



EXPLORANDO BLOCOS DA QUÍMICA: UMA ANÁLISE CRÍTICA DE UMA LIÇÃO DO MINECRAFT COMO FERRAMENTA DE EDUCAÇÃO EM QUÍMICA

EXPLORING CHEMISTRY BLOCKS: A CRITICAL ANALYSIS OF A MINECRAFT LESSON AS A CHEMISTRY TEACHING TOOL

Vitória Caroline Rodrigues  

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS)

✉ vcaroliner@hotmail.com

Luciano Denardin  

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS)

✉ luciano.denardin@pucrs.br

Cristiano Max Pereira Pinheiro  

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS)

✉ cristiano.pinheiro@pucrs.br

Fernando Dal Pont Morisso  

Universidade Feevale (FEEVALE)

✉ morisso@feevale.br

Norberto Kuhn Júnior  

Universidade Feevale (FEEVALE)

✉ nkjunior@feevale.br

RESUMO: Este artigo teve como propósito realizar uma análise crítica de uma lição de química que envolveu um jogo digital de *Minecraft Education Edition*, Microsoft. A partir de pesquisa bibliográfica, foi possível compor o referencial de análise do jogo, que articula os conceitos de sondagem e telescopagem de Johnson, princípios de aprendizagem de Gee, divertimento de Koster e, por considerar especificamente a prática de jogar e suas inferências, operou-se com as categorias de ludemas, de Pinheiro e Branco. Como resultado, percebeu-se que, mesmo que o jogo tenha sido desenvolvido e disponibilizado por uma grande desenvolvedora, apresenta falta de tutoria orientada para o jogador e limitações em suas representações de química, porém, todos esses fatores são superáveis dentro de uma possibilidade de desenho pedagógico que deve ser considerado no momento do desenvolvimento da atividade.

PALAVRAS-CHAVE: Jogos educativos. Ensino de Química. *Minecraft Education*. Jogo de Química.

ABSTRACT: This article aims to carry out a critical analysis of a chemistry lesson from a *Minecraft Education Edition*, Microsoft digital game. Based on bibliographical research, it was possible to compose the game's analysis framework, which articulates the concepts of Probing and Telescoping by Johnson, Learning Principles by Gee, fun by Koster and, specifically considering the practice of playing and its inferences, operated with the categories of ludemas, by Pinheiro and Branco. As a result, it was noticed that even though the game was developed and made available by a large developer, it presents a lack of player-oriented tutoring and limitations in its representations of chemistry, but all these factors are surmountable within a possibility of pedagogical design that must be considered when developing the activity.

KEY WORDS: Educational Games. Chemistry Education. *Minecraft Education*. Chemistry Game.

Introdução

Autores e pesquisadores como Prensky (2012), na tentativa de estimular o interesse do estudante e auxiliá-lo no processo de aprendizagem, propõem formas de modificar o ensino com vistas a atrair a atual geração de estudantes, que é bastante atualizada e ambientada com as tecnologias disponíveis. Estes, chamados de nativos digitais pelo autor, já nascem em meio às telas de celulares, computadores e televisões, tecnologias que aparecem como forma de atualização dos métodos de ensino, a fim de auxiliar o professor e dinamizar as atividades. Sobre isso, Prensky (2012, p. 39) afirma:

[...] Está ficando claro que uma das razões por que ainda não temos mais êxito na educação de nossas crianças e trabalhadores, apesar de não faltarem esforços de nossa parte, está no fato de estarmos trabalhando duro para educar uma nova geração com meios antigos, lançando mão de ferramentas que deixam de ser eficazes (Prensky, 2012, p. 39).

Assim, nota-se uma necessidade de transformação do atual ensino, e, dentre as várias possibilidades, uma forma de fazê-lo é propor atividades interativas, cujo destaque é o uso de jogos digitais educativos. Quanto ao ensino de Química, este é percebido de forma abstrata e difícil pelos estudantes (Silva *et al.*, 2021). Repleto de simbologias, devido a inúmeras reações, aos 118 símbolos da tabela periódica ou à nomenclatura dos compostos, entendê-los e contextualizá-los demanda estudo e prática, o que se torna desafiador. Torná-la uma disciplina mais atraente faz-se necessário para o entendimento do estudante de que a Química está presente na nossa sociedade, vinculada a diversas outras áreas, de modo que seu conhecimento é importante para a formação de cidadãos ativos e críticos.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2018), documento normativo que prevê os conteúdos que devem ser abordados na educação básica das instituições públicas e privadas de ensino, prevê as influências das tecnologias digitais e da computação na formação do cidadão. Inclui, em suas competências e habilidades, aspectos referentes ao uso dessas tecnologias, visto que os jovens vivem a cultura digital diariamente. Em relação ao ensino médio, a BNCC (Brasil, 2018, p. 474), preconiza: “Afinal, os jovens estão dinamicamente inseridos na cultura digital, não somente como consumidores, mas se engajando cada vez mais como protagonistas”. Ademais, destaca que o foco passa a estar nas potencialidades das tecnologias digitais voltadas às diversas atividades vinculadas a todas as áreas do conhecimento quando traz, dentre outras, as seguintes habilidades (Brasil, 2018, p. 475):

Apropriar-se das linguagens da cultura digital, dos novos letramentos e dos multiletramentos para explorar e produzir conteúdos em diversas mídias, ampliando as possibilidades de acesso à ciência, à tecnologia, à cultura e ao trabalho; Usar diversas ferramentas de software e aplicativos para compreender e produzir conteúdos em diversas mídias, simular fenômenos e processos das diferentes áreas do conhecimento, e elaborar e explorar diversos registros de representação matemática; Utilizar, propor e/ou implementar soluções (processos e produtos) envolvendo diferentes tecnologias, para identificar, analisar, modelar e solucionar problemas complexos em diversas áreas da vida cotidiana, explorando de forma efetiva o raciocínio lógico, o pensamento computacional, o espírito de investigação e a criatividade.

Especificamente sobre o componente curricular Química, ela está inserida na área das ciências da natureza e suas tecnologias e estuda a matéria, sua composição e estrutura, suas propriedades e transformações e a energia envolvida nesses processos.

Como a maioria das Ciências Naturais, a Química encontra suas bases no empirismo, que defende a importância da experimentação na produção do conhecimento (Giordan, 1999). Essa disciplina possibilita inúmeras aulas experimentais; abrange praticamente todo conteúdo trabalhado em sala de aula. Todavia, o ensino de Química e Ciências no Brasil ainda é abordado de forma abstrata, teórica e descontextualizada (Mortimer, 2000), o que dificulta o entendimento de conceitos por parte dos estudantes quando a eles cabe apenas decorar fórmulas, sem conseguirem aplicá-las em contextos do cotidiano. Isso resulta em julgamentos negativos sobre a disciplina (Maldaner, 2003; Ramos & Lourenço, 2020).

Conforme Schnetzler e Souza (2019), a relevância das atividades experimentais reside no fato de serem investigativas, a fim de auxiliar a compreensão dos fenômenos observados em laboratório. Essas atividades podem ocorrer de diversas formas, positivas ou negativas, pois uma prática pode ser apenas uma receita pronta com resultados esperados, mas também pode ser aberta, na qual se busca, a partir da investigação, a solução para um problema. Em geral, os experimentos de química, com fins didáticos, são realizados em laboratórios de ensino, contudo, muitas escolas não os possuem ou não os utilizam. Diversas são as razões para o pouco uso deles, como a falta de materiais ou falta de segurança dos professores dentro dos laboratórios (Borges & Rocha, 2012).

As atividades práticas, além da pesquisa, aprendizagem e da produção de conhecimento, possuem um outro viés: o lúdico. Nesse sentido, uma alternativa à falta de estrutura física para a realização de experimentos pode ser o uso de recursos digitais, como simulações computacionais e jogos. De certa forma, a experimentação, a observação, o registro, a comparação e a formulação de hipóteses podem ser associadas à ideia de um jogo educativo. Afinal, no contexto do ensino, essa é uma esfera de aprendizagem que envolve tentativas e erros, estágios progressivos e desafios a serem superados.

Diante do exposto, este trabalho visa analisar uma lição¹ de Química de um objeto educacional disponível no repositório do *Minecraft Education Edition* (Microsoft, 2024). Para tanto, consideraram-se elementos da estrutura de jogos, conceitos como sondagem e telescopagem (Johnson, 2005), princípios de aprendizagem (Gee, 2003) e fatores que contribuem para a aprendizagem por meio de jogos.

Jogos Digitais e Educação

Os jogos passaram a ter mais adeptos à medida que os celulares evoluíram de equipamentos utilizados meramente para a comunicação para aparelhos multitarefas, que possuem capacidade para executar jogos mais complexos, função antes exclusiva dos consoles e possibilidade apenas para os que poderiam adquirir os equipamentos caros, bem como seus jogos (Live + Talk, 2023). Além da ascensão no consumo de jogos digitais, pesquisas mostram que os jogadores aumentaram a frequência e o tempo de imersão nestes (Go Gamers, 2023). Essa tendência reflete a crescente atração que os ambientes virtuais interativos exercem sobre as novas gerações. Diante desse cenário, aumentou-se consideravelmente a busca por formas criativas de se utilizar desse interesse dos estudantes. Para tanto, busca-se desenvolver atividades educacionais que façam do uso de jogos digitais uma maneira atraente de engajá-los. Assim, surge uma nova demanda na área de jogos digitais: os jogos voltados para atividades pedagógicas. Em 2022, essa foi a segunda maior fonte de receita do mercado de jogos, atrás apenas dos jogos de entretenimento (Fortim, 2022).

¹ Termo utilizado para os objetos educacionais na plataforma.

A Tríplice da Aprendizagem Baseada em Jogos Digitais

São considerados jogos educativos aqueles que são utilizados com a função de gerar maior engajamento do estudante em seu processo de aprendizagem ao mesmo tempo que gera algum tipo de satisfação em jogar (Kishimoto, 2017). Assim, a função do jogo é oferecer ao estudante, no momento de aprendizagem, satisfação. Portanto, pode ser uma ferramenta de ensino utilizada pelo professor. Desse modo, Cleophas *et al.* (2018) classificam os jogos educativos, separando-os dos jogos que objetivam apenas o lazer e a diversão, os quais diferem dos jogos educativos por não possuírem perspectiva educacional, visto que não são planejados para fins lúdicos e não procuram trabalhar conceitos educacionais. Os jogos *stricto* não possuem fins pedagógicos; são atividades livres, jogados por lazer, diferem do mundo real e possuem um fim em si mesmos, ou seja, não significam nada além do próprio divertimento (Caillois, 1990; Huizinga, 2014). Já os jogos educativos podem ser divididos em duas categorias: os informais e os formais. Os informais não pretendem ser utilizados como ferramenta de ensino, pois não são produzidos com esse fim. Por sua vez, os jogos educativos formais possuem intencionalidade instrutiva e podem ser, ainda, fracionados em duas novas categorias: os jogos educativos formais pedagógicos, que possuem como objetivo trabalhar habilidades e conteúdos sem necessitar de amparo de um terceiro; e os jogos educativos formais didáticos, que são adaptações de outros jogos e admitem conteúdos de ensino, entretanto, necessitam de apoio de um mediador (Cleophas *et al.*, 2018).

Pesquisadores de jogos, como Johnson (2005), Koster (2005) e Gee (2003), estudam conceitos e habilidades que são trabalhados durante o ato de jogar e podem ser utilizados na educação. Essas habilidades conectam-se entre as ideias dos autores e com conceitos de educação e no ensino específico de Química. Johnson (2005) narra como os jogos articulam o pensamento complexo pelo uso de narrativas ricas e bastante desenvolvidas. Cada vez mais os jogos possuem maiores possibilidades de jogabilidade, assim como mais missões e desfechos possíveis. Jogos com narrativas mais elaborados, como *Role-Playing Games* (RPGs), também possibilitam que o jogador tenha uma ampla variedade de personagens com funções e habilidades diferenciadas, dependendo de suas escolhas. Esses jogos diferem de outros meios de entretenimento, como séries, filmes e livros, pelo fato de propiciarem uma atuação ativa ao jogador, que deverá aprender o jogo à medida que vai construindo sua narrativa, na tentativa e erro, sem um manual. A esse conceito, Johnson (2005) confere o nome de sondagem. Junto à sondagem, também há o gerenciamento das atividades que o jogo demanda, e serão elas que o levarão, ou não, à vitória. O autor denomina de telescopagem justamente as formas pelas quais o jogador administra as atividades do jogo com o intuito de concluí-las em seu tempo, gerindo as prioridades com o objetivo de vencer o jogo.

Koster (2005), por outro lado, atribui relações entre aprendizagem e jogos ao fator diversão. Segundo o autor, nosso cérebro gosta de aprender e isso ocorre, pois, ao superarmos algum desafio, é liberada uma recompensa química, um estímulo que gera satisfação. Esses estímulos são liberados quando reconhecemos e dominamos desafios, e os jogos são boas ferramentas para ensiná-los. Muitos jogos ensinam habilidades importantes de serem elaboradas para o cotidiano do jogar. Sem perceber, inúmeros jogadores apresentam conhecimentos adquiridos enquanto jogam e conseguem atribuir essas habilidades aos jogos, desde matemática e outras línguas, como habilidades de sobrevivência e gerenciamento de recursos. À vista disso, abre-se uma gama de possibilidades de conteúdos que possam estar embutidos nos jogos e que irão, aos poucos e despercebidos, sendo desenvolvidos. Esse trabalho silencioso de desenvolver nosso cérebro enquanto ele trabalha em segundo plano conteúdos cada vez mais complexos que estão sendo recebidos pela fonte de entretenimento recebe o nome de “Curva do dorminhoco” (Johnson, 2005).

Gee (2003) apresenta trinta e seis princípios que fundamentam os jogos e os torna uma boa ferramenta de aprendizagem. Esses princípios conversam com conceitos de Johnson (2005), como a telescopagem, com conceitos debatidos entre pesquisadores da educação, como, por exemplo, a aprendizagem ativa, a utilização dos conhecimentos prévios do estudante e a contextualização da atividade com a realidade. Também, alguns podem ser relacionados com a química, como os riscos mais baixos que os jogos oferecem quando comparados às atividades reais, o entendimento do sistema de signos (conceitos químicos e convenções de nomenclaturas), a experimentação e formulação de hipóteses, entre outros, como se pode verificar no Quadro 1, a seguir.

Quadro 1: Princípios de Aprendizagem

Princípio	Conceito
1. <i>Active, Critical Learning Principle</i>	Sistema e ambiente que possibilite a aprendizagem ativa.
2. <i>Design Principle</i>	Aprender com os jogos está ligado a como o jogo foi projetado, de forma a encorajar o pensamento crítico e ativo.
3. <i>Semiotic Principle</i>	Aprender e apreciar a interrelação da simbologia utilizada (imagens, palavras, ações, símbolos etc.).
4. <i>Semiotic Domains Principle</i>	Dominar a ponto de participar do sistema de símbolos.
5. <i>Meta-level thinking about Semiotic Domain Principle</i>	Aprender envolve pensamento crítico e entendimento e interpretação dos signos.
6. <i>"Psychosocial Moratorium" Principle</i>	Estudantes podem correr riscos em um local sem as consequências do mundo real.
7. <i>Committed Learning Principle</i>	O estudante cria uma identificação com o mundo virtual gerando engajamento e comprometimento.
8. <i>Identity Principle</i>	Um dos pontos que geram engajamento é sentir-se parte do jogo, este deve oferecer pontos de conexão. A história, o mundo, o personagem, algo deverá se conectar ao gosto do jogador.
9. <i>Self-Knowledge Principle</i>	O mundo virtual possibilita que o estudante entenda, além do conteúdo, sobre suas capacidades e potenciais.
10. <i>Amplification of Input Principle</i>	Para toda ação os estudantes recebem feedback.
11. <i>Achievement Principle</i>	O sistema de recompensa é nivelado e sinalizado segundo as habilidades do jogador.
12. <i>Practice Principle</i>	O contexto "não chato" do jogo permite prática imersiva, os estudantes passam muito tempo em tarefas.
13. <i>Ongoing Learning Principle</i>	As habilidades dos jogadores são constantemente renovadas, atualizadas e complementadas pela prática do jogo.
14. <i>"Regime of Competence" Principle</i>	O jogador opera no limite de suas habilidades, de forma que a tarefa não seja impossível, mas que o desafie ou maçante, entediando-o.
15. <i>Probing Principle</i>	O ciclo de aprendizagem consiste em testar possibilidades no jogo, formular hipóteses e ir aprendendo com este funciona.
16. <i>Multiple Routes Principle</i>	O jogo deve possibilitar múltiplas formas de ensino, de rotas e escolhas. O jogador deverá poder escolher sua forma de aprender.
17. <i>Situated Meaning Principle</i>	Os conteúdos aprendidos por meio dos signos não estão descontextualizados, mas sim inseridos nas experiências de jogo.

18. <i>Text Principle</i>	Os textos não são apenas verbais, mas incorporados nas experiências. O estudo mais verbal só se dá à medida que o estudante tenha grande repertório em experiências e textos semelhantes.
19. <i>Intertextual Principle</i>	O estudante enxerga a relação dos textos disponíveis, percebe um gênero, similaridade de conteúdo, concebendo sentido aos textos.
20. <i>Multimodal Principle</i>	O significado e aprendizagem são construídos por diversas modalidades, signos, como imagens, textos, interações, sons, design... não apenas em palavras.
21. <i>"Material Intelligence" Principle</i>	O conhecimento e o material são "armazenados" nos objetos e no ambiente, liberados para o estudante para se envolverem em outras atividades, podendo utilizar-se destes conteúdos em conjunto.
22. <i>Intuitive Knowledge Principle</i>	O conhecimento intuitivo, adquirido pela prática e tentativas, também deve ser recompensado e incentivado.
23. <i>Subset Principle</i>	Mesmo no estágio inicial, aprende-se em um subdomínio, em um lugar que mimetiza o jogo "real".
24. <i>Incremental Principle</i>	A aprendizagem é contínua e conexa, de forma que os assuntos anteriores sejam necessários para a formulação de hipóteses atuais e futuras.
25. <i>Concentrated Sample Principle</i>	Ao estudante, no início, é apresentado interações fundamentais com o sistema de signos para que possa treinar e aprendê-los bem.
26. <i>Bottom-up Basic Skills Principle</i>	As habilidades iniciais não são aprendidas de forma isolada, mas de forma a ser complementar e evoluir, envolvendo-se no jogo.
27. <i>Explicit Information On-Demand and Just-in-Time Principle</i>	As informações são concedidas à medida que são necessárias ou de forma a serem mais bem compreendidas e utilizadas.
28. <i>Discovery Principle</i>	O modo aberto de jogo é mantido minimamente, de modo a permitir diversas oportunidades e descobertas.
29. <i>Transfer Principle</i>	Os estudantes recebem muitas oportunidades de praticar, adaptar e transferir seus aprendizados para novos desafios.
30. <i>Cultural Models about the World Principle</i>	A aprendizagem se dá de forma que os estudantes possam refletir sobre seus modelos culturais, sem prejudicar sua identidade, mas a fim de elaborá-la.
31. <i>Cultural Models about Learning Principle</i>	A aprendizagem se dá de forma que os estudantes possam refletir sobre os modelos culturais de aprendizagem, bem como sobre si como estudante, sem prejudicar sua identidade, mas a fim de elaborá-la.
32. <i>Cultural Models about Semiotic Domains Principle</i>	A aprendizagem se dá de forma que os estudantes possam refletir sobre seus modelos culturais sobre assuntos particulares de domínios semióticos, sem prejudicar sua identidade, mas a fim de elaborá-la.
33. <i>Distributed Principle</i>	O conhecimento é oferecido entre o aluno, os objetos, as ferramentas, símbolos, tecnologias e ambiente.
34. <i>Dispersed Principle</i>	Este conhecimento é conectado em um todo, não está apenas nos símbolos, tecnologia ou jogador, mas é formado pela rede que estes agentes compõem.
35. <i>Affinity Group Principle</i>	Cria-se um grupo de afinidade pelas atividades, objetivos e práticas compartilhadas.

36. <i>Insider Principle</i>	O aluno não é apenas um telespectador na experiência, mas consegue modificá-la e personalizá-la durante toda sua duração.
------------------------------	---

Fonte: adaptado de Gee (2003).

Mas há um ponto de convergência entre os autores que diz respeito à dificuldade. O jogo não pode ser fácil demais a ponto de entediar o jogador, não o desafiar cognitivamente e este não quer mais jogar, e não pode ser difícil, de tal maneira que o jogador não consiga evoluir na partida, abandonando-o. Este deve, então, promover uma progressão da dificuldade.

Ludemas

Quanto às mecânicas dos jogos, Pinheiro e Branco (2018) as categorizam em sete habilidades que entrelaçam o sistema narrativo ao sistema lúdico. O sistema narrativo refere-se ao assunto do jogo, sua história e personagens, ao passo que o sistema lúdico rege as regras do jogo. Esses sistemas se combinam no decorrer da partida pelo que os autores denominam ludemas, ou seja, “[...] a unidade mínima de significação de um jogo” (Pinheiro & Branco, 2018, p. 6). Os ludemas são sua menor parte; são os momentos em que o jogador sabe que precisará interagir fisicamente (controles), e sua ação recorrerá sobre o jogo de forma a afetar a partida. Os tipos de ludemas e suas definições estão apresentados no Quadro 2, a seguir.

Quadro 2: Classificação de ludemas

Tipo de ludema	Definição
Ludema de exploração	Explorar o mundo e seu ambiente, interagir com NPCs (Personagens Não Jogáveis), interações essenciais para reconhecimento do jogo.
Ludema de performance física	Habilidades como coordenação motora, manuseio de controles e agilidade.
Ludema de performance cognitiva	Habilidades intelectuais, reflexão e resolução de problemas.
Ludema estético	Alterações visuais, não essenciais à jogabilidade.
Ludema de interface	Alterações que impactam no desempenho do jogador. Itens que são aprimorados ou distribuição de pontos que aumentam as habilidades do jogador.
Ludema de coleta	Metas do jogo que não essenciais para a narrativa, como itens escondidos pelas fases, as moedas da franquía Super Mario (Nintendo) ou platar um jogo (ato de vencer objetivos dispensáveis).
Ludema social	Interação entre jogadores em uma mesma partida a fim de alcançar-se objetivos em comum.

Fonte: adaptado de Pinheiro e Branco (2018).

Os ludemas acontecem concomitantemente, complementando-se dinamicamente durante a partida, que viabiliza várias ações simultâneas.

Neste trabalho, foram considerados os conceitos teóricos de jogos revisados neste tópico, considerando os conceitos de Johnson (2005), Gee (2003) e Koster (2005) para conceber a dinâmica de relação com os construtos do tópico anterior, relacionando química e educação. Também foram levados a efeito as categorias propostas por Pinheiro e Branco (2018) para análise da estrutura de jogo do objeto educacional escolhido.

Minecraft Education

O *Minecraft* (Microsoft, 2024) é um jogo de construção e sobrevivência no qual os jogadores exploram um mundo tridimensional composto por blocos, permitindo a criação de estruturas complexas e interações com o ambiente. Desde seu lançamento em 2011, o jogo alcançou uma enorme popularidade, atraindo muitos jogadores em todo o mundo devido à sua jogabilidade aberta e à liberdade criativa que oferece. O *Minecraft* (Microsoft, 2024) estimula a criatividade e a exploração, permitindo que os jogadores coletem recursos, criem ferramentas e construam desde estruturas simples até cidades inteiras. O jogo trata de um mundo “bruto” em que o jogador deverá sobreviver e construir o que desejar. Os mundos caracterizam-se por serem a área onde o jogador pode circular, ou seja, o mapa do jogo. Cada jogador pode criar um novo mundo e, a partir dele, jogar suas partidas. Também é possível, tanto no *Minecraft* (Microsoft, 2024) quanto em outros jogos, acessar mundos pré-definidos. Nesse mundo, o jogador dispõe de matéria prima praticamente infinita, sendo necessária a mineração e, posteriormente, a transformação da matéria prima em material de construção e a construção propriamente dita. Em 2016, a versão educacional trouxe uma sala de aula que comportou até trinta estudantes e o professor; uma câmera que pode gravar as atividades; e portfólio. Especificamente na área de química, além dos quesitos básicos, os estudantes possuem quatro mesas que se assemelham a bancadas de laboratório nas quais podem manipular a matéria do jogo. Essa versão oferece um ambiente interativo no qual alunos podem explorar, criar e colaborar em projetos educacionais.

A primeira mesa chama-se construtora de elementos e nela é possível construir os elementos da tabela periódica, adicionando adequadamente as quantidades de elétrons, prótons e nêutrons. Na segunda mesa, a criadora de compostos, pode-se criar substâncias a partir da combinação dos elementos, de forma estequiométrica. Na bancada de trabalho, terceira mesa, pode-se combinar as substâncias a fim de criar compostos como hipoclorito de sódio (água sanitária) etc. Por último, a redutora de materiais é a mesa na qual se pode reduzir as matérias-primas em seus respectivos elementos, entre outras possibilidades, como o teste da chama, reação de compostos etc. O conjunto de bancadas e seus recursos oportunizam que vários conceitos químicos possam ser abordados e trabalhados dentro deste jogo, como conceitos com apelo visual que normalmente seriam abordados de forma tradicional em sala de aula. O *Minecraft* (Microsoft, 2024) é um dos poucos casos de jogos mundialmente famosos que disponibilizam elementos com fins educacionais.

Neste trabalho, aborda-se um objeto educacional disponível no repositório oficial do *Minecraft Education Edition* (Microsoft, 2024), fornecido pela própria Microsoft. Esse repositório divide os objetos educacionais em categorias e disciplinas, disponibilizando uma biblioteca inicial de lições de ciências exatas e humanas, entre outras lições possíveis de serem utilizadas pedagogicamente. Cabe salientar que esses objetos estão, em sua totalidade, disponíveis em língua inglesa. O objeto escolhido chama-se "Explorando os Elementos" e é um entre os diversos disponíveis para Química, porém, com a ressalva de que todos os outros ocorrem em um mesmo mapa, o que significa que, ao “baixar” um objeto, o aluno tem acesso a todas as lições disponíveis nesta atividade e o jogador pode escolher qual atividade tentará resolver. Elas estão dispersas pelo mapa com os NPCs e cada um fica encarregado de uma lição. As lições disponíveis no respectivo mapa são: 1) Química está ao seu redor; 2) Explorando química com segurança; 3) Propriedades da matéria; 4) Do que o mundo é feito; 5) Estruturas, modelos e moléculas; 6) Estruturas atômicas e isótopos; 7) Caracterizando elementos; 8) Reações químicas e temperatura; 9) O método científico (dividido em 2 partes); e 10) Ciência em *Minecraft* (dividido em 2 partes). Essas lições abordam conceitos básicos de Química, como partículas que compõem os átomos, tipos de ligações químicas, tabela periódica e reações químicas. Para análise e percepção da apropriação do conteúdo de química para as dinâmicas de jogos educacionais, escolheu-se, neste trabalho, a lição 3, Propriedades da matéria.

Método

A abordagem adotada por esta pesquisa é de natureza qualitativa, baseada nos fundamentos de Bogdan e Biklen (1994). Nessa perspectiva, o foco não reside em números ou resultados preconcebidos, mas sim, na compreensão da dinâmica subjacente a um jogo cujo propósito é oferecer uma experiência interativa baseada em conteúdos educacionais da área de química. Para tal fim, os procedimentos metodológicos são construídos com base em uma pesquisa bibliográfica, explorando tópicos que abrangem as concepções de educação e química, bem como elementos instrumentais que permitem decifrar a linguagem dos jogos. A partir dessa construção conceitual, delineou-se uma síntese de ideias que irão fornecer suporte para as análises estruturadas por meio dos conceitos de sondagem e telescopagem de Johnson (2005), o fator diversão de Koster (2005) e os princípios de aprendizagem de Gee (2003).

No âmbito da estrutura metodológica, procedeu-se a uma abordagem documental que explica o jogo como objeto e o mapa escolhido, visando proporcionar uma compreensão inicial do foco empírico da pesquisa. Após essa descrição, destaca-se que, com base na análise de ludemas, de Pinheiro e Branco (2018), realizou-se uma primeira aproximação (primeira sessão de jogo) com o objeto para uma compreensão geral. Nesse estágio, a ênfase não é na análise do jogo em si, mas sim, no reconhecimento do mapa e das atividades. Em um segundo momento (nova sessão de jogo), validaram-se as diferentes lições disponíveis no mesmo mapa. Posteriormente, selecionaram-se quais situações seriam analisadas e prosseguiu-se para uma última abordagem, desta vez de natureza analítica. Nesse último estágio, exploraram-se as inferências. Durante esse processo, também se estabeleceu que, se necessário, o pesquisador retornaria ao jogo para realizar distinções adicionais.

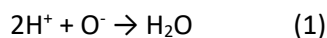
Finalmente, os resultados emergiram a partir dessa análise qualitativa, utilizando o quadro conceitual e a teoria de ludemas, bem como os conceitos dos autores de jogos e aprendizagem citados anteriormente, como ferramentas. É importante enfatizar que esta pesquisa não se encerra neste artigo. Ela demanda uma exploração mais profunda de todas as experiências proporcionadas por esse mapa e busca criar uma base de comparabilidade para jogos educacionais com base em construtos provenientes do campo de jogos digitais.

Para a análise da lição selecionada, seguiram-se as seguintes etapas: a) apresentação da lição proposta com base nos materiais oficiais do recurso; b) após essa apresentação, realizou-se uma análise do pesquisador sobre sua experiência global com a lição; c) como terceira etapa, foram identificados os ludemas presentes nessa experiência; d) e posteriormente, discutiram-se como os conceitos do quadro conceitual e dos autores Johnson (2005), Koster (2005) e Gee (2003) se aplicam a essas situações. Por meio desses passos, espera-se obter uma visão estruturada tanto do conteúdo quanto da estrutura do jogo proposto por esses recursos.

Resultados e Discussão

A lição “Propriedades de Matéria” traz como objetivo, em seu documento de plano de ensino, o estudo da matéria de Química, contemplando temáticas como a diferenciação de elemento, molécula, composto e misturas. Explicita também que, a partir de misturas, podem ocorrer reações químicas entre seus componentes e explica como evidenciar essas reações. A lição auxilia no entendimento de que compostos são constituídos por diferentes átomos e que suas propriedades geralmente são distintas de seus componentes isolados, ou seja, dos átomos dos elementos constituintes. O guia da lição apresenta o conteúdo sobre o átomo, suas subpartículas e como este não pode ser divisível por meios químicos. Materiais complementares ao objeto educacional estão disponíveis e podem contribuir para a elaboração de atividades educacionais que envolvam as ações de jogo.

A lição apresenta como exemplo a combinação de, pelo menos, dois átomos unidos por ligações químicas, como o gás oxigênio, que é a união de dois átomos do elemento oxigênio, resultando em sua fórmula molecular encontrada na natureza: O_2 . Também, como dois átomos de hidrogênio reagem com um átomo de oxigênio para formação da água, conforme a equação (1).



(reação não consta no documento do objeto educacional).

A próxima parte da lição almeja ensinar o usuário a diferenciar compostos de moléculas. Ela apresenta que compostos são moléculas constituídas de, pelo menos, dois átomos diferentes, dando o exemplo da água, composta por dois átomos de hidrogênio (H) e um de oxigênio (O), sendo assim uma molécula, por possuir ligações covalentes e uma substância composta por possuir átomos diferentes na molécula. Também é informado que, para separar esses elementos, é necessária alguma reação química. Na sequência, apresentam-se as misturas, que podem ser de compostos, moléculas e até mesmo de elementos, como o ar que se respira, que é uma mistura de gases, sendo alguns deles moléculas simples, como o oxigênio (O_2) e o nitrogênio (N_2), ou compostos como o dióxido de carbono (CO_2) e água (H_2O). Essas partes das misturas podem ser separadas por processos físicos sem afetar quimicamente suas estruturas. Uma mistura pode ainda reagir entre seus constituintes e formar diferentes compostos/moléculas.

O plano de ensino da lição sugere atividades com a mesa criadora de compostos, na qual é possível gerar novas moléculas, compostos e novas misturas. Para tanto, sugere-se a prática denominada “Pasta de Elefante” como exemplo de uma atividade para verificação de ocorrências de reações.

Após realizada a descrição das indicações oficiais de conteúdo e atividades às quais o objeto educacional se propõe, inicia-se a análise baseada no quadro-conceito proposto para fins de comparação de eficiência do jogo, neste caso, da lição 3.

A primeira prática de jogo executada foi do objeto Propriedades da Matéria. O objeto inicialmente conduz o jogador a um ludema de coleta (Pinheiro & Branco 2018) para que possa encontrar os elementos nas lojas² de químicos. Porém, a primeira barreira encontrada no design do jogo é compreender o funcionamento das mesas, que não são apresentadas de maneira clara nas lições anteriores, e descobrir onde estão os elementos necessários para seguir com o aprendizado. Dessa maneira, segundo Johnson (2005), não se tem a possibilidade de telescopagem nesse momento do jogo, pois ao jogador não são apresentados padrões que irão se repetir. Com isso, a sondagem torna-se a dimensão principal de exploração. Ao adentrar no espaço de jogo, inicia-se um ludema de exploração que deve se encerrar ao coletar os elementos e retornar para o espaço de experimentação. Percebe-se que a condução espacial de exploração faz com que o jogador se perca no mapa, o que supõe a necessidade de que as lições estabelecidas nesse objeto devam ter a mediação de um professor que tenha o conhecimento de como preencher as lacunas não fornecidas, tanto em jogo quanto no material complementar do plano de ensino.

Na área de experimentação, seguindo as instruções do NPC, o jogador deve, na mesa criadora de compostos, adicionar dois átomos de hidrogênios (H) e um de oxigênio (O). Ao fazer isso, o jogo revela um copo de béquer contendo água como resultado da ação. Essa ação de jogo é mediada por um ludema de interface, pois o jogador deve operar, a partir de itens e posições, a possibilidade de criação e modificação de objetos de jogo. Cabe ressaltar que a posição nessa atividade não representa a estrutura da fórmula em sua ordem, o que seria interessante, da parte química, que o jogo somente aceitasse os elementos em sua ordem correta, visto que, na representação dos compostos e nas reações químicas, tem-se uma ordenação. Nesse momento,

² Baús encontrados dentro do mapa com os elementos químicos.

as instruções tornam-se dúbias, pois não é claro se deve-se coletar essa resultante para o inventário³ do jogador e refazer os passos com o novo átomo que será relatado no próximo parágrafo ou seguir com o novo passo do enunciado, mantendo esse produto na futura reação. Assim, percebe-se novamente que a falta de ludemas e mecânicas que exaltem a possibilidade de telescopagem (Johnson, 2005) tornam menos eficaz a prática pedagógica.

O próximo passo consiste na adição, nesta reação, de mais um átomo de oxigênio, resultando em peróxido de hidrogênio. A próxima etapa orienta a produzir sabão, porém o jogo não fornece, nem no objeto nem no plano de ensino, quais elementos compõem a molécula de sabão, bem como não especifica qual sabão, pois existem vários tipos. O guia externo em PDF do *Minecraft Education Edition* (baixado separadamente) apresenta os elementos e quantidades necessárias para sua produção. Assim, fica evidente a necessidade de um ludema social não previsto, tornando necessário o acesso à informação em uma comunidade externa para continuidade da experiência.

Nas instruções iniciais da lição, para os próximos passos, é necessário criar os compostos iodeto de potássio (KI) e sabão (C₁₈H₃₅NaO₂), como mencionado anteriormente. Porém, o jogo não mostra suas fórmulas ou quantidades para criar os compostos, o que faz com que o jogador necessite parar de jogar para pesquisar suas fórmulas. Percebe-se a dificuldade de encontrar alguns elementos, entre eles o potássio (K), o sódio (Na) e o iodo (I). Os elementos sódio e potássio não estão em nenhum dos baús de jogo, sendo necessário buscar na biblioteca de itens seus respectivos blocos. Como alternativa, pode-se pensar no ludema cognitivo para o caso no qual o jogador produzisse, na mesa criadora de elementos, esses átomos. O iodo existe dentro da experiência de jogo, porém, encontra-se em outro baú, numa parte distante da lição. Supõe-se que talvez os elementos não existentes fossem uma ação deliberada para que o jogador tivesse que formá-los na respectiva mesa, mas, ao se jogar, não fica clara a intenção, o que demanda muito tempo na busca por eles.

Quando se observa o conteúdo “estequiometria”, abordado pela mesa criadora de compostos, nota-se uma falha considerável que, no lugar de auxiliar o entendimento do conteúdo, acaba por dificultá-lo. Na natureza, tem-se uma quantidade definida de cada elemento na formação de todos os compostos. A proporção dos elementos que compõem os compostos confere-lhes seus nomes, massa e características físico-químicas. Essa quantidade é definida pela valência⁴ de cada elemento, visto que, se esses fossem eletricamente neutros, não reagiriam entre si, não formariam compostos procurando estabilizar suas valências e, portanto, pouca diversidade de matéria seria viável. Por exemplo, para o composto cloreto de cálcio, tem-se a fórmula CaCl₂ – dois íons de cloro para um íon de cálcio. Essa proporção se dá, pois, a valência do cálcio é +2, representando-se o íon⁵ como Ca⁺². Para que o cálcio equilibre sua valência, no caso apresentado, este reage com dois cloros que possuem valência -1, somando -2, sendo o íon Cl⁻¹. Essa reação se encontra na equação (2), gerando o composto CaCl₂, eletricamente neutro.



O jogo trata dos elementos em seu estado fundamental, neutros, que não é a forma comumente encontrada na natureza; é a forma retratada na tabela periódica. Logo, na mesa criadora de compostos (Figura 1), há uma necessidade de estudo prévio do conteúdo, bem como consulta em tabelas para a criação dos compostos, pois a falta de sinalização do número de valência impossibilita uma possível compreensão rápida por parte de quem não estuda química, de modo à dinâmica não fluir com leveza na atividade. Essa falta no conteúdo químico contraria o terceiro

³ O inventário é como a mochila do personagem, onde se carrega os itens coletados no jogo.

⁴ A valência indica a capacidade de um átomo de se combinar com outro através de ligações químicas.

⁵ Composto eletricamente carregado. Cátions são íons com carga positiva e ânions possuem carga negativa.

e quarto princípios de Gee (2003), que tratam do entendimento e interpretação dos signos para aprendizagem do conteúdo.

Figura 1: Mesa criadora de composto formando o sal cloreto de cálcio sem as valências dos íons



Fonte: adaptado de Microsoft (2024).

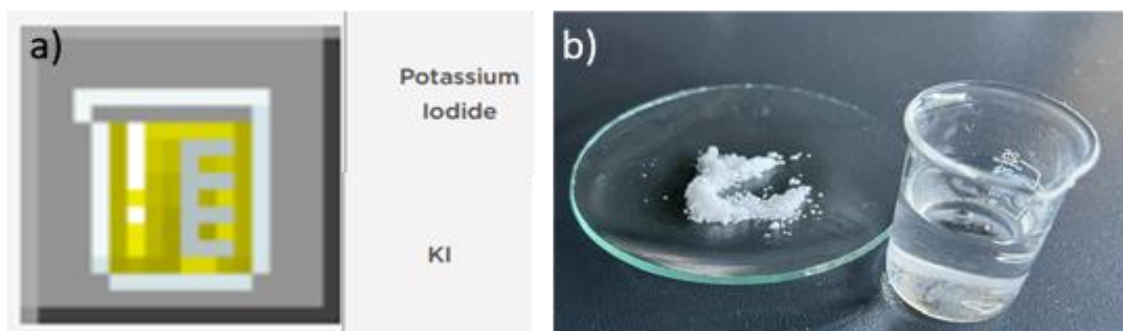
Os ludemas de interface estão muito presentes na forma como as mecânicas de química estão inseridas no jogo, de maneira que todas as mesas (construtora de elementos, criadora de compostos e bancada de laboratório) representam possibilidades de utilização de item para criação de novos objetos. A atividade carece de orientação em como colocar os elementos na mesa e suas ordens para assim formar os compostos. As produções de potássio e de sódio que faltavam para completar a lição são realizadas na mesa de construção de elementos, sendo este um ludema de interface.

Após lidar com as dificuldades de obtenção dos elementos para a lição, passou-se à etapa de criação do composto, na mesa correspondente. O composto resultante da reação entre potássio e iodo é o iodeto de potássio conforme a equação (3)



No jogo, ele é gerado em um béquer com uma representação de uma solução amarela. Porém, o composto iodeto de potássio (KI) é um sal sólido e branco, bem como sua solução, de maneira que a representação no jogo não é fidedigna, comparação que pode ser evidenciada nas figuras 2a e 2b.

Figura 2: a) Solução de iodeto de potássio *Minecraft Education Edition*; b) Sal e solução de iodeto de potássio em laboratório



Fonte: a) adaptado de Microsoft (2024); b) registrada pela autora (2024).

Outro ludema de interface é acionado para produção do sabão, que só é possível, nesse caso, ao realizar uma consulta externa ao guia de química do *Minecraft*. Durante a experiência de jogo, reconhecendo as dificuldades para conseguir os elementos, talvez esse seja o único momento de repetição em que se percebe a telescopagem como uma atividade que reforça os ensinamentos. De posse de todos os compostos necessários, o objeto educacional sugere que eles sejam colocados na mesa de artesanato (esta é a mesa presente na versão original do jogo, em que os itens comuns são fabricados), porém, a mesa correta é a bancada de trabalho. Feita a inserção dos compostos, na primeira tentativa, adicionou-se a água (H₂O) junto com os demais, o que resultou em uma explosão dos compostos. Percebe-se que o texto instrucional do ludema cognitivo, nesse caso, gera dificuldades de protocolo e que, portanto, a água não fazia parte da reação – ela estava declarada apenas como um caminho de curiosidade para adicionar oxigênio e gerar o peróxido de hidrogênio. Retirou-se esse composto e adicionaram-se os restantes, resultando, dessa forma, na produção da "pasta de elefante".

O experimento assemelha-se bastante com o real, pois ocorre um rápido aumento de volume dos produtos da reação, conforme mostram as Figuras 3a e 3b, a seguir, que retratam, respectivamente, a prática em laboratório e a realizada no jogo. A página da lição explica o experimento, informando que o iodeto de potássio (KI) não participa da reação, mas catalisa a decomposição do peróxido de hidrogênio (H₂O₂), que libera o gás oxigênio (O₂). Esse gás fica retido no sabão, que também não faz parte da reação, formando bolhas e aumentando o volume do experimento, conforme a reação expressa pela equação (4).

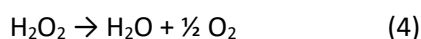
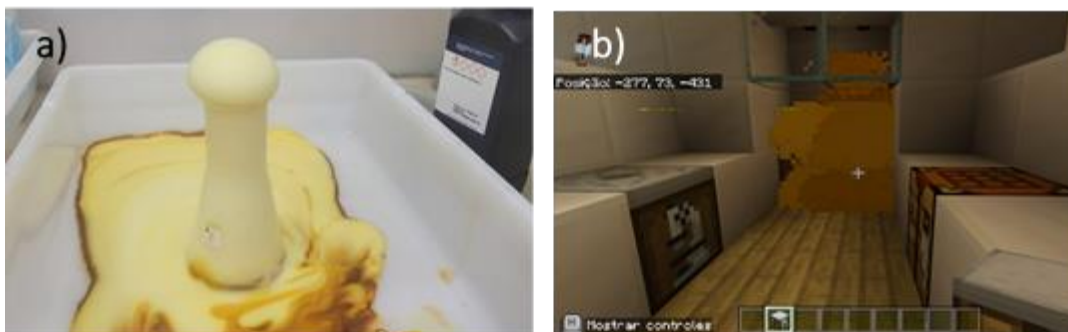


Figura 3: a) Experimento em laboratório; b) Reação no *Minecraft*



Fonte: a) registrada pela autora (2024); b) adaptado de Microsoft (2024).

O jogo, por si só, não consegue abordar os conteúdos propostos sem a orientação de um professor, pois não há suporte teórico suficiente para elaboração dos conceitos apresentados nos objetivos da lição. Essa constatação reforça, como percebido, que apenas existe a dimensão de sondagem (Johnson, 2005), fazendo com que o jogador não saiba o percurso a ser seguido. Na parte da reação química, o jogo não fornece, de forma clara, indício para verificação da ocorrência da reação, e isto é um conteúdo bastante abordado em sala de aula e laboratório, sendo proposto pela atividade, mas sem dar possibilidade de ser evidenciado ao todo. Os principais indícios de que uma reação química ocorreu são a evolução de gás proveniente da reação, mudança de coloração que se dá pela formação de um novo composto solúvel no meio, alteração da temperatura do meio reacional e formação de um novo composto insolúvel no meio, que precipita no fundo do recipiente. A reação que o jogo representa apresenta duas destas ocorrências: a liberação de calor, pois a reação é exotérmica, e a evolução do gás oxigênio, representado na reação 3. O aumento de volume ocasionado pelo gás que fica retido no sabão é visível no jogo, mas a mudança de temperatura não é retratada na prática.

Ao se tratar dos "bons princípios de aprendizagem" de Gee (2003), pode-se elencar que o jogo não cumpre com o primeiro princípio, "*active, critical learning*", visto que os aspectos de aprendizagem do ambiente em que se passa o jogo, ao invés de incentivar o jogador, o deixa confuso, sem quase nenhuma possibilidade de se guiar pela experiência, dificultando sua aprendizagem tanto do conteúdo quanto da própria partida.

O quarto princípio, "*semiotic domains*", não é contemplado em situações como a representação do sal iodeto de potássio (KI), que possui no jogo uma coloração diferente da percebida em laboratório, sendo este um problema da plataforma e não da atividade que foi avaliada, assim como a representação dos íons, inexistente. Já o sexto princípio, "*Psychosocial moratorium*", pode-se elencar como um princípio bem utilizado, pois uma reação química pode apresentar riscos, e fazê-la online é uma forma de diminuí-los.

Pode-se considerar também o décimo segundo princípio, "*practice learning*", que aborda o fato de os jogadores dedicarem muito tempo em atividades consideradas legais dos jogos, como tarefas que são necessárias para conseguir algum item ou melhorar sua pontuação. Assim, o jogo analisado traz atividades diferenciadas e vinculadas entre si, que culminam na prática "pasta de elefante", que foi muito divulgada na internet, possuindo um apelo visual pela coloração e aumento abrupto de volume da espuma, sendo considerada interessante por muitos estudantes de química.

O décimo quinto princípio, "*probing*", citado também por Johnson (2005), não é verificado, visto que o jogador ou estudante se encontra desorientado na partida, sem tutoria. Dessa forma, o jogador não encontra muitas oportunidades para tentar acertar as tarefas, visto que elas não estão claras e não propiciam o seu desenvolvimento fluído. Contudo, quando o jogador desvenda os passos para seguir, o vigésimo oitavo princípio "*discovery*" pode ser trabalhado, pois possibilita ao jogador realizar os experimentos à medida que vai descobrindo e refletindo sobre suas atividades. Por último, o vigésimo nono princípio, "*transfer*", trata do uso dos conhecimentos construídos previamente, e o jogo consegue, em parte, atingir essa meta pelos passos do jogo, que são utilizados em uma continuidade de conteúdo adequado e pelo fato do conteúdo anterior sempre ser necessário para a etapa seguinte.

Pela atividade mostrar-se, muitas vezes, confusa e com caminhos mal orientados, a compreensão do conteúdo pode gerar frustração e perder o engajamento do jogador, especialmente em um ambiente educacional. Koster (2005) afirma que a diversão está diretamente relacionada ao entendimento dos procedimentos e padrões, ao alcance das metas e sucesso na partida, e isso, em um ambiente educacional, está intimamente ligado ao processo de aprendizagem. Contudo, nessa atividade, o reconhecimento dos padrões e entendimento dos procedimentos é confuso, o que dificulta o andar da partida. O cérebro diverte-se ao decifrar padrões e ao adquirir novas habilidades de forma a ser sempre desafiado adequadamente em uma constante progressiva no avanço das dificuldades impostas pelos jogos, mas essas dificuldades precisam estar, de forma bem estruturada, inseridas no design do jogo, de forma a serem superadas à medida que a partida evolui, e não como impeditivo da progressão do jogador. Quando o jogo dificulta esse processo ou oferece informações equivocadas que podem levar o estudante a entender o conteúdo de forma incorreta, como a representação da solução de KI, ele perde o seu sentido de entretenimento e engajamento, como também de recurso facilitador da aprendizagem. O jogo oferece uma prática interessante para ser trabalhada no laboratório ao estudar, por exemplo, as evidências da ocorrência de reações químicas, pois estas podem ser confirmadas em aulas práticas.

Tanto Koster (2005) quanto Gee (2003) acordam que o design do jogo deve ser desenvolvido de forma a evitar situações mal planejadas que dificultam os processos de sondagem e telescopagem, também discutidos por Gee (2003) e Johnson (2005), ao criar barreiras cognitivas que afastarão o estudante da atividade.

Não existe um protocolo, como o das aulas experimentais de Química em laboratório, por exemplo, que poderia auxiliar no desenvolvimento da experimentação, dando, ao mesmo tempo orientações e explicações do que se está fazendo. Sendo assim, para um usuário que decide jogar esse mapa ao acaso, o conteúdo mostra-se desconexo, e a ideia de se aprender no jogo perde sentido, visto que não há contextualização.

Considerações Finais

Este trabalho propôs-se a analisar uma lição de Química de um objeto educacional de *Minecraft Education Edition*. Percebeu-se que, mesmo sendo um jogo popular e com suporte de uma desenvolvedora de grande porte, apresenta falhas em seu projeto, tanto do ponto de vista pedagógico quanto das mecânicas. Ao se considerar a estrutura de jogo (Pinheiro & Branco, 2018), atribui-se que a narrativa está atrelada ao conteúdo da Química e que o sistema de regras se estabelece com as mecânicas já estabelecidas pelo jogo base, todavia, com a adição de um pacote específico de elementos e tabelas da área de Química, entretanto, ressalta-se que as atividades disponíveis não são feitas pela desenvolvedora.

Da perspectiva narrativa, o conteúdo consegue cumprir seu papel representacional, com algumas limitações e percalços. Destaca-se a questão da coloração equivocada do composto de iodeto de potássio, sendo esta uma questão de representação do *software*. O outro ponto não abordado, como a percepção de calor que não existe na reação da atividade de "pasta de elefante", apresenta uma falta na elaboração da representação da reação, assim como percalços da ordem pedagógica do conteúdo, como a não existência de elementos propostos para a atividade nas lojas, sem apresentar as opções a serem seguidas.

Quanto ao sistema de regras, o jogo não apresenta claramente as mecânicas e seus padrões de reconhecimento (Johnson, 2005), fazendo com que o jogador fique desorientado na proposição da sentença de ludemas, o que dificulta o fluxo do objeto educacional. Mesmo assim, dentro do que se propõe para as mesas de trabalho de Química, tem-se a possibilidade de reproduzir experiências que podem ser comparadas com a atividade em um laboratório didático, como, nesta lição em específico, uma bastante popular na internet: a "pasta de elefante".

Os princípios de Gee (2003), que destacam a importância de uma atividade bem estruturada que pretenda promover o aprendizado, são parcialmente atendidos na atividade analisada. Embora o jogo apresente uma tentativa de contextualização de conceitos químicos em um ambiente interativo, o design da experiência falha em clareza, prejudicando a partida. Nesse sentido, erros da própria plataforma comprometem o entendimento da simbologia da área, afetando o aprendizado de Química. Contudo, o jogo possibilita que o estudante pratique experimentos de conteúdos educacionais relevantes que podem ser verificados em aulas práticas posteriormente.

Koster (2005) traz uma parte muito importante da aprendizagem colateral que ocorre enquanto se joga com diversão. Segundo ele, essa diversão pode ser entendida nesse material quando se chega ao fim da experiência e que possibilita uma prática instigante. Essa prática pode ser facilmente reproduzida em laboratórios, com reagentes comuns, sendo uma ótima forma de abordar o assunto das reações químicas, tanto no jogo quanto presencialmente.

Ao se realizar a lição, percebeu-se a necessidade de tutoria de um professor que possa auxiliar a sua execução, tanto em relação à química quanto à jogabilidade, o que não necessariamente é um problema, pois um dos pontos que Prensky (2012) aponta é a necessidade de professores aptos a esse tipo de atividade. Atualmente, a sociedade está em uma fase de transição geracional, quando ainda se tem professores "imigrantes digitais" lecionando para estudantes "nativos digitais", o que pode acarretar resistência, em se tratando de jogos digitais no ensino.

É importante que o mediador da atividade a conheça de forma aprofundada antes de sua aplicação, permitindo que identifique possíveis dificuldades que possam surgir e que esteja

preparado para abordá-las de forma autônoma. Dessa maneira, o professor deve dominar o jogo para uma condução fluída da atividade, favorecendo um ambiente produtivo de aprendizagem.

Outro ponto interessante para uma condução mais efetiva do momento de utilização do jogo é que o professor tenha domínio da plataforma, de forma a poder personalizá-la de acordo com sua necessidade de conteúdo, alinhando-a ao seu planejamento pedagógico e aumentando a aplicabilidade de atividades ativas e engajadoras.

Além disso, a criação de um protocolo, como o de aulas práticas, é uma estratégia recomendável para boa realização da atividade. Esse recurso auxilia no esclarecimento de dúvidas que possam ser previstas, bem como reduz a dependência do professor, dando maior independência ao estudante sobre seu processo de aprendizado.

Em relação aos conteúdos abordados nos objetivos da lição 3 do jogo, também são contemplados pela BNCC (Brasil, 2018) e podem ser utilizados como abordagem propedêutica no estudo da matéria dentro da área da Química, talvez precisando de uma melhor operação durante a partida, bem como de contextualização. Sugere-se, por exemplo, que, antes do jogo ser aplicado em sala de aula, o professor forneça explicação prévia do conteúdo e conexão com outros conteúdos abordados em aula.

Por fim, o trabalho apresentou uma análise crítica do objeto educacional, bem como uma possibilidade de arcabouço teórico resgatado do campo de estudo dos jogos para que possam existir padrões de comparabilidade e eficácia para proposição tanto de jogos como objetos educacionais digitais para o campo das ciências, em específico, da Química. Este trabalho está inserido em uma pesquisa mais ampla sobre jogos digitais e ensino de Química, contribuindo com o aprofundamento do estudo das teorias de jogos. Ainda, sua análise colaborou para o desenvolvimento de outras atividades relacionadas ao tema na plataforma *Minecraft Education Edition*.

Referências

- Bogdan, Robert C., & Biklen, Sari K. (1994). *Investigação qualitativa em Educação: Uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto.
- Borges, J. C., & Rocha, I. R. (2012). Análise e reflexões sobre a formação docente e o ensino de física experimental no Rio Grande do Norte. *Holos*, 3, 159-171.
- Brasil (2018). Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília, DF: Ministério da Educação.
- Caillois, Roger (1990). *Os jogos e os homens*. Lisboa: Cotovia.
- Cleophas, Maria da Graça, Cavalcanti, Eduardo L. Dias, & Soares, Marlon H. F. Barbosa (2018). Afinal de contas, é jogo educativo, didático ou pedagógico no ensino de Química/Ciências? Colocando os pingos nos "Is". In Maria da Graça Cleophas & Marlon H. F. Barbosa Soares, *Didatização lúdica no ensino de Química/Ciências: Teorias de aprendizagem e outras interfaces* (pp. 33-43). Editora Livraria da Física.
- Fortim, Ivelise (Org.) (2022). *Pesquisa da indústria brasileira de games 2022*. São Paulo: Abragames. Recuperado de <https://www.abragames.org/uploads/5/6/8/0/56805537/abragames-pt.pdf>
- Gee, James Paul (2003). What video games have to teach us about learning and literacy. *Computers in Entertainment (CIE)*, 1(1), 20.
- Giordan, Marcelo (1999). O papel da experimentação no ensino de ciências. *Química Nova na Escola*, 10(10), 43-49.

- Go Gamers. SXGroup (2023). *Pesquisa Game Brasil 2023*. São Paulo. Recuperado de <https://www.pesquisagamebrasil.com.br/pt/sobre/>.
- Huizinga, Johan (2014). *Homo ludens: O jogo como elemento da cultura* (8a ed.). São Paulo: Perspectiva.
- Johnson, Steve (2005). *Surpreendente!: A televisão e o videogame nos tornam mais inteligentes*. Rio de Janeiro: Elsevier.
- Kishimoto, Tizuko M. (2017). *Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação*. São Paulo: Cortez.
- Koster, Ralph (2005). *A theory of fun for videogames*. Califórnia: ParaglyphPress.
- Live + Talk, Inc. (2023). *O mundo infinito dos games 2023*. Recuperado de <https://omundoinfinitodosgamers.com.br/>.
- Maldaner, Otavio Aloisio (2003). *A formação inicial e continuada de professores de Química*. Rio Grande do Sul: Unijuí.
- Microsoft (2024). *Minecraft Education Edition*. Recuperado de: <https://education.minecraft.net/>.
- Mortimer, Eduardo Fleury (2000). *Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências*. Belo Horizonte: Editora da UFMG.
- Pinheiro, Cristiano Max Pereira, & Branco, Marsal Ávila Alves (2018). Análise da narrativa em games: Until Dawn. *Animus. Revista Interamericana de Comunicação Midiática*, 17(35), 253-272.
- Prensky, Marc (2012). *Aprendizagem baseada em jogos digitais*. São Paulo: SENAC São Paulo.
- Ramos, Lilian Gomes, & Lourenço, Ana Valéria Santos de (2020). Dificuldades dos docentes de química de escolas estaduais do município de Santo André/SP: Entraves para a realização de aulas experimentais. *Anais de Colóquios de Políticas e Gestão da Educação. Sorocaba, SP, Brasil*, 1.
- Schnetzler, Rose P., & Souza, Thiago Antunes (2019). Proposições didáticas para o formador químico: A importância do triplete químico, da linguagem e da experimentação investigativa na formação docente em química. *Química Nova*, 42(8), 947-954.
- Silva, Fernando C., Silva, Edyth Priscilla C., Duarte, Diogo Moreira, & Dias, Franciele Sousa (2021). Relação entre as dificuldades e a percepção que os estudantes do ensino médio possuem sobre a função das representações visuais no ensino de Química. *Ciência & Educação*, 27.