solo: determinação com indicadores ácido-base no Ensino Médio. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 4, p. 283-287, 2009.
- AULER, D.; BAZZO, W. A. Reflexões para a Implementação do Movimento CTS no Contexto Educacional Brasileiro. **Ciência & Educação**, v.7, n.1, p.1-13, 2001.
- BATTAIOLA, A. L. Jogos por computador: histórico, Relevância Tecnológica e Mercadológica, Tendências e Técnicas de Implementação. In: JORNADA DE ATUALIZAÇÃO EM INFORMÁTICA, 19. 2000. **Anais...** Curitiba: PUCPR, 2000.
- BISPO FILHO, D. O.; MACIEL, M. D.; SEPINI, R. P.; ALONSO, A. V. Alfabetização científica sob o enfoque da ciência, tecnologia e sociedade: implicações para a formação inicial e continuada de professores. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 12, n. 2, p. 313-333, 2013.
- BIZZO, N. **Ciências: fácil ou difícil?** São Paulo: Biruta, 2009.
- BRASIL, GAME. **Pesquisa Game Brasil 2019**. Disponível em: < <https://www.pesquisagamebrasil.com.br/pesquisa-game-brasil-2019/>>. Acesso em 14 de maio de 2019.

- BRASIL, Ministério da Educação (MEC). **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.
- BRASIL. **Decreto nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Congresso Nacional, Poder Executivo, DF, 20 dez. 1996.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília: MEC/SEB, 2006. 140 p.
- CHASSOT, A. **Alfabetização Científica: questões e desafios para a educação**. Ijuí: Editora da Unijuí, 2000.
- 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**. 1ed.São Paulo: Editora Livraria da Física, 2018, p. 33-43.
- COSTA, HAWBERTT ROCHA; GONÇALVES, W. V; YONEZAWA, W. M.: Jogos digitais no ensino de química em uma perspectiva Vigotskyana. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE RECURSOS DIGITAIS NA EDUCAÇÃO, 2, 2013. **Anais...**, São Paulo, 2013.
- CUNHA, M. B. 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, 2012.
- DIEHL, D. M.; MELCO, M. T; DUBIELA, R. Modelo de criação de personagens para jogos digitais. In: SBGAMES, 10, 2011, Salvador. **Proceedings of SBGames**, Salvador, 2011. p. 1-11.
- FERNANDES, J. P.; GOUVÉA, G. A perspectiva CTS e a formação docente na visão de professores da educação básica brasileira. **Revista iberoamericana de ciencia, tecnología y sociedad**, v. 14, p. 41-69, 2019.
- FILATRO, A. **Design Instrucional Contextualizado: educação e tecnologia**. São Paulo: Senac, 2004.
- GEE, J. P. Bons videogames e boa aprendizagem. **Perspectiva**, v. 27, n. 1, p. 167-178, 2009.
- GIORDAN, M. **Computadores e linguagens nas aulas de ciências**. Ijuí: Unijuí, 2008.
- HOFSTEIN, A.; AIKENHEAD, G.; RIQUARTS, K. Discussions over STS at the fourth IOSTE symposium. **International Journal of Science Education**, v. 10, n. 4, p.357-366, 1988.
- KISHIMOTO, T. M. O jogo e a educação infantil. In: KISHIMOTO, T. M. (Org.). **Jogo, brinquedo, brincadeira e educação**. São Paulo: Cortez, 1996.
- LEMES, D. O. **Games Independentes – Fundamentos metodológicos para criação, planejamento e desenvolvimento de Jogos Digitais**. 2009. 159 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologias da Inteligência e Design Digital) - Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2009.
- LIMA, J. O. G.; ALVES, M. R. Aulas experimentais para um Ensino de Química mais satisfatório. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 9, n. 1, p. 428-447, 2016.
- LIMA, M. C. F.; SILVA, V. V. S.; SILVA, M. E. L. **Jogos educativos no âmbito educacional: um estudo sobre o uso de jogos no projeto MAIS da Rede Municipal do Recife**. 2009.
- MATTAR, J. **Games em educação: como os nativos digitais aprendem**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.
- NASCIMENTO, J. S. **Desenvolvimento de um jogo digital para o ensino de química no ensino médio: explorando a química do cotidiano a partir da perspectiva vigotskiana**. 2015. 80 f. Monografia (Química) – Universidade Federal do Maranhão, Bacabal, 2015.
- PRENSKY, M. **Digital game-based learning**. McGraw-Hill & Paragon House, New York, 2001.
- PRENSKY, M. **Não me atrapalhe mãe, eu estou aprendendo**. São Paulo: Phorte Editora, 2010.
- PRENSKY, M. **Aprendizagem baseada em jogos digitais**. São Paulo: Editora Senac, 2012.
- REBELLO, G. A. F.; ARGYROS, M. M.; LEITE, W. L. L.; SANTOS, M. M.; BARROS, J. C.; SANTOS, P. M. L.; SILVA, J. F. M. Nanotecnologia, um tema para o ensino médio utilizando a abordagem CTSA. **Química Nova Escola**, v. 34, n. 1, p. 3-9, 2012.

RIBEIRO, R. K. P. **Produção de Significados Utilizando o Jogo Planeta Química com Base na Teoria da Ação Mediada**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática), Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2018.

RIBEIRO, T. V.; SANTOS, A. T.; GENOVESE, L. G. R. História Dominante do Movimento CTS e o seu Papel no Subcampo Brasileiro de Pesquisa em Ensino de Ciências CTS. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, p. 13, 2017.

RICÓN, L. E. A jornada do herói mitológico. In: SIMPOSIO DE RPG & EDUCAÇÃO, 2, 2006. **Anais...**, 2006, p. 2-4.

ROCHA, J. L. O Papel do Educador no Game Design e Desenvolvimento de Jogos Didáticos Digitais. **Revista Educa Online**, v. 8, n. 3, p. 104-119, 2014.

ROGERS, S. **Level Up! Um guia para o design de grandes jogos**. São Paulo: Blucher, 2016.

SALEN, K.; ZIMMERMAN, E. **Regras do jogo: fundamentos do design de jogos**. São Paulo: Blucher, 2017.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em química: compromisso com a cidadania**. Ijuí: Editora da Unijuí, 2003.

SANTOS, W. L. P. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência & Ensino**, v.1, p. 1-12, 2007.

SAVI, R.; ULBRICHT, V. R. Jogos digitais educacionais: benefícios e desafios. **RENOTE**, v. 6, n. 1, 2008.

SCAFI, S. H. F. Contextualização do ensino de química em uma escola militar. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 3, p. 4, 2010.

SILVA, A. L. P.; COSTA, H. R. Contextualização e experimentação na revista química nova na escola: uma análise das edições de 2009 a 2016. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 12, n. 2, p. 331-352, 2019.

SILVA, R. **A Arte de Desenhar Redux: Proporções do corpo**. 1. ed. São Paulo: Editora Criativo, 2017.

SOBANSKI, S. V.; SANTOS, P. R. A jornada do herói no jogo eletrônico "The Legend of Zelda: Skyward Sword". **Unoesc & Ciência-ACSA**, v. 7, n. 2, p. 155-166, 2016.

STRIEDER, ROSELINE; KAWAMURA, MARIA REGINA. Panorama das pesquisas pautadas por abordagens CTS. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7, 2009, Florianópolis. **Anais...**, Florianópolis, 2009.

TROIS, S.; SILVA, R. Desafiando para ensinar: estudo comparativo entre níveis de dificuldade em games educacional e comercial. In: SBGAMES, 10, 2011, Salvador. **Proceedings of SBGames**, Salvador, 2011. p. 1-11..

VIGOTSKI, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

WERTSCH, J. V. **Mind as action**. New York: Oxford University Press, 1998.

WERTSCH, J. V. **Voices of the mind: a sociocultural approach to mediated action**. Cambridge: Harvard University Press, 1991.