

Conhecimentos químicos em *Horizon Zero Dawn*: uma autoetnografia dos hiperobjetos no antropoceno

Rodrigo Barcelos Lefebvre e Roberto Dalmo Varallo Lima de Oliveira

Este estudo explora o jogo *Horizon Zero Dawn* (HZD) como um recurso didático no ensino de Química. Diante das crescentes preocupações com as mudanças climáticas e a desconexão dos estudantes com questões ambientais, apresentamos o mundo de HZD como um recurso para imaginarmos formas de lidar com o “fim do mundo”. Desenvolvemos uma autoetnografia orientada pela abordagem *Values at Play* e pelas propriedades dos hiperobjetos, pensadas à realidade do Antropoceno. Entre os resultados, destacamos as potencialidades de HZD na compreensão da Química em relação às mudanças climáticas. Defendemos a integração dos estudos culturais e ambientais no currículo de Química, demonstrando que novos futuros (humanos e mais que humanos) podem ser imaginados em mundos nos quais a ficção e a realidade se confundem.

► jogos digitais, ensino de química, ludicidade ◀



Recebido em 24/06/2024; aceito em 24/10/2024

Introdução

De acordo com o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), publicado por último em 2023, as evidências científicas sobre os efeitos das mudanças climáticas são cada vez mais alarmantes. As temperaturas globais estão aumentando, os eventos climáticos extremos estão se tornando mais frequentes e os padrões de precipitação estão se alterando rapidamente. Como professores, não temos certeza de que modo nossos estudantes são afetados por essas notícias, mas percebemos uma crescente desilusão quanto ao avanço das questões ambientais. Nesse contexto, temos o trabalho de Strife (2012), que realizou entrevistas entre crianças de 10 a 12 anos e avaliou suas preocupações ambientais. A autora descreve que a maioria das crianças expressou sentimentos apocalípticos e pessimistas sobre o futuro do planeta, caracterizando o medo conhecido como “ecofobia”.

Falar do fim do mundo, por mais que assustador, faz parte da nossa jornada de descobrir quem somos, o que fazemos aqui e como podemos cuidar dos seres e das coisas que nos importam. Longe de conotações míticas, entendemos que falar do apocalipse¹ é um tema sensível e devemos evitar abordagens catastróficas na tentativa de despertar o interesse dos jovens pelo problema. Inspirados por autores e autoras

como Bruno Latour e Donna Haraway, buscamos formas de reconexão, o que envolve fundamentar, planejar e desenvolver ações baseadas na realidade, conscientes do Antropoceno – a era geológica marcada pelo impacto significativo das atividades humanas sobre o planeta. Nada nos impede de pensar em ações para o mundo real enquanto experienciamos mundos fabulados, utilizando-os como recurso imaginativo e didático para conscientização do Antropoceno. Por que não fazer isso com jogos?

Como ponto de partida e definição, consideramos que jogos são artefatos culturais, pois por meio deles os papéis culturais, valores e bases de conhecimento são transmitidos, ambos refletem e trabalham para reproduzir a cultura (Nasir, 2005, p. 6). Para Steinkuehler (2006, p. 98), jogos consistem na sobreposição de problemas bem definidos, envoltos em problemas mal definidos, que tornam suas soluções significativas, atuam como cultura e objeto cultural, ao mesmo tempo. Entretanto, existe uma grande diferença entre estudar aspectos culturais presentes em jogos e investigar como a cultura dos videogames é construída. Pelo primeiro caminho, analisamos videogames culturalmente, mas não como cultura (Shaw, 2010, p. 418). Ao longo da pesquisa, ambas perspectivas serão necessárias.

Compartilhamos também a expectativa de “que os produtos desta sociedade contribuam para o entendimento da



situação de crise em que nos encontramos e proponham caminhos para a minimização da crise” (Zupelari e Wick, 2014). Escolhemos o jogo digital *Horizon Zero Dawn* (HZD), enquanto produto e artefato cultural repleto de fabulações pós-pós-apocalípticas, para pensarmos na área do Ensino de Química. O “pós-pós-apocalipse” de HZD é uma perspectiva realista-otimista popularmente difundida pelo *solarpunk*ⁱⁱ. Fabulações apocalípticas costumam se concentrar antes e durante as catástrofes do fim do mundo, como o filme *World War Z* (2013); fabulações pós-apocalípticas tendem a focar e explorar logo após o fim do mundo, no qual a humanidade debilitada luta por sobrevivência, como a série *The Walking Dead* (2010-2022); já fabulações pós-pós-apocalípticas tendem a abordar a reconstrução do mundo e da humanidade, anos depois das catástrofes, como é o caso do jogo digital *Stray* (2022).

Retomando o pressuposto de Zupelari e Wick (2014), de que podemos experienciar mundos fabulados para melhor compreensão do mundo real, em associação com a sensibilidade de Strife (2012) quanto a ecofobia, surge o seguinte problema: é possível encontrar paralelos entre o pós-pós-apocalipse de HZD e os “conhecimentos químicos no Antropoceno”? Se sim, como estes nos ajudam a engajar os jovens nas questões ambientais? Como o planeta é marcado de inúmeras formas pela humanidade, daremos ênfase aos “conhecimentos químicos no Antropoceno” presentes na compreensão dos limites planetários (Richardson, 2023), como alterações nos fluxos biogeoquímicos, acidificação dos oceanos e mudanças climáticas. Em relação aos conteúdos curriculares de Química que estão permeados nos estudos dos limites planetários, discutiremos sua presença no jogo ao longo da análise.

Dado o contexto, temos o objetivo de explorar como o jogo *Horizon Zero Dawn* pode ser utilizado como ferramenta pedagógica no ensino de Química, analisando as relações entre os conhecimentos químicos no Antropoceno e o mundo de HZD, a fim de estimular o engajamento dos estudantes nas questões ambientais e oferecer novas perspectivas para a educação científica em tempos de crise climática. Para responder os problemas de pesquisa propostos, partiremos do uso de jogos no Ensino de Química, seguindo para o entendimento dos modos de existência no Antropoceno, no qual o contexto das mudanças climáticas será delineado. Dentre as articulações metodológicas realizadas, estão presentes contribuições da autoetnografia, da educação e dos *games studies*. Vale ressaltar que o conteúdo científico a ser discutido não está diretamente inserido no jogo, usaremos a temática pós-pós-apocalíptica para inspirar reflexões e analogias epistemológicas pertinentes ao Ensino de Química.

Referenciais teóricos

Jogos no ensino de Química

Observamos que o uso de jogos em sala de aula tem crescido ao longo dos anos. Justificamos tal afirmação com base no trabalho recente de Silva e Soares (2023), que realizaram um estudo bibliográfico sobre o conceito de jogo, cultura lúdica e abordagem de pesquisa em um periódico científico de Ensino de Química. Parte dos resultados e conclusões apontam para o fato de que 15 dos 37 artigos analisados (ao longo de todas as publicações do periódico, desde o primeiro lançamento até 2021) não apresentaram uma definição do termo “jogo” e, no geral, existe uma carência de trabalhos que discutam aspectos teóricos, epistemológicos e metodológicos sobre os jogos e atividades lúdicas (Silva e Soares, 2023, p. 2). Os pesquisadores explicam a possibilidade de que a maior concentração de artigos sem construção metodológica adequada está associada ao tempo, por serem trabalhos comparativamente mais antigos.

Silva e Soares (2023) também indicam que dos 37 artigos analisados, apenas 6 são de natureza teórica, enquanto os outros 31 têm abordagem prática, números mais discrepantes do que os anteriormente mencionados. Em um primeiro momento, isso provavelmente reflete que mais pessoas estão testando o uso de jogos em sala, entretanto, são trabalhos cada vez menos aprofundados em estudos de novas teorias e epistemologias, homogeneizando os modos que pensamos com jogos. Esse cenário nos fez considerar a importância de realizar uma pesquisa focada no diálogo da ludicidade no ensino de Química com os estudos culturais, visando gerar novas pesquisas e conexões com o mundo. Segundo Donna Haraway (2023, p. 58), “nada está conectado a tudo; tudo está conectado a alguma coisa”, podemos considerar que nenhum jogo está conectado a tudo, mas todo jogo está conectado a algo.

Ainda na perspectiva de jogos como agentes de conexão entre saberes, trazemos como exemplo a pesquisa de Moraes e Soares (2022) na avaliação de um jogo para a construção do conhecimento de estudantes do ensino médio em biologia evolutiva. Eles discutem o papel pedagógico que o jogo desempenhou em possibilitar a aprendizagem por meio de abstrações refletidas, segundo a teoria piagetiana, que acontece quando o sujeito, nas palavras dos autores, toma consciência das abstrações reflexionantes que realiza. Os pesquisadores relatam que algumas crenças pessoais dos estudantes atrapalharam a compreensão de certos conceitos evolutivos. Talvez este seja justamente o ponto de inflexão para a abertura e sobreposição dos estudos culturais no ensino de ciências. Ao mesmo tempo que certas crenças pessoais podem “atrapalhar” a compreensão de conhecimentos

[...] temos o objetivo de explorar como o jogo *Horizon Zero Dawn* pode ser utilizado como ferramenta pedagógica no ensino de Química, analisando as relações entre os conhecimentos químicos no Antropoceno e o mundo de HZD, a fim de estimular o engajamento dos estudantes nas questões ambientais e oferecer novas perspectivas para a educação científica em tempos de crise climática.

científicos, estas são aberturas que temos para discutir e (re) significar a ciência em atividades livres e conscientes que são os jogos.

Entretanto, como bem abordado na revisão de Alves e da Silva (2020), o uso de jogos em sala de aula traz vários desafios. Uma pauta comum aos autores citados e Moraes e Soares (2022) é a importância da mediação docente em jogos didáticos e pedagógicos, soma-se a isto a devida preparação da aula. Destacar esse ponto não é à toa, porque mesmo sendo um jogo esteticamente atrativo e envolvente, a adição de aspectos educativos aos jogos traz formalidades que aos poucos quebram o conhecido “círculo mágico” de Huizinga (2007). Alves e da Silva (2020) apontam exemplos de aulas construídas ao redor de sequências didáticas e devidas metodologias que se demonstraram muito efetivas aos seus objetivos. Em suma, ainda que toda essa elaboração aumente o grau de formalidade da aplicação do jogo, existe um equilíbrio entre o lúdico e o educativo que deve ser almejado.

Outros aspectos da relação entre jogos e a educação são bem discutidos por Gilles Brougère, o autor explica que jogos são atividades educacionais informais por natureza. Além disso, Cleophas *et al.* (2018) mostram que os jogos comerciais não têm o dever de ensinar nada a ninguém, mas podem contribuir para fins educacionais, sendo então jogos educativos informais (JEI). Isso não significa que jogos não podem ser usados com intencionalidade na educação, o mais importante é a consciência de que, nessas situações, não estamos fazendo uso de jogos em sua essência, mas sim em suas variantes. Nesse sentido, o processo de formalização do lúdico “se inicia com um sutil arranjo marginal do jogo, indo até à criação de uma realidade específica do jogo educativo formal” (Brougère, 2002). Assim, partimos do ponto de que todo jogo tem potencial educativo.

Quanto a *Horizon Zero Dawn* (HZD), encontramos uma descrição publicada pela desenvolvedora, na seção “sobre este jogo”, contida na página do jogo na loja *Steam* (2024): “A TERRA NÃO NOS PERTENCE MAIS. Viva a experiência de Aloy dos Nora em sua busca lendária para desvendar os mistérios de um mundo controlado por Máquinas mortais”. HZD se trata de um RPG (*Role-Playing Game*) de ação e aventura ambientado em um futuro onde a humanidade vive em tribos primitivas e criaturas robóticas dominam o mundo. Para Juul (2011), jogos são sistemas que combinam regras reais e mundos ficcionais. Essa visão nos permite entender jogos como espaços interativos onde as regras estruturam a experiência do jogador, ao mesmo tempo em que o universo ficcional oferece um contexto narrativo e estético. Classificamos HZD como um JEI, pois se trata de um jogo com elementos visuais e narrativos que remetem aos temas

do Antropoceno, como as mudanças climáticas, adaptados para a realidade e problemas do mundo de Aloy.

Modos de existência no Antropoceno

Onde e como aterrissarⁱⁱⁱ são os desafios que tentamos responder como humanidade, Latour (2020) descreve que estamos desorientados demais para nos localizar nos termos políticos que nos guiam atualmente, esquerda ou direita. Isso significa que vivemos tempos de mudança e incertezas; associando ao contexto das mudanças climáticas, Crutzen e Stoermer (2000) chamam essa época de Antropoceno, com foco nas ações humanas, que estão sendo impactantes ao ponto de marcar o planeta em escala geológica. Outras leituras, como de Haraway (2016), interpretam que o Antropoceno é mais um evento-limite do que uma época, pois ele marca alterações planetárias tão drásticas que o próximo tempo por vir ainda precisará ser imaginado, reconstruído. Estes são apenas comentários iniciais sobre o tema, o objetivo aqui não é discutir os nomes a serem usados na estratigrafia do planeta, e sim entender nossas relações com ele, “independentemente da formalização do Antropoceno como época geológica” (Silva e Arbilla, 2018, p. 1635).

Como motivação de pesquisa, interpretamos que a ecofobia discutida anteriormente está relacionada às questões “onde estou?” e “o que faço aqui?”. Já que os problemas ambientais põem em xeque as condições físicas dos lugares que habitamos, que por sua vez influenciam nossos modos de habitar esses espaços. Larrosa (2017), em leitura a Chatwin (2003), compreende que as perguntas anteriores são resultado das nossas relações

com o espaço, sendo uma anomalia, uma enfermidade do cérebro. Curiosamente, Chatwin (2003) afirma em suas crônicas e relatos que são as crianças e os viajantes que sofrem dessa doença do estar, como atestamos pelo trabalho de Strife (2012).

Quando discutimos sobre problemas ambientais em tom de reconexão com a natureza, isso não significa algum tipo de retorno ao passado, com pequenas comunidades autossustentáveis e sem eletricidade. Da mesma forma, não acreditamos que essa reconexão esteja nas mãos da globalização, com novas tecnologias capazes de sustentar o consumo desenfreado e a infindável demanda de recursos. Nenhum desses sonhos é terrano o bastante para aprendermos a nos sobrepor com outras formas de vida, ou seja, são projetos de mundo que não contemplam uma coexistência harmoniosa com outros seres. Segundo Latour (1994), “os dois extremos, local e global, são bem menos interessantes do que os agenciamentos intermediários que aqui chamamos de redes” (Latour, 1994, p. 120). Os agenciamentos que se enredam em HZD não estão localmente ou globalmente

Quando discutimos sobre problemas ambientais em tom de reconexão com a natureza, isso não significa algum tipo de retorno ao passado, com pequenas comunidades autossustentáveis e sem eletricidade. Da mesma forma, não acreditamos que essa reconexão esteja nas mãos da globalização, com novas tecnologias capazes de sustentar o consumo desenfreado e a infindável demanda de recursos.

aterrados, também não confunda intermediário como um ponto geometricamente situado entre os dois, estamos falando de um conjunto de agências e atores que vão nos levar a algum lugar, mas ainda não sabemos seu nome direito, Latour propõe que sejamos terrestres.

A dificuldade de falarmos sobre alterações planetárias, por mais visível que sejam seus efeitos, é que este conjunto de fenômenos possui uma ordem de grandeza muito maior que o tempo de vida humana é capaz de experienciar. Morton (2013, p. 1, tradução nossa) descreve que essas “coisas que estão massivamente distribuídas no tempo e no espaço em relação aos humanos” podem ser chamadas de hiperobjetos. O autor cita exemplos de hiperobjetos: os buracos negros; a biosfera; os produtos manufaturados, como sacolas plásticas; entre outras entidades físicas ou não-físicas. Ainda que estes não aparentem semelhança, Morton (2013) descreve propriedades comuns aos hiperobjetos, como sua viscosidade, não-localidade, liquidez, multidimensionalidade e interobjetividade. Aprofundaremos mais sobre as propriedades ao analisarmos os hiperobjetos presentes em HZD. Na leitura Viveiros de Castro e Danowski (2014) a Morton (2013), hiperobjetos são fenômenos e ou entes que desafiam nossa percepção de tempo e espaço, os autores entendem que hiperobjetos se distribuem de forma que não podem ser compreendidos de imediato, “ou porque persistem e produzem efeitos cuja duração excede enormemente as escalas da vida individual, da vida coletiva e, verossimilmente, da duração da espécie” (p. 30).

Ao primeiro contato, a noção de hiperobjeto parece muito abrangente para ser capaz de lidar com as questões de um buraco negro, da biosfera ou dos produtos manufaturados ao mesmo tempo. Nesse sentido, focaremos na compreensão de como os hiperobjetos impactam as vidas humanas e mais que humanas^{iv}, para tanto, recorreremos à perspectiva eto-ecológica de Isabelle Stengers (2018), usada para entender como comportamentos ecológicos afetam e moldam o ambiente natural e vice-versa. A eto-ecologia descreve a inseparabilidade do éthos e *oikos*, modos de estar e habitat, respectivamente. A autora nos mostra como o *oikos* propõe a atualização do éthos; todavia, é da ordem do ser aceitar a

mudança, ou se insatisfazer e desejar um *oikos* que condiga com seu éthos.

Pensando na aplicação destes conceitos às questões ambientais, mesmo que o mundo estivesse salvo de uma catástrofe no Antropoceno, isso não necessariamente mudaria os comportamentos humanos que nos levaram até ela. Assim, reiteramos a importância de aprender modos de estar no mundo que sejam mais terranos, baseados na aprendizagem dos conteúdos de Química aplicados aos estudos culturais.

Estudos culturais com enfoque nas questões ambientais

Do ponto de vista pedagógico, estamos numa linha tênue entre três objetivos: o que podemos saber sobre os “conhecimentos químicos no Antropoceno”; como podemos aplicar tais conhecimentos; e como estes influenciam nossas ações e julgamentos. Para nos ajudar a refletir sobre as potencialidades pedagógicas de HZD, faremos um diálogo com os conteúdos de aprendizagem descritos por Antoni Zabala (2010). Apesar da ênfase do autor ser o espaço escolar, é possível extrapolar o seu entendimento e perceber que artefatos culturais como os jogos digitais também possuem conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais; categorias que se encaixam nos três objetivos apresentados acima, respectivamente. Segue abaixo o Quadro 1, contendo a descrição dos conteúdos de aprendizagem em Zabala (2010).

Os conteúdos de aprendizagem descritos no Quadro 1 estão presentes nos jogos de diversas formas, nem sempre explícitas, e compreendê-los é importante para que possamos estabelecer estratégias lúdicas em sala de aula. Imagine a seguinte situação: uma professora do ensino médio, depois de terminar o jogo *Stray* (2022), fica inspirada com a possibilidade de discutir a acidificação das águas como um limite planetário no jogo, utilizando a exploração dos cenários altamente poluídos para engajar os estudantes na discussão. Em sua preparação, a professora precisa pensar qual o seu objetivo com o jogo, ela deseja ensinar aos estudantes o que eles precisam saber sobre a acidificação das águas? Ou será que ela gostaria de ensinar como seus estudantes podem aplicar alguma técnica de análise por meio do jogo? Ou ainda, a docente quer ensinar uma perspectiva moral e

Quadro 1: Os conteúdos de aprendizagem

Conteúdos de aprendizagem	Descrição
Conteúdos factuais e conceituais	Conteúdos factuais são os fatos, acontecimentos, dados concretos e singulares, já os conteúdos conceituais são termos abstratos, referindo-se ao conjunto de fatos, objetos ou símbolos que possuem características comuns, e podem ter efeitos de correlação (causa e efeito), levando aos princípios.
Conteúdos procedimentais	São conteúdos que envolvem regras, técnicas, métodos, destrezas, habilidades em um conjunto de ações ordenadas e com uma finalidade; podem se situar por diferentes parâmetros, como procedimentos motores e ou cognitivos, de muitas ou poucas ações, e com ordem fixa ou variável.
Conteúdos atitudinais	São conteúdos relacionados com valores – princípios que permitem pessoas a emitirem um julgamento sobre determinada situação, tais como tolerância e liberdade; atitudes – tendências de pessoas a agirem de uma determinada maneira, como respeitar os colegas, cooperar, etc.; e normas – padrões de comportamento que devemos seguir diante de determinadas situações.

Fonte: Adaptado de Zabala (2010).

atitudinal sobre o assunto? Esses detalhes são importantes não somente para demarcar as intencionalidades da atividade, mas também para refletir se o jogo realmente é capaz de atingir tais objetivos.

No contexto das questões ambientais, nós professores temos a oportunidade de repensar nossa abordagem em sala de aula. Podemos construir conhecimentos químicos que não sejam “inertes”, apresentando a Química em contextos ricos (Mahaffy *et al.*, 2017) para discutir as mudanças climáticas e outros temas sensíveis ao momento que compreendemos como Antropoceno. Algumas exemplificações são comuns, como ensinar sobre compostos inorgânicos aplicados na química atmosférica e do solo. O problema é que uma ciência sozinha não é capaz de explicar fenômenos que não são somente químicos, são também políticos, biológicos e mais.

Será que os docentes estão sendo capacitados o suficiente para construir conhecimentos químicos que vão além da Química? Não temos a resposta completa para essa pergunta, mas nos propomos a buscar caminhos que partem da Química e não terminam nela. Como Loureiro (2017), acreditamos que a educação ambiental não pode ser idealizada, prescritiva e salvacionista, mas deve ser “parte das relações sociais, da vida cotidiana e de uma sociedade determinada, em suas contradições e nos dilemas e inquietações da existência humana na Terra” (pág. 18). Perceba como diferentes autores e autoras conduzem suas análises em termos ontológicos, dando fortes indícios que uma visão holística é necessária para se abordar questões ambientais no ensino de outras disciplinas. Dado o caráter multidisciplinar da pesquisa, desenvolvemos uma metodologia que nos permitiu discutir os conhecimentos químicos em HZD e suas aplicações pedagógicas.

Articulações metodológicas

Procedimentos para coleta de dados

Inspirados por Carvalho (2016), optamos pelo uso de uma autoetnografia aplicada aos jogos digitais, substituindo a coleta de “dados” pela produção de “textos de campo” devido ao caráter qualitativo da pesquisa. Para tanto, produzimos um diário, identificando o número e a data de cada sessão do jogo, contendo anotações, capturas de tela e narrações de experiências em primeira pessoa. Foram jogadas mais de 100 horas de HZD em aproximadamente dois meses, ao longo de 30 sessões, sendo 24 sessões para a campanha principal e missões secundárias, e 6 sessões para retomada de momentos específicos do jogo durante a análise.

O que diferencia o *corpus* desta pesquisa de um texto meramente autobiográfico é sua intencionalidade etnográfica.

Segundo Chang (2007), uma autoetnografia deve ser “etnográfica em sua orientação metodológica, cultural na sua orientação interpretativa, e autobiográfica em sua orientação de conteúdo” (tradução nossa, pág. 208). Constituída por três eixos principais, autoetnógrafos podem variar sua ênfase no processo de pesquisa (grafia), na cultura (etno) e em si (auto) (Bochner e Ellis, 2000, p. 740). Ainda que não tenhamos aprofundado os resultados na perspectiva de Análise de Discursos, Orlandi (2005) nos mostra que dispositivos de análise intervêm na ligação do analista com os objetos simbólicos que analisa, produzindo um deslocamento em sua relação de sujeito com a interpretação; um movimento entre descrever e interpretar.

A escolha metodológica de uma abordagem autoetnográfica é justificada pela necessidade de articular a experiência pessoal com a investigação cultural, o que confere à pesquisa um caráter etnográfico. A pesquisa caracteriza-se como etnográfica pelo foco na observação e análise das interações e práticas do contexto cultural de HZD, permitindo um exame de perto das dinâmicas presentes no jogo entre tribos, máquinas e o meio ambiente. A orientação cultural na interpretação dos dados surge ao relacionar essas práticas e interações a padrões mais amplos, como costumes, discursos e fenômenos do jogo. Nesse sentido, a perspectiva cultural busca entender como a subjetividade e experiências reais do pesquisador-jogador estão conectadas com o contexto cultural descrito. Por fim, a dimensão

autobiográfica se justifica como ponto de partida da pesquisa, onde a perspectiva do pesquisador atua como objeto de análise e veículo para acessar e compreender o problema. Seguiremos com Chang (2007), alternando entre elementos etnográficos, culturais e autobiográficos que reforçam o rigor e a profundidade da investigação.

Procedimentos para interpretação dos dados

A interpretação dos dados obtidos foi realizada de acordo com a abordagem *Values at Play* de Flanagan e Nissenbaum (2016) e a análise dos valores presentes em jogos, os quais puderam ser extraídos a partir da arquitetura semântica de HZD.

A arquitetura semântica dos jogos

Sabendo que jogos oferecem uma arena atraente para que as pessoas mostrem suas crenças e ideias, Flanagan e Nissenbaum (2016) enfatizam que todos os jogos expressam e incorporam valores humanos, abrangendo desde noções de justiça até condições humanas. As autoras propõem a análise dos valores em jogos por meio da “arquitetura semântica do jogo”, sugerindo uma organização para entender como os

Podemos construir conhecimentos químicos que não sejam “inertes”, apresentando a Química em contextos ricos (Mahaffy *et al.*, 2017) para discutir as mudanças climáticas e outros temas sensíveis ao momento que compreendemos como Antropoceno. Algumas exemplificações são comuns, como ensinar sobre compostos inorgânicos aplicados na química atmosférica e do solo. O problema é que uma ciência sozinha não é capaz de explicar fenômenos que não são somente químicos, são também políticos, biológicos e mais.

jogos geram significados. A arquitetura semântica de um jogo é dividida em quinze elementos, são eles: premissa narrativa e objetivos; personagens; ações no jogo; escolhas do jogador; regras para interação com outros jogadores e personagens não jogáveis; regras para interação com o ambiente; ponto de vista; hardware; interface; engine do jogo e software; contexto do jogo; recompensas; estratégias; mapas de jogo; e estética. Por motivos de recorte para o artigo, daremos ênfase na premissa narrativa e objetivos, personagens, ações no jogo e escolhas do jogador, que estarão majoritariamente descritos juntamente às análises, não de forma separada.

Análises e discussão dos dados

Descrição do jogo

Premissa narrativa e objetivos

Desenvolvido pela empresa Guerilla Games, Horizon Zero Dawn foi oficialmente exibido ao público em 2015, com introdução do fundador Hermen Hulst, durante a apresentação da distribuidora Sony na “E3”, uma feira internacional dedicada a jogos eletrônicos; o jogo foi lançado para o console PlayStation 4 em 2017, e teve sua versão para computadores apenas em 2020. A estória^v de HZD acontece em nosso mundo, a partir do ano 3021, no qual máquinas animalescas dominam a terra e os humanos vivem em tribos primitivas. Na pele de Aloy, tentamos encontrar sua origem e desvendar os mistérios por trás das criaturas robóticas. A protagonista enfrenta diversas tribos, máquinas perigosas e descobre que seu mundo já reconstruído foi resultado de um colapso tecnológico. Ela descobre informações sobre um programa inteligente chamado GAIA, criado para restaurar a vida na Terra após a catástrofe, mas algo deu errado e põe em risco a vida no planeta novamente.

Os objetivos dos personagens variam, mas a motivação principal de Aloy é entender a verdade por trás da destruição do mundo antigo e impedir que isso se repita. Ela busca respostas e tenta desvendar o mistério por trás da inteligência artificial (IA) que controla as máquinas. Ao longo da jornada, Aloy descobre mais sobre o passado da humanidade, os motivos que levaram à sua queda e as consequências desastrosas das tecnologias avançadas. O jogo oferece uma narrativa imersiva, mergulhando o jogador numa trama repleta de reviravoltas e revelações.

No final, Aloy descobre a verdade sobre sua origem, os propósitos de GAIA e consegue impedir o novo apocalipse. A relação entre a narrativa e jogador é muito bem construída, pois a estória do mundo é contada de tanto nas missões principais quanto secundárias, incentivando a imersão do jogador na narrativa. Mathijs de Jonge, diretor do jogo, comenta que

a curva de aprendizado da personagem é pareada com a do jogador, ou seja, o jogo não mostra detalhes que você saiba mais do que a Aloy e vice-versa, fazendo com que o jogador se sinta mais conectado com a personagem.

A (des)construção do mundo

O fim do mundo de Horizon Zero Dawn foi desencadeado pela imprudência do empresário Ted Faro. Na busca por lucro e poder, Ted expandiu a sua empresa de máquinas domésticas e auxílio aos humanos para o mercado de máquinas militares. Certo dia, um grupo de máquinas apresentou uma falha no programa e começou a usar suas ferramentas para o consumo de biomassa, multiplicação e adaptação descontrolada, resultando na “Praga Faro”. Estes robôs se tornaram independentes e começaram a consumir todo o planeta, ameaçando a extinção da vida.

Elisabeth Sobeck, que trabalhava com Faro, antecipou a devastação iminente e criou o “Projeto Zero Dawn”, visando restaurar a Terra depois que a Praga Faro terminasse. O plano de Sobeck foi desenvolver uma inteligência artificial chamada GAIA, com o objetivo de repovoar o planeta e garantir o equilíbrio da biosfera. Para isso, GAIA conta a ajuda

de nove funções subordinadas, que são subsistemas inteligentes com foco em diferentes atividades. MINERVA, responsável por emitir os códigos de desativação das máquinas da Praga Faro; HEPHAESTUS, responsável pela construção de Caldeirões, que fabricam os robôs terraformadores; AETHER, responsável pela desintoxicação da atmosfera do planeta; POSEIDON, responsável pela desintoxicação das águas

do planeta; DEMETER, responsável pela flora do planeta; ARTEMIS, responsável pela fauna do planeta; ELEUTHIA, responsável pela geração e criação de humanos em úteros artificiais; APOLLO, responsável pelos dados de toda a história humana e educação das gerações futuras; e HADES, responsável por destruir o planeta caso algo desse errado, para que GAIA pudesse recomeçar.

Num surto de preocupação com a própria imagem, Ted destruiu todos os registros de APOLLO, por acreditar que o conhecimento do passado tiraria a inocência dos humanos do futuro. Esse é o motivo que explica por que as tribos não conhecem nada do mundo antigo. Nossa história se passa séculos após a Praga Faro, com Aloy descobrindo estes segredos sobre o passado e o funcionamento de GAIA. Ela explora as ruínas da civilização antiga, interage com diferentes culturas e descobre sua conexão com Elisabeth Sobeck.

Hiperobjetos

Em entrevista^{vi}, o diretor de arte Jan-Bart Van Beek discute a importância que Avatar (2009) e outros filmes, séries e livros tiveram na validação do projeto, as pessoas

Desenvolvido pela empresa Guerilla Games, Horizon Zero Dawn foi oficialmente exibido ao público em 2015, com introdução do fundador Hermen Hulst, durante a apresentação da distribuidora Sony na “E3”, uma feira internacional dedicada a jogos eletrônicos; o jogo foi lançado para o console PlayStation 4 em 2017, e teve sua versão para computadores apenas em 2020.

ainda queriam ouvir novas estórias de ficção científica. Essas narrativas não serviram somente de inspiração, mas também fonte de pesquisa aos desenvolvedores, como o livro “*The World Without Us*”, escrito pelo premiado jornalista Alan Weisman (2007). O livro é uma não-ficção, em tom de jornalismo científico, que envolveu pesquisa e entrevistas a diversos especialistas. O autor descreve o mundo sem nós, dando vários exemplos de rastros deixados pela humanidade, como rejeitos radioativos, estátuas de bronze e plásticos. Objetos que, entre outros feitos, superaram as intempéries do tempo; na leitura de Morton (2013), hiperobjetos.

As percepções realizadas durante o jogo e as respostas dadas pelos desenvolvedores nas entrevistas foram motivação suficiente para entendermos que HZD não é apenas um jogo pós-pós-apocalíptico, mas também uma forma lúdica de mostrarmos como a Química – assim como outras áreas da Ciência – podem explicar sobre o futuro do planeta, a partir dos hiperobjetos. Acreditamos que olhar para futuros especulativos, com o apoio das Ciências, seja uma abordagem capaz de sensibilizar os mais jovens dos problemas que vivemos hoje. Baseado nas análises dos textos de campo, seguem abaixo interpretações das propriedades dos hiperobjetos presentes em HZD, aos olhos de um professor de Química. Destacamos que, para Morton (2013), essas propriedades são interligadas, de modo que a viscosidade é o que torna os hiperobjetos não-locais, capazes de ondular no tempo, em múltiplas dimensões, enquanto interagem com outros objetos e sistemas. Ressaltamos também a orientação cultural desta seção, já que outros pesquisadores podem ter percepções complementares às encontradas sobre as propriedades dos hiperobjetos em HZD.

Viscosidade

Hiperobjetos são viscosos porque “grudam” nos seres que estão envolvidos com eles (Morton, 2013, pág. 1). Tal qual o conceito físico de viscosidade em fluidos, hiperobjetos são resistentes ao “escoamento”. Para o autor, sua resistência é tão grande que, quanto mais tentamos nos separar, mais percebemos a ineficácia de nossos esforços. Essas não são as predileções filosóficas de um pensador, pois refletem um fato científico. Com a Química, podemos tentar entender a viscosidade dos hiperobjetos, por exemplo, pela radioatividade. Nossa melhor solução para lidar com rejeitos radioativos é enterrá-los em sistemas subterrâneos, o que está longe de ser uma solução de fato. Teremos uma conclusão similar ao discutirmos a liquidez, corroborando a interligação entre as propriedades dos hiperobjetos.

Em *Horizon Zero Dawn*, o jogador precisa escolher as melhores rotas de viagem para evitar conflito com bandos de máquinas, identificamos também uma cadeia de eventos que demonstram a viscosidade das máquinas no jogo. As

Em *Horizon Zero Dawn*, o jogador precisa escolher as melhores rotas de viagem para evitar conflito com bandos de máquinas, identificamos também uma cadeia de eventos que demonstram a viscosidade das máquinas no jogo. As máquinas de guerra durante a Praga Faro são os rastros de uma crise ambiental e tecnológica de um mundo que deixou de existir.

máquinas de guerra durante a Praga Faro são os rastros de uma crise ambiental e tecnológica de um mundo que deixou de existir. Essa mesma tecnologia, reprogramada, foi responsável por criar máquinas que estão intimamente ligadas à ecologia do mundo. Assim como os rejeitos radioativos que permanecem ativos por milhares de anos, as máquinas em HZD representam uma herança tecnológica que persiste e resiste à tentativa de remoção ou esquecimento. A Praga Faro e as máquinas de GAIA exemplificam como as ações tecnológicas de uma era podem “grudar” nas gerações futuras, tornando impossível se apartar das consequências dessas ações. Em relação ao conteúdo científico, ainda que o jogo não aborde diretamente a temática da radioatividade, percebemos como professores-jogadores que HZD pode ser um facilitador na compreensão da viscosidade dos materiais radioativos, enquanto hiperobjetos, tal como A Praga Faro.

Não-localidade

Hiperobjetos são não-locais pois qualquer “manifestação local” não é diretamente o hiperobjeto (Morton, 2013, pág. 1). Com origem na teoria quântica, o autor adverte que a influência de um hiperobjeto é não-local, mas nem sempre no sentido quântico, já que isso depende da escala do hiperobjeto e suas implicações espaciais-temporais. Na Química, um dos primeiros contatos com a não-localidade é pela natureza dualística e probabilística dos elétrons, que são hiperobjetos. Afinal, os elétrons que compõem a matéria são os mesmos desde o surgimento do universo, demonstrando sua viscosidade; da mesma forma, o princípio da incerteza de Heisenberg exemplifica o que Morton (2013) descreve como não-localidade.

Nossa investigação revelou que a maneira como as máquinas de GAIA interagem entre si é não-local. O jogo possui ecossistemas terraformados pelas manifestações locais das máquinas, separadas por GAIA em 4 classes: coleta, transporte, reconhecimento e comunicação. Embora se manifestem localmente em funções específicas, as máquinas de HZD são expressões de um sistema não-local mais abrangente. Inclusive, uma boa dica para os jogadores é tomar cuidado com as máquinas de reconhecimento, pois

estas têm a habilidade de alertar bandos vizinhos. Para os elétrons nas ligações químicas, é a partir da sobreposição entre diferentes funções de onda (ou modos de existência) que são percebidas as manifestações locais, por exemplo, as propriedades dos compostos químicos. Na prática, o aquecimento global^{vii} é um hiperobjeto com uma não-localidade mais complexa de ser

entendida por se tratar de um fenômeno em escala global, altamente disperso e probabilisticamente previsível; por outro lado, vemos com clareza que as manifestações locais desse hiperobjeto são devastadoras, como o aumento das

queimadas “naturais”, enchentes e terremotos devidos às alterações planetárias.

Liquidez

Hiperobjetos são “temporalmente líquidos”^{viii} por envolvem escalas de temporalidade diferentes das que os humanos estão acostumados (Morton, 2013, pág. 1). Isso revela não somente o curto período de tempo que temos para entendê-los, mas também como nossa perspectiva é afetada por isso. O autor descreve que os hiperobjetos parecem sumir no espaço, por serem massivamente distribuídos no tempo, como uma estrada que desaparece no horizonte. Amplamente pesquisados na Química, os plásticos são polímeros sintéticos não biodegradáveis que permanecem no meio ambiente por séculos na forma de microplásticos. É como se o futuro dos hiperobjetos se curvasse no presente, como uma sombra: ao mesmo tempo que não temos uma solução adequada para lidar com resíduos plásticos, precisamos ficar com o problema.

Amplamente pesquisados na Química, os plásticos são polímeros sintéticos não biodegradáveis que permanecem no meio ambiente por séculos na forma de microplásticos. É como se o futuro dos hiperobjetos se curvasse no presente, como uma sombra: ao mesmo tempo que não temos uma solução adequada para lidar com resíduos plásticos, precisamos ficar com o problema.

No jogo, é revelado que HADES consiste em um programa de contenção para o plano de GAIA, caso a terraformação do planeta não seja bem sucedida. A atuação de HADES como um personagem e hiperobjeto se dá pela sua constante presença na história do mundo, mesmo que dormente, exercendo pressão de mudança nas formas de vida mais curtas. A diferença entre um mundo em colapso ecológico pela produção excessiva de plásticos (entre outros fatores) e a destruição do mundo de HZD por culpa de uma tecnologia genocida, é que Aloy encontrou a solução para esse problema em algumas horas de jogo, mas a ameaça perdurou séculos. Por mais que persistentes, os hiperobjetos não são infinitos, e nossas ações, por menores que sejam, afetam o futuro. A partir dessas analogias, podemos demonstrar em sala de aula que os plásticos, como hiperobjetos, são temporalmente líquidos.

Multidimensionalidade

Hiperobjetos são “multidimensionais”^{ix} por ocuparem um espaço de alta dimensão que os torna impossíveis de serem vistos como um todo, não em uma base regular tridimensional na escala humana (Morton, 2013, pág. 70). A primeira consequência disso é que muitas vezes eles não são percebidos diretamente, apenas suas manifestações; a segunda é que a aparente desconexão entre os efeitos de um hiperobjeto fortalece o discurso de grupos negacionistas, como é o caso do aquecimento global. Com a termodinâmica, área de grande interesse na Química, entendemos o desafio que é descobrir a energia contida em um sistema isolado, são inúmeras interações que acontecem entre átomos e moléculas, é um espaço de alta dimensão praticamente impossível de ser medido em toda sua complexidade.

Em Horizon Zero Dawn, a inteligência artificial de GAIA atua como personagem e hiperobjeto, multidimensional, de difícil compreensão aos humanos de HZD. Antes de Aloy descobrir sobre GAIA, ela sabia apenas as histórias místicas de seu mundo, e ninguém compreendia o motivo pelo qual as máquinas pacíficas se tornaram agressivas com humanos,

ou porque aconteceu uma enchente onde a tribo Banuk habitava; todos esses eventos foram revelados ter relação com GAIA e suas funções (não tão) subordinadas. Tal como a termodinâmica, que encontrou na variação o caminho mais adequado para fundamentar a discussão sobre a energia presente nos sistemas (como ΔH de uma reação química), percebemos que o mundo de HZD só conseguiu se mobilizar efetivamente

quando passou a levar a sério as mudanças que estavam acontecendo na realidade que viviam, mesmo sem entendê-la completamente.

Interobjetividade

Hiperobjetos são interobjetivos porque podem ser detectados em espaços de inter-relações entre objetos (Morton, 2013, pág. 1). Não se deve confundir interobjetividade com intersubjetividade, de acordo com o autor, a segunda expressão se refere a uma relação que exclui não-humanos. A interobjetividade dos hiperobjetos se revela a partir do encontro destes com outros objetos, gerando marcas que expressam sua existência. No estudo da atmosfera, por exemplo, a Química tem a capacidade de discutir não apenas sobre as concentrações em ppm e ppb de poluentes no ar, ou as reações fotoquímicas na estratosfera, mas também as inter-relações desses fenômenos com o mundo. Afinal, as toneladas de CO_2 produzidas em certo país não ficam contidas apenas naquele espaço aéreo, e só evidenciamos seus efeitos depois da interação destas com outros objetos.

A interobjetividade em Horizon Zero Dawn acontece nas inter-relações entre as máquinas terraformadoras, a fauna e a flora do mundo. As máquinas de GAIA possuem funções que são continuamente moldadas pelas interações com outros objetos e entidades dentro do jogo. Por exemplo, as máquinas coletoras interagem com os recursos naturais, transformando-os e redistribuindo-os pelo ecossistema, afetando uma cadeia de seres cibernéticos e ou orgânicos que dependem desses materiais. Essas interações geram marcas visíveis, como mudanças nos padrões de vegetação e comportamento animal, que são manifestações da interobjetividade. No caso da poluição atmosférica que comentamos, não conseguimos seguir as moléculas de CO_2 produzidas num país e identificar que estas foram responsáveis pelo aumento de doenças respiratórias no mundo. É nesse suposto limbo que está a interobjetividade dos hiperobjetos, suprimindo a diferença entre causalidade e estética; percepções cruciais de serem

construídas em sala de aula, com auxílio lúdico, não apenas para desenvolvimento do pensamento crítico e do entendimento dos hiperobjetos do Antropoceno, mas também na interobjetividade dos conceitos químicos em si.

Entre o oikos e o éthos dos Banuk

Ao conhecer sobre a premissa narrativa e personagens – ambos elementos da arquitetura semântica de HZD – das tribos que habitam o mundo de Aloy, com destaque ao caráter etnográfico desta seção, vemos que os Banuk são a tribo de melhor relação com as máquinas; descobrimos mais sobre eles na missão secundária “*A Moment’s Peace*” e na expansão “*The Frozen Wilds*”. Na cultura oral dos Banuk, sua antecessora “Banukai” estava ferida e fugia de uma tribo inimiga, ela se escondeu entre algumas máquinas e costurou seus machucados com os cabos azuis dos robôs. Reza a lenda que a luz azul proveniente das máquinas curou suas feridas, deu-lhe força e fez com que os seres mecânicos a ajudassem a vencer a batalha. Os devotos à crença Banuk podem ser entendidos por Haraway (2009) como ciborgues, seres compostos (humano e máquina) que se inspiram nas máquinas de GAIA, em disputa dos territórios de produção, reprodução e imaginação. Quando falamos das funções subordinadas de GAIA, a palavra que mais se repete é “responsável”, o que não é mera coincidência, o manifesto de Haraway (2009) para os ciborgues é uma defesa pela confusão de fronteiras e pela responsabilidade. Em publicações recentes, Haraway (2023) introduz o termo “respons-habilidade” (do inglês *response-ability*), que significa a habilidade de responder e reagir de maneira consequente aos acontecimentos.

Mesmo não sendo uma Banuk de nascença, Aloy tornou-se ciborgue ao longo de sua jornada. Enquanto exilada, sabia o que era estar em todos os lugares e em nenhum lugar ao mesmo tempo; quando encontrou o dispositivo de Foco (uma parte crucial da jogabilidade de HZD), passou a ver o mundo com os olhos de uma máquina, percebendo os detalhes mais insignificantes ao seu redor. Conhecendo os Banuk, ela descobriu que são a única tribo que não distingue seus representantes pelo gênero, não existem patriarcas e matriarcas. A sociedade Banuk decide seus chefes e xamãs baseado no respeito e na habilidade deles. Depois de ajudar o povo Banuk a lidar com Daemon (o nome dado a HEPHAESTUS pela tribo) e as máquinas “demoníacas”, Aloy tornou-se uma líder do povo. Não é preciso ser ciborgue ou máquina para ter respons-habilidade, mas é fato que os ciborgues e as máquinas de GAIA a possuem. Os hiperobjetos presentes em HZD manipulam o espaço-tempo de modo que não apenas as características físicas (*oikos*) do mundo são alteradas, mas também fazem com que os modos de existência (*éthos*) estejam em constante atualização.

O florescer de multiplicidades

Em seu movimento simpoiético^x, Haraway (2023) compõe com a busca de Latour por onde aterrar enquanto terrestres, nem globalmente, nem localmente. Com as fabulações de Haraway, entendemos que os agenciamentos

discutidos em HZD estão enredados em figuras de barbante (no inglês, *string figures*, de sigla SF), como aquela antiga brincadeira “cama de gato”. Para que novas figuras apareçam, é preciso que outros jogadores-agentes manipulem as SF que criamos, cenário ideal para aplicação dos conteúdos de aprendizagem de Zabala (2010). Sobrepor-se com muitos para florescer multiplicidades é uma questão de aprendermos a jogar com as espécies companheiras, como as máquinas de GAIA e sua intrincada rede de hiperobjetos que discutimos anteriormente.

Em relação aos conteúdos factuais e conceituais, identificamos que HZD é um jogo educativo informal que apresenta uma grande quantidade de fatos, conceitos e princípios relacionados à Química. Dentre estes, destacamos principalmente os conteúdos que podem ser relacionados ao cenário do jogo, como a presença de compostos metálicos no mundo de HZD, relacionados à narrativa do jogo e sua jogabilidade; auxiliando no diálogo de fatos singulares como “metais possuem brilho característico”, ou correlações de causa e efeito como “metais nobres são mais caros por sua escassez e durabilidade”. Mais especificamente, o docente pode abordar conteúdos como propriedades dos metais, formação de ligas metálicas, reações de oxirredução, salientando a relação da reatividade dos metais com a durabilidade do material, potenciais interesses econômicos e impactos no meio ambiente – que no caso dos hiperobjetos metálicos de HZD, pode ser interpretada como reflexo de sua viscosidade e temporalidade. Embora não seja indicado com clareza a composição dos metais presentes nas máquinas, o jogo dá muita ênfase na reciclagem de resíduos metálicos, realizada pelas máquinas de coleta; o material coletado é transportado até caldeirões, instalações que separam e fundem os metais para produção (controlada por HEPHAESTUS) de novas máquinas de GAIA. Esse processo pode ser acompanhado a qualquer momento do jogo, desde que o acesso aos caldeirões esteja desbloqueado. Justificamos nossa escolha pela facilidade de associação entre os aspectos práticos e teóricos dos conteúdos com a temática do jogo, diminuindo a quebra de imersão do jogador e favorecendo seu engajamento.

Sobre os conteúdos procedimentais, não recomendamos o uso de HZD para abordar regras, técnicas ou métodos importantes na Química. De fato, o jogo requer que os jogadores aprendam e apliquem procedimentos de coleta, gestão e produção de recursos e objetos, como armas, armadilhas, medicamentos e semelhantes. Entretanto, a relação desses processos com conhecimentos químicos acontece na forma de conteúdos conceituais e indiretamente procedimentais.

No que diz respeito às escolhas morais do jogador, pensadas com base na arquitetura semântica de HZD, existe uma mecânica comum aos jogos de RPG, que é introduzida logo no início do jogo. O jogador pode expressar a personalidade de Aloy por três formas de diálogo diferentes: (1) confronto, no qual a protagonista terá uma abordagem agressiva à situação; (2) percepção, no qual ela usará da inteligência para uma resposta menos óbvia, contornando conflitos; ou (3) compaixão, a personagem usará suas convicções mais

profundas para uma conversa honesta e gentil. As escolhas de diálogo não afetam de forma significativa a jogabilidade, mas são uma parte importante do arco narrativo do jogo, e podem inclusive decidir a vida ou a morte de alguns personagens, ainda que o final da estória não seja alterado. Quanto à descrição dos conteúdos atitudinais e dos valores presentes no jogo de acordo com a abordagem *Values at Play*, entre os diversos valores que percebemos, damos destaque, como foco deste artigo, à promoção dos valores relacionados à justiça ambiental e sustentabilidade. Diferente da sustentabilidade em defesa do capital, o mundo de HZD revela uma sustentabilidade que existe pela manutenção dos ecossistemas e nada mais, proporcionando uma experiência que vai além do entretenimento e contribui para a educação ambiental e ética dos jogadores.

Em nossa perspectiva autoetnográfica, percebemos que a noção de hiperobjetos no jogo, associada aos conhecimentos químicos do mundo real, tendem a facilitar a compreensão e correlação do conteúdo a problemas reais. O jogo apresenta cenários onde as ruínas de antigas fábricas e zonas industriais são visíveis, lembrando a exploração desmedida dos recursos naturais. Ao caminhar por esses locais, é possível discutir em sala de aula o impacto da mineração e da extração de minerais na natureza, conectando isso à degradação do solo. Podemos comparar os vestígios da exploração do mundo de HZD ao nosso mundo, como é o caso da extração de petróleo e o *fracking*, demonstrando o impacto no aquecimento global e na contaminação de ecossistemas. No lugar de apenas exemplificar a bioacumulação de metais pesados em ambientes próximos da mineração, pode-se utilizar o jogo como contexto (neste caso, alegórico) para demonstrar a complexidade dos processos de extração e purificação dos minérios, tal qual a manutenção das barragens como responsabilidade nossa com as próximas gerações, desenvolvendo a consciência de que estes hiperobjetos ainda habitarão o planeta por muito tempo depois do fim.

Para integrar esta análise ao contexto de sala de aula e responder às questões pedagógicas, sugerimos a elaboração de uma atividade que envolva a exploração das diversas paisagens de Horizon Zero Dawn (HZD), seguidos por discussões e atividades experimentais em Química. A turma pode ser dividida em equipes, alternando por rotação entre diferentes estações, contendo atividades como: (a) jogar trechos selecionados que retratam as ruínas industriais do mundo antigo; (b) escrever anotações sobre as consequências da exploração dos recursos naturais em um mural; (c) ver um experimento para demonstração da reatividade entre metais alcalinos, metais comuns e metais nobres. Após o jogo, a turma é convidada a analisar criticamente os impactos da mineração e da extração de metais pesados, conectando esses eventos à realidade e aos efeitos, por exemplo, da viscosidade

dos hiperobjetos no Antropoceno. Durante as discussões, o docente deve tomar cuidado para garantir que as analogias com o jogo não gerem equívocos sobre os processos científicos, enfatizando a diferenciação entre realidade e ficção.

Para realização dessa atividade, é essencial uma infraestrutura básica que inclua acesso a um computador com os requisitos mínimos de sistema – disponíveis na página do jogo na plataforma Steam – além de uma internet estável para configurar o acesso do detentor do jogo na conta da Steam – e ou carregar arquivos de progresso do jogo. Quanto ao perfil dos estudantes, considera-se que muitos estão familiarizados com jogos digitais, mas é recomendado ao docente fazer uma pesquisa com a turma para descobrir quais estudantes podem precisar se familiarizar com jogos de computador do tipo RPG. A proposta, portanto, é utilizar o jogo como um recurso didático complementar ao conteúdo, não obrigatório, e adaptável às diferentes culturas lúdicas presentes na sala de aula, mantendo a flexibilidade e ritmo que o docente preferir adotar. Aqui, o jogo é entendido como uma ferramenta de ensino, cujo objetivo não é substituir o currículo tradicional, mas potencializar o aprendizado por meio da interação com mídias contemporâneas.

A atividade proposta com HZD pode ser relacionada a diversas competências e habilidades da componente curricular de Ciências da Natureza e suas Tecnologias no Ensino Médio, com foco no ensino de Química, conforme a Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018). Por meio dessa abordagem, os alunos podem aprender a analisar as transformações e conservações em sistemas que envolvem a quantidade de matéria, energia e movimento, promovendo o uso consciente de recursos naturais (habilidade EM13CNT101). Ao explorar o jogo, os estudantes podem avaliar os riscos à saúde e ao meio ambiente,

considerando a composição e toxicidade de alguns metais presentes no jogo, propondo soluções para seu uso e descarte (EM13CNT104). Além disso, o jogo oferece uma oportunidade para discutir os impactos das interferências humanas nos ciclos biogeoquímicos, promovendo ações que minimizem danos ao meio ambiente (EM13CNT105). Quando jogamos obras como HZD, estabelecemos conexões entre realidade e ficção, passamos por experiências que influenciam como percebemos os espaços que habitamos; desenvolvemos perspectivas que vão além do que os livros podem dimensionar em palavras, pois vemos com nossos próprios olhos; agimos com responsabilidade, pelo menos no mundo virtual.

Considerações finais

Horizon Zero Dawn é um jogo que nos convida a imaginar as histórias que emergem das ruínas do capital, como um

O jogo apresenta cenários onde as ruínas de antigas fábricas e zonas industriais são visíveis, lembrando a exploração desmedida dos recursos naturais. Ao caminhar por esses locais, é possível discutir em sala de aula o impacto da mineração e da extração de minerais na natureza, conectando isso à degradação do solo.

diagnóstico do presente e da crise climática, explorando as possibilidades de reconstrução depois do fim. Ao longo da pesquisa, procuramos demonstrar como o jogo pode servir como uma ferramenta pedagógica no Ensino de Química, abrindo novas perspectivas para o uso de mídias contemporâneas na abordagem de temas científicos. O processo de análise se deu por meio da arquitetura semântica de HZD, a partir da qual foram organizados os elementos do jogo, que atuaram como guia para elaboração da autoetnografia e análises seguintes. Quanto à leitura didática do jogo, foram distribuídas e comentadas as três categorias de conteúdos presentes em HZD, descritos com enfoque no ensino de Química.

Foram encontrados paralelos entre os hiperobjetos do pós-pós-apocalipse de HZD e os conhecimentos químicos dos hiperobjetos no Antropoceno, como a importância das ligas metálicas no futuro dominado pelas máquinas robôs, que são parte do ecossistema ficcional do jogo. Dentre vários aspectos, consideramos a associação entre realidade e ficção a maior contribuição de HZD para o engajamento dos jovens com as questões ambientais propostas no jogo, que por sua vez, sensibilizam estes para discussões reais. Ao apresentar eventos que acontecem em grande escala, HZD oferece um campo fértil para discussões sobre os hiperobjetos e os impactos globais das ações humanas no planeta. Além das reflexões feitas no Ensino de Química, gostamos de pensar que esta pesquisa se multiplica entre docentes, abrindo olhares pedagógicos e acadêmicos para o surgimento de novas mídias nas quais circulam conteúdos das mais diversas naturezas, direta e indiretamente relacionados à Química. Currículos são planejados com base em uma realidade constantemente atualizada, logo, os conteúdos de aprendizagem e os contextos que utilizamos também precisam ser.

Notas

ⁱ Destacamos que a palavra “apocalipse” e derivações usadas neste trabalho são sinônimos de “fim do mundo”, no sentido do fim da vida humana no planeta, não fazendo menção ao apocalipse cristão ou conotação similar.

ⁱⁱ O movimento *solarpunk* é uma corrente artística, cultural e política que imagina um futuro otimista em que a

humanidade vive em harmonia com a natureza, utilizando tecnologias sustentáveis e energias renováveis para construir sociedades ecológicas e justas.

ⁱⁱⁱ Na versão original, Latour (2020) utiliza a palavra “*atterrir*” (pousar, aterrissar), sendo uma escolha editorial traduzir como “aterrar”, destacando a relação do conceito com a Terra. A ideia de Latour é que precisamos reorientar o projeto de mundo que queremos viver e desenvolver meios de aterrissar neste lugar.

^{iv} Utilizamos a expressão “vidas mais que humanas” para nos referir a “vidas não humanas”, com o benefício de evitar um suposto excepcionalismo humano em relação às outras formas de vida.

^v O termo “estória”, usado por Donna Haraway (2023), refere-se a narrativas fabuladas em que se mesclam fato e ficção, enquanto “história” remete aos acontecimentos do passado conforme a narrativa historiográfica.

^{vi} Disponível em <<https://youtu.be/iDqDPsjrz94?si=Gz-MOyYYxfOLbKmi8>>. Acesso em 22/05/2024.

^{vii} Sempre que nos referirmos ao trabalho de Morton (2013) utilizaremos o conceito de “aquecimento global”, uma vez que o autor argumenta que o conceito de “mudanças climáticas” mobiliza discursos negacionistas.

^{viii} No inglês, o termo original usado pelo autor é “*temporal undulation*”.

^{ix} No inglês, o termo original usado pelo autor é “*phased*”.

^x Haraway (2023) utiliza o termo “simpoiese” e derivações como sinônimo de “fazer-com”, em oposição ao conceito de “autopoiese”, entendido como “criar a si mesmo”. A autora defende a ideia de que devemos nos tornar (em sentido amplo da expressão) uns com os outros, com relações mutuamente vantajosas, o que pode significar realizar colaborações multiespécies.

Rodrigo Barcelos Lefebvre (rodrigobarceloslefebvre@gmail.com) é licenciado em Química pela Universidade Federal do Paraná e mestrando do Programa de Educação em Ciências e Matemática da UFPR. Atualmente é professor de Química na Rede de Ensino Elite. **Roberto Dalmo Varallo Lima de Oliveira** (robertodalmo7@gmail.com) é licenciado em Química pela Universidade Federal Fluminense e doutor em Ciência, Tecnologia e Educação pelo CEFET-RJ. Atualmente é professor da Universidade Federal do Paraná.

Referências

AARSETH, E. Playing Research: Methodological approaches to game analysis. In: *Proceedings of the Digital Arts and Culture Conference*. Australia: Melbourne, 2003.

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

BOCHNER, A. P. e ELLIS, C. Autoethnography, personal narrative, reflexivity: Researcher as subject. *Handbook of qualitative research*, p. 733-768, 2000.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, DF: MEC, 2018.

BROUGÈRE, G. Lúdico e educação: novas perspectivas. *Linhas críticas*, v. 8, p. 5-20, 2002.

CARVALHO, F. G. *Sentidos da saúde em jogos digitais*. 2016. Dissertação de Mestrado, FIOCRUZ, Rio de Janeiro, 2016.

CHATWIN, B. *¿Qué hago yo aquí?*. Barcelona: Aleph, 2003.

CHANG, H. Autoethnography: Raising cultural consciousness of self and others. In: *Methodological developments in ethnography*. Emerald Group Publishing Limited, 2007.

CLEOPHAS, M. G.; CAVALCANTI, E. L. D. e SOARES, M. H. F. B. Afinal de contas, é jogo educativo, didático ou pedagógico no ensino de química/ciências? Colocando os pingos nos “is”. In: CLEOPHAS, M. G. e SOARES, M. H. F. B. (Org.). *Didatização*

- lúdica no ensino de química/ciências. São Paulo: Livraria da Física, 2018.
- CRUTZEN, P. J. e STOERMER, E. F. The Anthropocene. *Global Change Newsletter*, v. 41, n. 1, 2000.
- FLANAGAN, M. e NISSENBAUM, H. *Values at Play: valores em jogos digitais*. Editora Blucher, 2016.
- HARAWAY, D. J. Antropoceno, capitaloceno, plantationoceno, chthuluceno: fazendo parentes. *ClimaCom Cultura Científica*, v. 3, n. 5, p. 139-146, 2016.
- HARAWAY, D. J. *Ficar com o problema: fazer parentes no Chthuluceno*. N-1 edições, 2023.
- HUIZINGA, J. *Homo ludens: o jogo como elemento da cultura*. Editora Perspectiva, 2007.
- IPCC, 2023: Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2023: Synthesis Report*. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 1-34.
- JUUL, J. *Half-real: Video games between real rules and fictional worlds*. MIT press, 2011.
- KONZACK, L. Computer game criticism: A method for computer game analysis. In: *CGDC Conference*, 2002.
- LARROSA, J. *Pedagogia profana: danças, piroetas e mascaradas*. Autêntica, 2017.
- LATOURE, B. *Jamais fomos modernos*. Editora 34, 1994.
- LATOURE, B. *Diante de Gaia: oito conferências sobre a natureza no Antropoceno*. Ubu Editora, 2020.
- LOUREIRO, C. F. Alguns apontamentos sobre a educação ambiental no Brasil. *Ensino de Química em Revista: o papel social do ensino de química*. Rio de Janeiro: Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, p. 12, 2017.
- MAHAFFY, P. G.; HOLME, T. A.; MARTIN-VISSCHER, L.; MARTIN, B. E.; VERSPRILLE, A.; KIRCHHOFF, M.; MCKENZIE, L. e TOWNS, M. Beyond “inert” ideas to teaching general chemistry from rich contexts: Visualizing the chemistry of climate change (VC3). *Journal of Chemical Education*, v. 94, n. 8, p. 1027-1035, 2017.
- MORAES, F. A. e SOARES, M. H. F. B. Construindo conhecimento sobre a biologia evolutiva no ensino médio: a operação, a assimilação e a interação lúdica em um jogo pedagógico. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 27, n. 1, p. 503-525, 2022.
- MORTON, T. *Hyperobjects: Philosophy and Ecology after the End of the World*. U of Minnesota Press, 2013.
- NASIR, N. S. Individual cognitive structuring and the sociocultural context: Strategy shifts in the game of dominoes. *The Journal of the Learning Sciences*, v. 14, n. 1, p. 5-34, 2005.
- ORLANDI, E. *Análise do discurso: princípios e procedimentos*. Campinas: Pontes, 2005.
- RICHARDSON, K.; STEFFEN, W.; LUCHT, W.; BENDTSEN, J.; CORNELL, S. E.; DONGES, J. F.; ... e ROCKSTRÖM, J. Earth beyond six of nine planetary boundaries. *Science advances*, v. 9, n. 37, p. 1-16, 2023.
- SHAW, A. What is video game culture? Cultural studies and game studies. *Games and culture*, v. 5, n. 4, p. 403-424, 2010.
- SILVA, C. M. e ARBILLA, G. Antropoceno: os desafios de um novo mundo. *Revista Virtual de Química*, v. 10, n. 6, p. 1619-1647, 2018.
- SILVA, C. S. e SOARES, M. H. F. B. Estudo bibliográfico sobre conceito de jogo, cultura lúdica e abordagem de pesquisa em um periódico científico de Ensino de Química. *Ciência & Educação*, v. 29, 2023.
- STEINKUEHLER, C. A. Why game (culture) studies now?. *Games and culture*, v. 1, n. 1, p. 97-102, 2006.
- STENGERS, I. A proposição cosmopolítica. *Revista do Instituto de Estudos Brasileiros*, v. 69, p. 442-464, 2018.
- STRIFE, S. J. Children’s environmental concerns: Expressing ecophobia. *The Journal of Environmental Education*, v. 43, n. 1, p. 37-54, 2012.
- VIVEIROS DE CASTRO, E. e DANOWSKI, D. *Há mundo por vir? Ensaio sobre os medos e os fins*. Florianópolis: Cultura e Barbárie, Instituto Socioambiental, 2014.
- WEISMAN, A. *The world without us*. Macmillan, 2008.
- ZUPELARI, M. F. Z. e WICK, M. A. L. A incerteza do futuro e a questão ambiental na contemporaneidade. *Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental*, v. 31, n. 2, p. 230-246, 2014.
- ZABALA, A. *A prática educativa: como ensinar*. Porto Alegre: Artmed, 2010.

Abstract: *Chemical knowledge in Horizon Zero Dawn: an autoethnography of hyperobjects in the anthropocene.* This study explores the game Horizon Zero Dawn (HZD) as a didactic resource in teaching Chemistry. In the face of growing concerns about climate change and students’ disconnection from environmental issues, we present the world of HZD as a tool to imagine ways of dealing with the “end of the world.” We developed an autoethnography guided by the Values at Play approach and the properties of hyperobjects, adapted to the reality of the Anthropocene. Among the results, we highlight HZD’s potential in understanding Chemistry in relation to climate change. We advocate for the integration of cultural and environmental studies into the Chemistry curriculum, demonstrating that new futures (human and more-than-human) can be imagined in worlds where fiction and reality blend together.

Keyword: digital games, chemistry education, playfulness