

Historicidade e ensino de ciências: uma experiência didático/pedagógica a partir do game “*Aventura Periódica*”

History and science teaching: a didactic/ pedagogical experience based on the game “*Aventura Periódica*”

Historicidad y enseñanza de las ciencias: una experiencia didáctico/pedagógica basada en el juego “*Aventura Periódica*”

Aruanã Antonio dos Passos¹

Lilium Cristina Angelo²

Lucas Bartiko³

Pedro Henrique Soccio Eller⁴

Solano Santos de Lima⁵

Henrique Xavier Fonseca dos Santos⁶

Resumo: O trabalho analisa o ensino de ciências e a experiência da historicidade de fatos científicos através do desenvolvimento e aplicação em sala de aula do jogo digital o “Aventura periódica”. O *game* foi desenvolvido por alunos dos cursos de engenharia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Pato Branco, sob supervisão docente e aplicado em escolas da rede pública e privada de ensino no município de Pato Branco (Paraná). Os resultados apontam para a necessidade da interdisciplinaridade entre conceitos das Ciências Humanas, no caso a noção de historicidade, e as ciências exatas (Química e engenharias) na constituição de um processo de ensino-aprendizagem que não constitua apenas uma forma complementar ou meramente lúdica em sala de aula mediada pela tecnologia, mas possibilite com apoio do recurso eletrônico a compreensão e apropriação de dados e conceitos científicos complexos e múltiplos em seus significados. **Palavras-chave:** ensino de ciências; historicidade; didática; videojogos; “aventura periódica”.

Abstract: The work analyzes science teaching and the experience of the historicity of scientific facts through the development and application in the classroom of the electronic *game* “Periodic Adventure”. The *game* was developed by engineering students at the Federal Technological University of Paraná (UTFPR), Pato Branco Campus, under teaching supervision and applied in public and private schools in the municipality of Pato Branco (Paraná). The results point to the need for interdisciplinarity between concepts from the Human Sciences, in this case the notion of historicity, and the exact sciences (Chemistry and engineering) in the constitution of a teaching-learning process that does not just constitute a complementary

or merely playful form in classroom mediated by technology, but enables, with the support of electronic resources, the understanding and appropriation of data and scientific concepts that are complex and multiple in their meanings. **Keywords:** science teaching; historicity; didactics; video games; “periodic adventure”.

Mas é legítimo perguntar se não há na ciência um elemento lúdico, dentro do terreno circunscrito pelo seu método, como por exemplo na tendência para sistematizar que todo cientista possui, tendência de caráter parcialmente lúdico. A ciência antiga, devido à carência de um sólido fundamento empírico, perdeu-se numa estéril sistematização de todos os conceitos e propriedades possíveis de imaginar.

Huizinga (2000, p. 145).

Introdução: jogo, educação e ciência

Uma das marcas mais intensas do presente é a perda dos referenciais do tempo, ou de forma mais precisa, da perda de historicidade. O ensino de ciência exige, aos nossos olhos – e reverberando a afirmação acima de Johan Huizinga (1872-1945) de que a ciência guarda em si uma natureza que também é lúdica – uma compreensão interdisciplinar capaz de reestabelecer a historicidade dos processos científicos para além de uma concepção “tradicional” da ciência em detrimento de um conceito mais apurado da realidade da prática científica e sua recepção e circulação na Educação Básica. Quase cem anos após o trabalho fundamental de Huizinga, a sua fundamentação filosófica e histórica encontra um conjunto de trabalhos teóricos e metodológicos fundamentais para a reflexão dos impactos, usos e abusos da tecnologia (especialmente os *games* e videojogos) em contextos educacionais (Kapell; Elliott, 2013; Lünen, *et al.*, 2020).

A presente experiência educacional partiu do desenvolvimento de um jogo digital (intitulado *Aventura Periódica*) gratuito fornecido a professores de Química e Ciências da Educação Básica com orientação e supervisão didática/pedagógica da equipe desenvolvedora. Trata-se de um jogo digital centrado na compreensão dos conceitos fundamentais da tabela periódica, sua nomenclatura, classificação e usos. Dessa forma, como veremos, a historicidade dos processos de constituição das classificações e conjuntos dos elementos químicos na tabela periódica e da estrutura narrativa do jogo e as potencialidades estabeleceram os objetivos gerais do projeto desenvolvido e

executado de maneira interdisciplinar com alunos dos cursos de engenharia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Pato Branco e alocado no Departamento de Química da mesma instituição no ano de 2021. Após o período de elaboração e desenvolvimento do jogo, as atividades práticas ocorreram em duas escolas no município de Pato Branco, região Sudoeste do Estado do Paraná, com aplicação e uso do *game* por sessenta (60) alunos, o que ocorreu no ano letivo de 2023.

O projeto se desenvolveu no bojo das discussões em torno do *online* e do virtual em tempos de pandemia mundial e no interior da chamada “era da transformação tecnológica” (Lévy, 1993, 1999). A reflexão sobre o uso de atividades e ferramentas com alguma característica de ludicidade e performatividade no ensino de ciências vêm sendo discutido de forma gradual e intensiva nos últimos vinte anos, dado que há certa divergência na constatação de que é imprescindível que os indivíduos possuam certo grau de autonomia intelectual que os possibilite acompanhar os avanços da ciência e tecnologia (Pinheiro; Cardoso, 2020). Embora os documentos oficiais propostos para a Educação Básica orientarem a utilização de atividades lúdicas, não há diretrizes de como esse trabalho deve ser estruturado pedagogicamente. Ademais, a formação lúdica ainda é praticamente inexistente nos currículos oficiais dos cursos de formação de professores, apesar de muitos autores concordarem que metodologias que integram o conteúdo e as atividades práticas favorecem o processo de aprendizagem (Almeida; Oliveira; Reis, 2021; Tori, 2022).

Os jogos digitais vêm sendo apontados como alternativas provindas da emergência das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), e que podem auxiliar na aprendizagem de conteúdos e no desenvolvimento de habilidades. No contexto de ludicidade escolar, os jogos digitais podem desempenhar um importante papel como recurso didático auxiliar no desenvolvimento das capacidades intelectual e cognitiva do estudante. Para Leite (2022), os jogos digitais (*games*) exigem concentração para a elaboração de estratégias, hipóteses e resolução de problemas, o que promove o desenvolvimento intelectual do estudante/jogador. De acordo com Byusa, Kampire e Mwesigye (2022), a ludicidade deve ser incorporada às salas de aula não exclusivamente como

fonte de prazer e descoberta para os alunos, mas também como contribuintes significativos no processo de construção de conhecimento. Além disso, os jogos auxiliam na socialização dos estudantes, pois se comunicam a fim de discutir o jogo. Ainda, os estudantes podem avaliar o material didático proposto para se obter informações que possam auxiliar na melhoria do mesmo (Domingos; Recena, 2010).

Em nossa experiência como docente, sabemos que o Ensino de Química frequentemente não propicia ao estudante a compreensão de como os fenômenos e processos químicos ocorrem, o que dificulta a compreensão da correlação existente entre o conhecimento técnico científico e suas implicações sociais, ambientais, econômicas, éticas, políticas, tecnológicas e científicas. Nesse sentido, podemos partir de uma noção fundamental para o conhecimento da química: a tabela periódica. A tabela periódica é uma das mais importantes generalizações na química, reflete todos os elementos descobertos ao longo de muitos anos, que foram estudados e estiveram envolvidos em transformações, atendendo às necessidades da sociedade, sendo, portanto, fundamental que suas informações e propriedades sejam entendidas. Geralmente, a tabela periódica é apresentada aos estudantes de forma imobilizada e tradicional. Desta forma, o estudante não relaciona os elementos químicos com a historicidade e devir dos processos, menos ainda ao seu cotidiano, conseqüentemente, se sente refém da memorização mecânica e superficial. Assim, o entendimento da tabela periódica é fundamental, pois propicia o desenvolvimento da compreensão de vários outros conteúdos, como ligações químicas, polaridade das ligações, estrutura molecular, forças intermoleculares e afins.

O sistema educacional brasileiro esbarra na questão da fluência ainda deficitária dos educadores em tecnologias digitais. Se pensarmos que se soma a esse problema a questão latente de atenção e foco em sala de aula, devemos considerar que a gestão escolar e pública tem enormes dificuldades na aquisição dos poucos jogos educacionais digitais existentes em Língua Portuguesa, seja pelo valor alto de aquisição de suas licenças, principalmente por escolas da rede pública, além dos equipamentos acessórios que são, por vezes, exigidos para sua execução: televisores, computadores, telas, consoles, dentre outros.

Diante deste cenário, visando suprir, por um lado, as dificuldades de acessibilidade de ferramentas tecnológicas por escolas da rede pública e a interação universidade/sociedade, e por outro, a interdisciplinaridade e discussão sobre a historicidade do fazer científico, um grupo de acadêmicos do curso de Engenharia Elétrica da UTFPR – Campus Pato Branco, idealizou e desenvolveu, como já apontamos, o jogo digital “Aventura periódica” como recurso didático auxiliar para aprendizagem das propriedades gerais da tabela periódica. Através de um conjunto de signos e representações gráficas e imagéticas históricas, o jogo digital reúne em sua estrutura tanto processos cognitivos complexos (relações entre elementos químicos e reações químicas), quanto à identificação da historicidade e aplicação de produtos e elementos químicos. Portanto, processos cognitivos que exigem alto grau de complexidade através de elementos lúdicos reconhecíveis e identificáveis por alunos do Ensino Médio. Antes de abordar a natureza do jogo em suas potencialidades didático/pedagógicas em sala de aula, cabe pontuarmos os elementos historiográficos que fundamentaram a elaboração do *game* por parte dos alunos da equipe desenvolvedora, alunos do Ensino Superior da área de engenharia. A principal dimensão explorada foi a historicidade (imagética e de memória) da tabela periódica e seus elementos constitutivos atrelados a capítulos da história da química moderna, especialmente os desenvolvimentos dessa ciência em contextos de crise. A opção pela simulação através de um jogo digital possibilitou a articulação entre áreas de conhecimento diversas (História, Química, Engenharias) e níveis educacionais (superior e médio) diversos provando que a multiplicidade de sentidos pode ser bom condutor de experiências educacionais em espaços distintos.

Historicidade e Ciência: considerações historiográficas e teóricas

O uso de jogos em sala de aula com a chamada gamificação, e outros recursos lúdicos, já é bastante consolidado do ponto de vista educacional. Esses recursos consituem um esforço, por um lado, de atualização frente ao contexto do presente marcado pela tecnologia, pela velocidade, e por outro, pela composição de todo um mercado de produtos e objetos “educacionais” ou com algum tipo de lastro de pretensão numa possível formação intelectual. Já

há bastante tempo o trabalho de Johan Huizinga, publicado ao final dos anos 1940, colocou em evidência a ludicidade na constituição de variados aspectos da ação humana em sociedade. Huizinga dedicou todo um capítulo de seu livro à análise do lúdico e suas relações ao conhecimento, sua produção e circulação. Conhecimento no sentido de um conjunto de processos cognitivos capazes de decodificar a própria realidade, uma das funções primevas da educação. Podemos, dessa forma, unir as duas pontas. No presente, o lúdico tomou lugar decisivo enquanto estrutura estruturante, para usar a expressão de Bourdieu, ao passo que constitui elemento transversal nas relações sociais. Em outras palavras, a dissolução da percepção do tempo (também como conceito científico, como é o nosso caso com o *game Aventura Periódica*) no presente poderia ser reconstruída, reestabelecida através do processo interdisciplinar de ensino-aprendizagem em sala de aula? Antes de qualquer possível resposta, uma digressão necessária sobre a historicidade e a ciência. Como aponta Huizinga, a ciência moderna tem um caráter lúdico intrínseco a suas práticas (Huizinga, 2000, p. 145).

Aqui, não se trata de negar a natureza percebida do tempo presente (materializada por seus efeitos, como o envelhecimento) e seus efeitos conhecidos: desestruturação das relações sociais, virtualização das práticas de trabalho e sociabilidade, aceleração da percepção de tempo e espaço, mas demarcar características de elaboração e reelaboração em perspectiva histórica, tanto na sua dimensão epistemológica quanto concreta no interior dos modelos de Educação e práticas de ensino consideradas “tecnológicas”. O debate em torno da tecnologia é bastante antigo, mas a dobra contemporânea da discussão assumiu proporções inegáveis após a Revolução Industrial e os avanços científicos do século XIX. O historiador inglês E. P. Thompson analisou, dentre outras temáticas, o impacto dos processos industriais na percepção do tempo e no ordenamento do espaço, e conseqüentemente, das relações sociais e das estruturas das instituições daquele contexto. Segundo o historiador inglês, o conjunto de dispositivos estabelecidos pela Revolução Industrial impôs uma nova “disciplina do tempo” (Thompson, 1998, p. 297).

A crítica das conseqüências desse novo ordenamento temporal, sintetizada numa visão de mundo centrada que articula grandes quadros de pensamento

em sua natureza e regras próprias de legitimação do tempo e espaço. Em outras palavras, o mundo pós-industrial colocou, como bem analisou Michel Foucault n’*As palavras e as coisas* (1966), toda uma gramática e classificação de saberes modernos que reordenaram a tessitura da realidade numa semântica própria desses saberes, especialmente, da *Economia Política*, da ciência natural (*Biologia*) e das ciências exatas, como a *Química* e *Física* modernas. Paralelamente ao ordenamento desses vastos campos de saberes, as instituições do oitocentos foram reformuladas pelo processo que Foucault chamou de “disciplinamento”: um processo gradual e progressivo de ordenamento do tempo e espaço através da disciplina como elemento estruturante, inclusa aí as instituições educacionais.

Por conseguinte, esse amplo conjunto de saberes estruturou modos de domínio e controle dos saberes, práticas e instituições educacionais intimamente ligadas ao exercício do poder imperialista ao longo dos últimos cinco séculos no Ocidente, como procuramos abordar. Cabe então, nesse momento, o questionamento das origens da possibilidade de crítica e superação dessas macro estruturas no mundo contemporâneo, e mais: poderia a crítica do Tempo para desconstrução e criação de uma nova consciência histórica funcionar como “desqualificador”, nos termos de Foucault, desses poderes estabelecidos? Para abordar essa questão devemos encara a relação entre tempo e historicidade, já que defendemos aqui que o próprio tempo (como realidade/concepção humana) possui o seu devir (vir à ser) histórico. Em *Ser e Tempo* (2005), Heidegger analisa de modo específico e demorado as relações entre temporalidade e historicidade. No interior da sua reflexão a Ciência possui também lugar privilegiado enquanto manifestação da modernidade sintetizando suas contradições. Nesse sentido, declarou que: “vale ainda como ‘histórico’ o que é legado na tradição, quer seja conhecido historiograficamente ou admitido como evidente ou ainda velado em sua proveniência” (Heidegger, 2005, p.184).

Inegavelmente, essa “tradição” perpassa sistemas educacionais, aqui entendidos num duplo movimento. Tanto pelo seu caráter libertador, quanto seu papel histórico e ainda atual de legitimação de centros de poder intelectuais,

técnicos e científicos. Assim, podemos recorrer a crítica de Hannah Arendt no interior do tema da “tradição” e a ruptura entre passado e presente. Arendt edificou uma crítica ampla ao projeto moderno de dominação do tempo e do espaço e seus desdobramentos na conformação dos horrores e contradições do século XX, especialmente a sociedade de consumidores e os regimes totalitários, que articularam uma série de saberes científicos em torno de suas pretensões de poder, controle, domínio e extermínio⁷.

Para Arendt, o complexo processo da modernidade levou a uma dissolução da autoridade no mundo moderno, entendida no interior da chamada “tradição”, com suas intuições, ideias, estruturas e formas de pensamento. O que se coloca em evidência na reflexão arendtiana é a percepção da história humana como processo (o vir-à-ser). Mas esse fato também possui sua historicidade, ou seja, é fruto da História e localizado no tempo, como uma espécie de despertar. Mais: é um processo que se altera no devir e se desdobra no tempo. Assim: “o primeiro resultado do agir dos homens na história foi a história tornar-se um processo [...]”(Arendt, 2007, p. 94). Esse “momento” histórico abriu as possibilidades para que o tempo passasse a ser compreendido enquanto realidade passível de ser mensurada e, em grande medida, distinta do tempo da natureza, como indica Heidegger. A consagração da técnica e da ciência no contexto da Revolução Industrial e do neoimperialismo do século XIX tornaram esse processo de domínio e controle da natureza, e com ela do tempo, praticamente intrínsecas. No entanto, Arendt nos recorda do fato de que a ruptura com a tradição – provocada pelas grandes tragédias do século XX – se fundamentou também na cegueira na crença no progresso enquanto panacéia para todo e qualquer empecilho à evolução das sociedades humanas. Nas palavras de Arendt: "Além disto, o progresso tem sido superestimado, medido como é em relação às condições excepcionalmente desumanas de exploração que resinavam nos primeiros estágios do capitalismo" (Arendt, 2001, p. 156). Ainda assim, a pensadora reconhece um fato da condição humana que torna o futuro (novo, singular) possível ou provável. Trata-se da discussão que realiza em torno da natalidade. No interior da sua reflexão, essa verdade banal está na origem de toda organização política e educacional dos seres humanos. Porque

nascemos, virtualmente podemos fazer do futuro algo distinto e novo. A esse fato e à capacidade humana de produzir o novo (a dimensão da ação na esfera dos assuntos humanos), Arendt chamou de “milagre”. Isso porque, segundo ela:

[...] ação humana, como todos os fenômenos estritamente políticos, está estritamente ligada à pluralidade humana, uma das condições fundamentais de vida humana, na medida em que repousa no fato da natalidade, por meio do qual o mundo humano é constantemente invadido por estrangeiros, recém-chegados cujas ações e reações não podem ser previstas por aqueles que nele já se encontram e que dentro de breve irão deixá-lo (Arendt, 2007, p. 92).

A tessitura do tempo, indicada por Arendt, perpassa nossa maneira de ordenar o tempo, ou seja, passado-presente-futuro. No interior dos conceitos científicos esse ordenamento na amplitude da sua tese, foi rompido através da emergência do Estado antiutilitarista nazista e sua glorificação de uma (anti)política da morte. Como procuramos aqui demonstrar, o tempo pode ser definido na sua condição de relação entre “acontecimentos existentes” (Wolff, 2013, p.49). Da mesma forma a história da ciência deve assim ser apresentada em contextos de aprendizagem, como fitamos em nossa experiência com o *game Aventura Periódica*. Assim, na chamada modernidade, a linha temporal foi ordenada e acelerada através dos centros de poder intelectual, e os espaços “formais” de saber-poder, como as universidades e escolas, mas também Institutos de Pesquisa espalhados pela Europa, a partir de suas próprias regras e acontecimento fundantes. Na esfera das tecnologias, os conhecimentos científicos do século XX partilharam da fragmentação das historicidades e da aceleração das “descobertas” científicas. O descontínuo se tornou, dessa maneira, aspecto central no debate das filosofias da ciência contemporâneas, como apontou Foucault ao analisar as classificações científicas a partir do século XVIII.

Procuramos considerar, dessa forma, o fato de que é inegável que a ciência teve papel fundamental nesse processo, de maneira específica, o próprio ordenamento temporal dos projetos nacionais na Europa se valeu da ciência

moderna. Nas esferas acadêmicas institucionais a crítica radical da modernidade enquanto projeto de dominação cognitiva e formação de centros intelectuais só se intensificaria no bojo das lutas anticoloniais do pós-Segunda Guerra Mundial. Essa consciência da crítica do progresso técnico e científico, um dos pilares da cultura eurocêntrica, foi objeto constante de criticidade e reflexão no processo de ordenação e estruturação da narrativa básica da *Aventura Periódica* pela equipe de alunos da graduação que executou a feitura do *game*. Podemos considerar ainda a importância das simulações, de forma ampla, no interior das práticas científicas no presente. Como aponta Lévy:

A simulação tem hoje papel crescente nas atividades de pesquisa científica, de criação industrial, de gerenciamento, de aprendizagem, mas também nos jogos e diversões (sobretudo nos jogos interativos na tela). Nem teoria nem experiência, forma de industrialização da experiência do pensamento, a simulação é um modo especial de conhecimento, próprio da cibercultura nascente. Na pesquisa, seu maior interesse não é, obviamente, o de substituir a experiência nem o de tomar o lugar da realidade, mas sim o de permitir a formulação e a exploração rápidas de grande quantidade de hipóteses. Do ponto de vista da inteligência coletiva, permite a colocação em imagens e o compartilhamento de mundos virtuais e de universos de significado de grande complexidade (Lévy, 1999, p. 166).

Nesse sentido, podemos considerar o fato de que boa parte da historiografia sobre jogos digitais se debruçou sobre as representações históricas diversas presentes (emuladas) nesses jogos (Manoel Junior; Machado Junior, 2021; Santos; Coelho; Bezerra, 2023; Silva, 2023). Nossa perspectiva segue outra perspectiva. A historicidade dos saberes foi elemento estruturante para a composição do jogo digital elaborado pelos alunos de engenharia e depois foi testado em ambiente escolar. Temos portanto, uma noção aproximada da chamada “vivência indireta” proporcionada pelo *game* em sua estruturação (Santos; Coelho; Bezerra, 2023, p. 205), ao passo que os fatos científicos que marcaram o ordenamento dos elementos químicos na tabela periódica foram levados em consideração para elaboração das questões relacionadas a cada “ilha” dos elementos químicos e suas classes ao longo do *game* (conforme veremos

adiante). Assim, no sentido da orientação conhecida de Walter Benjamin, em que o passado sempre se dirige a um determinado futuro (Rüsen, 2011, p. 281), buscamos reunir os sentidos possíveis para a construção histórica da tabela periódica moderna através de uma ressignificação do tempo das evoluções científicas num sentido de futuro distinto/singular, como apontou Arendt na sua análise da sociedade pós-industrial contemporânea. Em outras palavras, a historicidade dos fatos científicos e sua representação do passado passaram dialéticamente dos estudantes do ensino superior e seus saberes para o *game* que os reapresentou aos estudantes da Educação Básica. Cabe agora explicitar a construção narrativa e gráfica do *game* propiciado por esta fundamentação teórica e metodológica.

Técnicas e narrativa: a historicidade na elaboração e apresentação gráfica do *game*

A ideia do projeto que desenvolveu o jogo digital *Aventura Periódica* se deu no ano de 2021, quando as atividades presenciais ainda estavam suspensas como medida preventiva ao contágio pelo coronavírus (COVID-19). Dessa forma, o grupo acadêmico reunia-se remotamente via *Google Meet* para discutir as ideias e planejar a forma com a qual subdividiria o grupo de trabalho para execução das etapas previstas. Ainda neste período, a professora coordenadora do projeto entrou em contato eletronicamente com o chefe do núcleo de educação de Pato Branco, que gentilmente nos encaminhou para a responsável pelas ações com as Universidades dentro deste núcleo, a qual firmou a parceria junto ao projeto explanado.

No contexto de execução do projeto, preliminarmente, se discutiu a definição do eixo temático na disciplina de química no ensino médio e o gênero de jogo a ser criado e desenvolvido pelo grupo. A partir da experiência e dificuldades relatadas pelos próprios acadêmicos participantes do projeto, e de professores do ensino médio, definiu-se o tema "Tabela periódica". Relatou-se que, geralmente, os estudantes optam por decorar os símbolos dos elementos, propriedades periódicas, número atômico e de massa, aplicações e demais informações, o que não contribui para o entendimento efetivo das

informações fornecidas pela tabela periódica e sua relação com o cotidiano. Por conseguinte, o grupo definiu o desenvolvimento de um jogo digital educacional (*game*), como gênero do projeto a ser trabalhado. Internamente ao grupo executor, se estabeleceu uma subdivisão de acordo com as expertises de cada integrante. Desta forma, três equipes distintas foram estabelecidas, a de “Produção de conteúdo”, responsável pela elaboração das questões relativas ao tema escolhido para o jogo digital. Outra, que chamamos de “*Design*”, responsável pela parte gráfica do *game*, suas interfaces e interações, e a equipe de “Desenvolvimento”, responsável por criar e desenvolver as mecânicas do *game*, que inclui movimento, controles e interação com o ambiente.

Os jogos digitais exigem sobretudo uma estrutura narrativa, que implicará diversos aspectos de construção do jogo como *design* gráfico, plataformas, efeitos, personagens, trilha sonora, e outros. Tal narrativa anteposta foi estruturada a partir de uma situação hipotética: um portal para o mundo quântico se abriu devido a um acidente ocorrido com o acelerador de partículas do Laboratório Nacional de Luz Síncrotron Sirius (LNLS), a mais complexa infraestrutura de pesquisa já construída no Brasil instalada em Campinas (São Paulo). Neste enredo, a missão de salvar o mundo é dada ao jogador, o qual deve transitar pelas ilhas respondendo as questões apresentadas, interagindo com a personagem humanoide (Figura 1) para que o laboratório obtenha novamente a estabilidade, assim como os chamados gases nobres.

A partir deste arrazoado, iniciou-se o processo de desenvolvimento gráfico do projeto, o qual foi realizado utilizando o *software* livre Blender na versão 2.83.5. Também foram usados os sites “poliigon.com”, “cc0textures.com” e “blendswap.com” que disponibilizam algumas texturas, imagens e objetos gratuitamente. O grupo de desenvolvimento trabalhou com a integração entre o *software* Blender e o Unity. Grande parte do visual do jogo, tal qual os *designs* de personagens e ambientes, utilizou o *software* Blender. O grupo de desenvolvimento, conseqüentemente, integrou a parte visual com a parte funcional do jogo utilizando o *software* Unity, usando a linguagem de programação C#.

Figura 1 - Design gráfico da personagem controlável



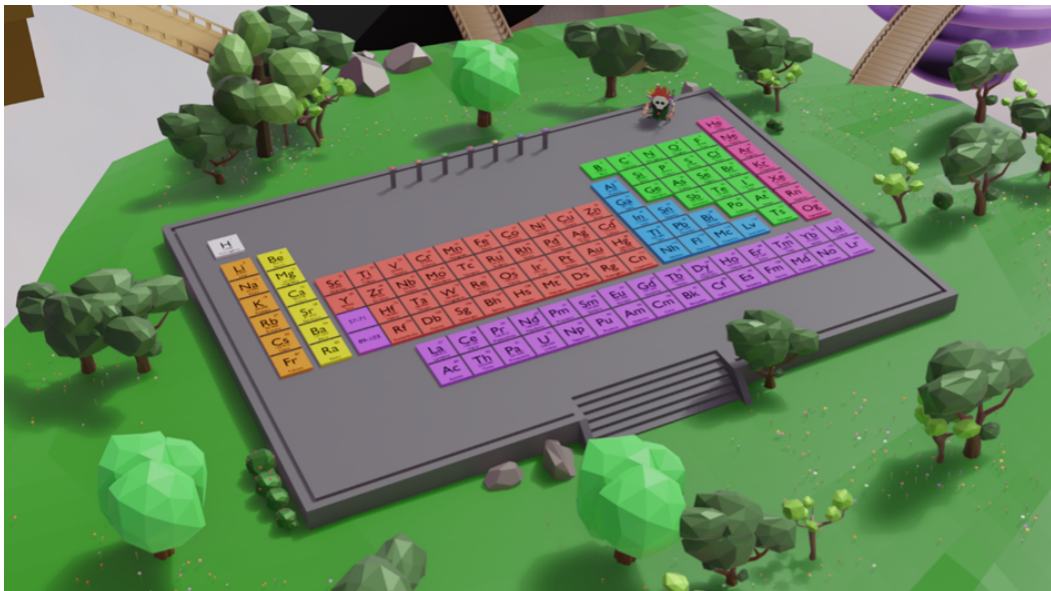
Fonte: Os autores.

Para a interação com os chamados NPC's (*Non-Player Character*, “personagens não jogáveis” em tradução livre) é necessário que a personagem se aproxime dos mesmos itens do cenário e pressione o comando do botão de interação indicado, no caso com a letra “E”. A parte da movimentação envolve todos os comandos que o jogador pode dar ao personagem, numa movimentação para as direções básicas: frente, atrás, direita e esquerda. Foram criadas também as animações necessárias para uma personagem de modelo humanoide andar, além da representação física, no que diz respeito ao contato do jogador com paredes e o próprio chão e outros elementos de cena.

O jogo possui duas fases: Na primeira, o objetivo é o desenvolvimento cognitivo do estudante quanto a subdivisão da tabela periódica (metais, não metais, hidrogênio e gases nobres). Na segunda fase, as perguntas são voltadas para a aplicação e localização de alguns elementos químicos dentro de cada grupo da tabela periódica, isso com base em elementos de historicidade no desenvolvimento da classificação ou “descoberta” de determinado elemento. Na primeira fase, após o diálogo do “Xamã” (escolhido pela equipe como personagem guia) com o primeiro NPC do *game*, apresenta-se a primeira pergunta para o jogador. O objetivo nesta fase é completar a tabela periódica que inicialmente se apresenta em branco. Para tal objetivo, o jogador deve responder

à pergunta, movendo a personagem humanoide até a tabela periódica, e então, alocar o grupo na sua devida posição, clicando “E”, colorindo o respectivo grupo imediatamente. A seguir, o jogador será apresentado à próxima pergunta, e sucessivamente, a tabela periódica será preenchida. Quando todos os grupos forem alocados corretamente, o jogador será parabenizado e terá uma visão clara da tabela periódica para que possa contemplar os diferentes grupos constituintes (Figura 2), sendo que cada questão proposta para cada grupo evidencia elementos históricos e conceituais dos elementos.

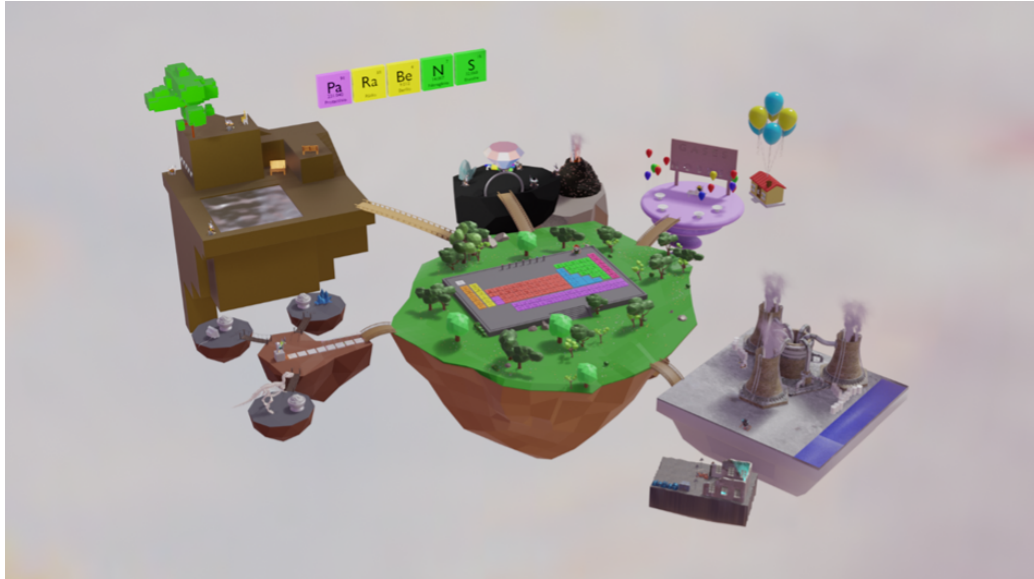
Figura 2 - Design gráfico da personagem controlável



Fonte: Os autores.

Na segunda fase do *game*, o jogador caminha com a personagem pelas ilhas de interação (Figura 3). As ilhas foram pensadas e desenvolvidas com base nas propriedades químicas, físicas e aplicações de alguns elementos químicos e funcionam como fases dos jogos com ambientações distintas relacionadas ao tipo de elementos químico e suas propriedades físico-químicas, usos e efeitos. Cada ilha abarca composições gráficas correlatas ao elemento químico pertinente, como apontamos, com a resposta correta da pergunta apresentada que também possui elementos diretamente relacionados ao conjunto de propriedades de determinado elemento.

Figura 3 - Visão geral do *Design* gráfico das ilhas de interação



Fonte: Os autores.

Com a visão panorâmica do cenário, o jogador se direcionará para a ilha que apresenta uma ponte de acesso. Em cada ilha temática, diferentes Xamãs são exibidos. Ao aproximar-se de cada um deles e clicando na tecla “E”, um conjunto de informações relacionadas ao referido elemento ou grupo de elementos é exposta. Por exemplo, na ilha temática sobre radioatividade (Figura 4), pergunta-se: *“Este elemento químico é muito empregado em usinas de energia nuclear. Também foi utilizado na bomba atômica ‘Little boy’ lançada sobre a cidade de Hiroshima, no Japão, na segunda Guerra Mundial. Morreram imediatamente 70 mil pessoas. Até o fim do ano de 1945, outras 60 mil morreram vítimas em decorrência das sequelas da explosão nuclear.”* São dadas as possibilidades de respostas que uma vez acertada, o jogador localiza e direciona-se para o próximo Xamã, onde outra pergunta ou conjunto de informações específicas são apresentadas. Somente após localizar todos os xamãs e responder corretamente as perguntas, outra ponte será liberada para acesso. Cumprindo os desafios de todas as ilhas, o jogador finaliza o *game*.

Figura 4 - Design gráfico da ilha temática sobre radioatividade



Fonte: Os autores.

Este trabalho foi realizado com a participação de turmas de primeiro ano do ensino médio de escolas públicas e privadas das cidades de Pato Branco e de Vitorino (ambas no interior do Estado do Paraná). Previamente à visita da equipe nas escolas, os professores de cada turma discutiram com os seus alunos o conteúdo “Tabela periódica”. A apresentação da equipe e execução do *game* pelos estudantes-jogadores teve duração de aproximadamente cento e dez (110) minutos.

Após a superação dos desafios das duas fases do *game*, exercido individualmente, em duplas ou trios, conforme a disponibilidade de computadores nas escolas, aplicou-se um questionário com acesso via *QR code* com perguntas relacionadas ao jogo e o grau de satisfação do jogador ao utilizá-lo (Figura 5). A formulação do questionário partiu do intento de avaliar e mensurar, pelas percepções dos próprios jogadores, as funções e efeitos de fixação dos conteúdos e de elaboração de processos cognitivos multidisciplinares por parte dos participantes da experiência, incluindo os professores das turmas.

Após o preenchimento do questionário por parte dos estudantes, passamos à análise dos dados e discussão junto à equipe de criação do *game*. Vale destacar que o jogo digital “*Aventura periódica*” foi produzido e aplicado com o intuito de contribuir para práticas didáticas relacionadas ao ensino de Química. E,

sobretudo, oferecer uma ferramenta tecnológica lúdica (jogo digital) para professores e alunos, principalmente, da rede pública, que além de aprimorar e estreitar a relação dos alunos com o conteúdo da área de química, favoreça o processo cognitivo e reforce os mecanismos de ensino-aprendizagem conexos.

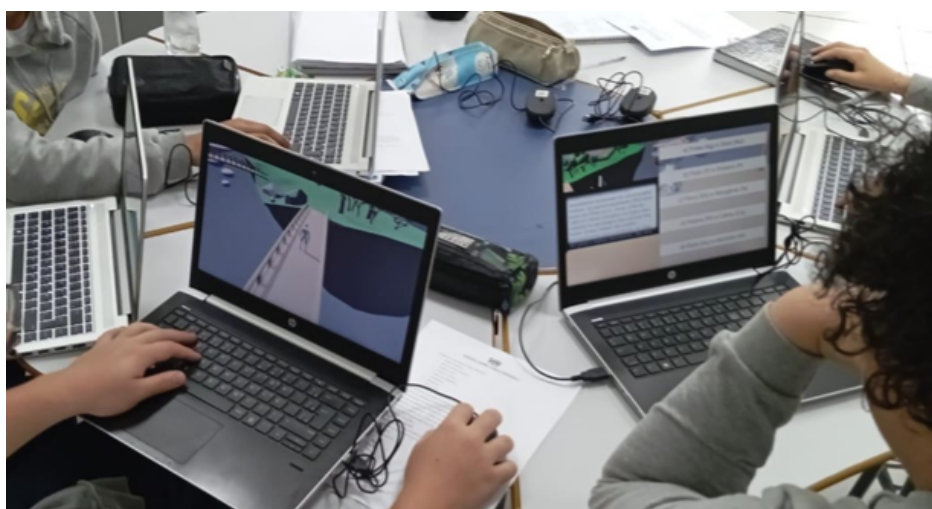
Figura 5 - Questionário aplicado aos estudantes participantes do projeto



Fonte: Os autores.

questões do jogo digital pode ser visto na Figura 6. Vale ressaltar que, embora todos os alunos presentes tenham participado da atividade, a voluntariedade foi devidamente respeitada.

Figura 6 - Execução do game pelos estudantes/jogadores participantes do projeto



Fonte: Os autores.

Após a finalização do *game* os alunos responderam um questionário disponibilizado via QR code com a intenção de avaliar sua experiência e a satisfação em relação ao jogo digital desenvolvido. Quando perguntado: “*Como você considera o estudo dos elementos químicos?*”, as respostas mostram que para a maioria dos alunos o estudo dos elementos químicos é importante, ao mesmo tempo que relataram algum grau de dificuldade para entender e aprender sobre o conteúdo “Tabela periódica” (Figura 7).

Figura 7 - Resultados do questionário proposto aos alunos participantes em relação ao conteúdo “Tabela periódica”



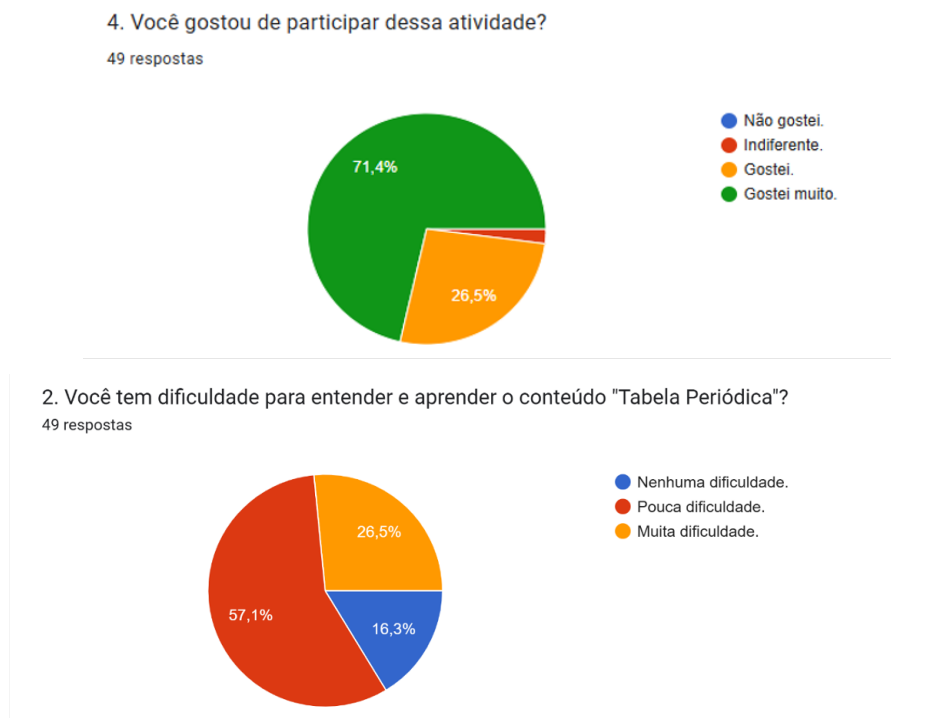
Fonte: Os autores.

Geralmente, o estudo da Tabela Periódica está relacionado, em um primeiro momento, com o reconhecimento e memorização dos símbolos dos elementos químicos, para que posteriormente se tenha um aprendizado sobre as propriedades e aplicações dos elementos e suas combinações. Todavia, este processo é frequentemente visto pelos estudantes como sendo uma simples memorização de nomes, o que desmotiva o estudo sobre o conteúdo. Neste contexto, a utilização do jogo digital em sala de aula mostrou-se uma ferramenta bastante útil, pois favoreceu o interesse dos estudantes pelo tema, facilitando

o aprendizado por meio da ludicidade do conteúdo trabalhado na atividade.

Observou-se que a atividade lúdica proposta contribuiu para alavancar discussões entre os participantes durante o jogo, induzindo a interação e a construção argumentativa entre os alunos, o que, conseqüentemente, favoreceu a resolução dos problemas que estavam inseridos no jogo. Aproximadamente 98% dos alunos gostaram de participar da atividade, bem como, 89,8% sinalizaram que gostariam de jogar mais vezes, o que demonstra a receptividade favorável à aplicação do jogo digital desenvolvido pela equipe acadêmica (Figura 8).

Figura 8 - Resultados do questionário proposto aos alunos participantes em relação a receptividade do jogo digital "Aventura periódica"



Fonte: Os autores.

Entretanto, mesmo que os alunos soubessem que certo conhecimento prévio sobre o conteúdo explorado no jogo era imprescindível, pequenos grupos, em alguns momentos, manifestaram desconforto durante a atividade, pois acreditavam ser necessário apenas "sorte" para jogar. Porém, como a passagem para as diferentes ilhas somente era liberada após responder corretamente as questões apresentadas em cada ilha, a estratégia "tentativa e erro" consumava

muito tempo em uma única ilha, o que conseqüentemente causava certa desvantagem frente aos demais alunos da turma. Na Figura 9, pode-se observar que mais de 90% dos estudantes participantes concordaram benéficamente com a utilização de jogos digitais como ferramenta auxiliar no ensino-aprendizagem. Portanto, presume-se que o jogo digital conseguiu aprimorar e estreitar a relação dos alunos com conceitos científicos fundamentais e, sobretudo, contribuir na consolidação e/ou aprendizado do conteúdo abordado.

Figura 9 - Resultados do questionário proposto aos alunos participantes em relação ao aprendizado



Fonte: Os autores.

Observamos pelos dados acima que a atividade lúdica contribuiu para alavancar discussões entre os estudantes durante o jogo, induzindo a interação entre os eles, o que conseqüentemente, favoreceu a resolução dos problemas que estavam inseridos no jogo. Essas observações reafirmam o relatado por Tori (2022), segundo este autor, o jogo é um instrumento que impõe desafio ao estudante, pois este é instigado a buscar superação de um obstáculo para dar

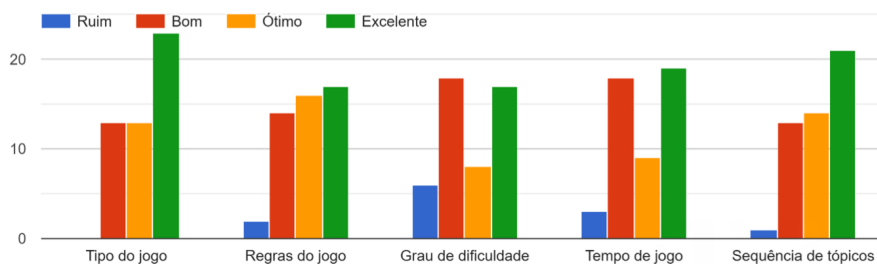
continuidade à construção da narrativa. Desse modo, o interesse, por parte dos alunos acaba precedendo a assimilação de conteúdo.

Além disso, pode-se verificar na Figura 9, que 98% dos alunos consideraram o jogo digital proposto como uma ferramenta complementar de aprendizagem interessante para a disciplina de Química. Desta forma, é razoável dizer que o *game* contribuiu como um material auxiliar, de revisão de conceitos e conhecimentos científicos sobre a localização e aplicação de elementos químicos em perspectiva interdisciplinar. Por conseguinte, é possível sugerir que este tipo de atividade lúdica oferece elevado potencial para mediar o processo de ensino-aprendizagem, podendo, portanto, continuar sendo inserido na sala de aula, pois além dos benefícios cognitivos, é um material divertido, instigante e dinamizador das aulas.

Contudo, é importante ressaltar o papel primordial do professor no processo de ensino-aprendizagem. Cabe a ele, planejar e conduzir os processos que medeiam as condições necessárias ao aprendizado do aluno para que os benefícios cognitivos sejam realmente eficazes. Os jogos digitais podem subsidiar o processo de ensino e aprendizagem, mas não, isentar outras estratégias ou recursos metodológicos. Além dos fundamentos didático-pedagógicos abordados pela utilização do jogo digital, os itens, estruturação e as funcionalidades do jogo também foram analisadas pelos estudantes, como pode ser visto no quadro abaixo (Figura 10).

Figura 10 - Resultados do questionário proposto aos alunos participantes em relação ao jogo digital "Aventura Periódica"

9. Como você avalia esses itens do jogo?



Fonte: Os autores.

Diante destes resultados, observou-se que o tipo e tempo de jogo, bem como a sequência de tópicos tiveram boa aceitação entre os estudantes. Alguns consideraram as regras do jogo ruins, o que pode estar relacionado com o fato de que a saída de cada ilha somente era permitida quando todas as questões tivessem sido respondidas corretamente. Conseqüentemente, quando o método “tentativa e erro” foi utilizado, o tempo gasto era maior, atrasando e expondo a equipe jogadora. A possibilidade de escrever sugestões, críticas e/ou elogios foi dada em um espaço dentro do questionário. Em geral, as respostas obtidas foram extremamente satisfatórias em relação à aceitabilidade dos alunos, bem como à interação destes com o jogo, o que corroborou a expectativa gerada pelos acadêmicos da equipe desenvolvedora do *game*. Os estudantes fizeram apontamentos como os descritos a seguir: “Jogo incrível e bem dinâmico” (Estudante A) “Ameiiiiiii. Muito bom o jogo!!! (Estudante B). Quero mais desses!!! E se precisar de alguém pra testar é só me chamar.” Um arraso, adorei o xamã!!” (Estudante C). “O jogo é ótimo, tenho nada a reclamar” (Estudante D). Ainda, houve estudantes que sugeriram melhorias e fizeram ponderações, dentre elas:

Achamos que seria importante pôr a função pular e que as pontes deveriam ligar diretamente na próxima ilha, pois é chato voltar a ilha principal para depois ir a próxima para completar os desafios. As árvores também atrapalham um pouco a caminhada deste trajeto. Futuramente poderiam pensar em criar skins para o boneco para trazer uma experiência mais divertida. O jogo é muito dinâmico e legal, meu grupo gostou da experiência” (Estudante A). “Fazer missões secundárias onde podemos interagir com o cenário, conseguir construir algumas coisas utilizando os materiais químicos e fazer experimentos” (Estudante B). “Acredito que tenha alguns aperfeiçoamentos a fazer em relação a alguns bugs, mas em geral o jogo é muito bom!” (Estudante C). “Melhorar as texturas gráficas do jogo. (Estudante D)

Seguramente, os comentários feitos pelos estudantes foram elucidativos e a partir destes foi possível estabelecer uma relação entre a aceitabilidade e as concepções dos alunos em relação à atividade lúdica proposta, como também, das falhas técnicas do jogo digital. Porém, é inegável que o *game* despertou uma

postura mais proativa dos alunos, evidenciando o dinamismo e a espontaneidade dentro de um contexto prazeroso de simplesmente “brincar”, sem, entretanto, deixar de ser responsável pela sua própria aprendizagem. Neste viés, sugere-se que o jogo digital pode ser utilizado como um aporte metodológico para o processo de aprendizagem interdisciplinar, ou seja, enquanto recurso que favorece o protagonismo do aluno e que beneficia o processo de resolução de problemas sem descuidar da historicidade dos processos e do devir da ciência produzida e ensinada. Entretanto, apesar das vantagens já apontadas, os *games*, por si só, cabe destacar, não são capazes de suprir os entraves que existem na construção de conhecimentos técnico-científicos relacionados à química, precisando, portanto, de outros recursos didático-pedagógicos que possam auxiliar na ascensão destes constructos. Uma vez mais, o ensino de ciências em nosso tempo exige uma abordagem que leve em consideração tanto a complexidade histórica da produção do saber, quanto do seu ensino para jovens em formação.

Considerações finais

Após o percurso de planejamento, concepção, desenvolvimento e aplicação do *Aventura Periódica* em sala de aula tivemos a satisfação de registrar o entusiasmo e a aceitação dos estudantes da Educação Básica no momento da aplicação do *game*, pois este, é, sobretudo, diferente das experiências “tradicionais” disponíveis apresentadas aos estudantes no ambiente escolar, via de regra. Logo, é prudente dizer que os jogos digitais apresentam enorme potencial para serem utilizados como ferramenta de síntese e sistematização complementar ao processo de ensino-aprendizagem dos temas previamente trabalhados em aulas teóricas, aproximando a química às aplicações do cotidiano, à própria história da ciência e seu devir frente aos acontecimentos que lhe deram a forma atual, no caso, a classificação moderna dos elementos químicos em contextos históricos, além de fortalecer as relações interpessoais, dentre outros benefícios. No entanto, também foram observadas algumas dificuldades, como o fato de alguns estudantes/jogadores contarem com aleatoriedade (sorte) na escolha das opções de respostas, e conseqüentemente, se atrasarem para finalizar o *game*, o que pode estar relacionado à chamada

curva de aprendizagem típica dos jogos digitais.

Dessa maneira, as sugestões e críticas realizadas pelos alunos observadas nos questionários, enfatizaram a capacidade que os jogos possuem de estimular atitudes relacionadas à competição, interação e cooperação, além de favorecer a alegria, o prazer, o desafio, tornando-se uma atividade diferenciada dentro do contexto escolar, principalmente nas escolas públicas. Por isso, nos preocupamos também com uma concepção do processo de ensino-aprendizagem integral, ou seja, considerando todos os sujeitos do processo (professores e alunos) e a interação destes com os objetos intermediadores (no caso, o *game*) e os conteúdos específicos da ciência tratados, especificamente a tabela periódica. Como apontou Pierre Lévy, ao analisar o impacto das tecnologias nos campos do saber: “o saber-fluxo, o trabalho-transação de conhecimento, as novas tecnologias da inteligência individual e coletiva mudam profundamente os dados do problema da educação e da formação” (Lévy, 1999, p. 158).

Nesse sentido, entendemos que o jogo digital contribuiu para que os estudantes (e professores) utilizassem suas habilidades cognitivas visando resolver os problemas propostos pelo mesmo, tirando-os de uma atitude rotineiramente passiva, além de estabelecer relações entre o conteúdo abordado no jogo e as aplicações dos elementos químicos no cotidiano em sua historicidade, como procuramos demonstrar. Isso se deve, porque os *games* colocam em evidência a simulação como centro da produção e reprodução do saber científico, como aponta Pierre Lévy (1999, p. 165). Obviamente não afirmamos que o jogo desenvolvido e aplicado foi “construtor” de conhecimento isolado. Ao contrário, esse tipo de estratégia de ensino-aprendizagem se torna efetiva quando parte do princípio da interdisciplinaridade e, então, torna-se possível inferir que de uma forma elementar lúdica, possibilitou uma alternativa de aprendizagem crítica e reflexiva com a historicidade e devir da ciência por base, no caso da constituição e ordenamento da tabela periódica, tanto para os estudantes quanto para os professores das turmas envolvidas. Cabe agora, a ampliação do jogo em sua base narrativa e sua disponibilização com suporte pedagógico a um número maior de alunos e professores, etapa futura que pretendemos desenvolver num esforço contínuo contra a educação

que não busca a autonomia e emancipação, especialmente, em contexto de amplificação de tecnologias massificadas (redes sociais e inteligências artificiais, por exemplo) que almejam sujeitar as novas gerações no interior de uma sociedade de meros consumidores rebaixados, como criticou outrora Hannah Arendt, e que precisamos sem tardar reverter.

Referências

ALMEIDA, Franciane; OLIVEIRA, Patricia; REIS, Deyse. A importância dos jogos didáticos no processo de ensino aprendizagem: revisão integrativa. *Research, Society and Development*, Vargem Grande Paulista, v. 10, n. 4, p. e41210414309, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i4.14309>. Acesso em: 10 ago. 2024.

ARENDT, Hannah. *A condição humana*. Lisboa: Relógio D'Água, 2001.

ARENDT, Hannah. *Entre o passado e o futuro*. São Paulo: Perspectiva, 2007.

BYUSA, Edwin; KAMPIRE, Edwige; MWESIGYE, R. Adrian. Game-based learning approach on students' motivation and understanding of chemistry concepts: a systematic review of literature. *Heliyon*, [London], v. 8, n. 5, p. e09541, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09541>. Acesso em: 12 ago. 2024.

DOMINGOS, C. A. Diane; RECENA, C.P. Maria. Elaboração de jogos didáticos no processo de ensino aprendizagem de química: a construção do conhecimento. *Ciências & Cognição*, Rio de Janeiro, v. 15, n. 1, p. 272-281, 20 abr. 2010.

HEIDEGGER, Martin. *Ser e Tempo*: parte I. Rio de Janeiro: Vozes, 2005.

HUIZINGA, Johan. *Homo Ludens*. 4.ed. São Paulo: Perspectiva, 2000.

KAPPELL, Matthew Wilhem; ELLIOTT, Andrew (ed.). *Playing with the past: digital games and the simulation of history*. New York: Bloomsbury Academic, 2013.

LEITE, Bruno. *Tecnologias digitais na educação: da formação à aplicação*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2022.

LÉVY, Pierre. *Cibercultura*. São Paulo: Editora 34, 1999.

LÉVY, Pierre. *As tecnologias da inteligência*. São Paulo: Editora 34, 1993.

LÜNEN, Alexandre von, LEWIS, Katherine J., LITHERLAND, Benjamin, CULLUM, Pat. (ed.). *Historia Ludens: the playing Historian*. New York: Routledge, 2020

MANOEL JUNIOR, Marcos Antonio; MACHADO JUNIOR, Cláudio de Sá. Valiant Hearts – The Great War (2024): estatutos, possibilidades metodológicas e narrativa histórica nas representações interativas do game da Ubisoft Montpellier. Londrina: *Domínios da Imagem*, Londrina, v. 15, n. 29, p. 31-59, 2021. DOI: <https://doi.org/10.5433/2237-9126.2021v16n29p31>

NASCIMENTO, Cássius Klay; BRAGA, João Pedro. A visita de Fritz Haber ao Brasil. *Revista Química Nova*, Campinas, v.. 44, n. 4, p. 536-541, 2021.

PINHEIRO, Adriana; CARDOSO, Sheila. O lúdico no ensino de ciências: uma revisão na Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências. *Revista Insignare Scientia*, Cerro Largo, v. 3, n. 1, p. 57-76, 4 jun. 2020.

RÜSEN, Jorn. Pode-se melhorar o ontem? Sobre a transformação do passado em história. *In:*

SALOMON, Marlon (org.). *História, verdade e tempo*. Chapecó: Argos, 2011. p. 259-290.

SANTOS, Christiano Britto Monteiro dos; COELHO, George Leonardo Seabra; BEZERRA, Rafael Zamorano. Memórias sensíveis da Guerra e a percepção da história em narrativas de jogos de videogames. *Estudos Históricos*, Rio de Janeiro, v. 36, n. 78, p. 201-224, 2023.

SILVA, Alex Alvarez. *Simulações históricas e civilizações digitais: representações do tempo histórico em "Sid Meier's Civilization"*. 2023. Tese (Doutorado em História) – UFG, Goiânia, 2023.

THOMPSON, E. P. *Costumes em comum*. São Paulo: Companhia das Letras, 1998.

TORI, A. Allan; TORI, Romero; NUNES, L. S., Fátima. Serious Game Design in Health Education: A Systematic Review. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, Piscataway, v. 15, n. 6, p. 827-846, 1 dez. 2022.

WOLFF, Francis. A flecha do tempo e o rio do tempo – Pensar o futuro. *In:* NOVAES, Adauto (org.). *O futuro não é mais o que era*. São Paulo: Edições Sesc, 2013. p. 46-70.

Notas

¹Professor na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Doutor em História pela Universidade Federal de Goiás (UFG).

²Professora na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Doutora em Química (área de concentração: Inorgânica) pela Universidade Federal do Paraná.

³Estudante de Engenharia Elétrica (UTFPR).

⁴Estudante de Engenharia Elétrica (UTFPR).

⁵Estudante de Engenharia Elétrica (UTFPR).

⁶Estudante de Engenharia Elétrica (UTFPR).

⁷Dentre os diversos exemplos, citamos aqui o caso do químico polonês Fritz Haber (1868-1904) responsável pela síntese da amônia a partir do nitrogênio, que serviu de base tanto para o aumento da produção agrícola no mundo quanto da produção de armas químicas utilizadas entre a Primeira e a Segunda Guerra Mundial. Sua equipe desenvolveu, naquele contexto, o pesticida à base de ácido cianídrico, cloro e nitrogênio (Zyklon B), altamente letal e que foi utilizado nos campos de extermínio nazistas. Cf: Nascimento e Braga (2021).