

A Pesquisa Baseada em Design (DBR) no desenvolvimento da Gamificação como estratégia para o ensino de química

Design-Based Research (DBR) in the development of Gamification as a strategy for teaching chemistry

Paula Maria de Almeida Santos ^a, Hawbertt Rocha Costa ^b

^a Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Federal do Maranhão, São Luís-MA, Brasil; ^b Centro de Ciências de Bacabal, Universidade Federal do Maranhão, Bacabal-MA, Brasil.

Resumo. Este artigo objetiva analisar quais as contribuições da Pesquisa Baseada em Design (DBR) para a implementação da gamificação no Ensino de Química. Para tanto, este trabalho teve como participantes a professora regente e 25 alunos de uma turma de 1º ano do ensino médio de uma escola pública do estado do Maranhão. Consideramos a DBR como pressuposto teórico-metodológico e a Teoria da Ação Mediada (TAM) como referencial para a construção de uma sequência didática gamificada. A metodologia seguiu as quatro fases da DBR propostas por Reeves (2000): 1) análise do problema educativo; 2) desenvolvimento do artefato pedagógico; 3) intervenção e avaliação; 4) reflexão para produzir princípios de design. Os instrumentos de coleta de dados utilizados foram os planos de aula da docente, entrevistas, questionários, observação participante e registros em diário de campo. Os resultados demonstram que a utilização do suporte teórico da TAM mostrou-se como um possível referencial para a articulação de atividades gamificadas, pois ofereceu subsídios para que os alunos interagissem com as ferramentas socioculturais. Evidenciamos que, em cada fase, foram gerados conhecimentos didáticos que auxiliaram a gerenciar demandas e dificuldades, fornecendo elementos para a construção do design e do redesign durante o desenvolvimento da intervenção.

Palavras-chave:

Pesquisa Baseada em Design, Gamificação, Ensino de Química, Sequência Didática, Teoria da Ação Mediada.

Submetido em

05/03/2024

Aceito em

24/04/2025

Publicado em

04/07/2025

Abstract. This article aims to analyze the contributions of Design-Based Research (DBR) to the implementation of gamification in Chemistry Teaching. To this end, this work had as participants the regent teacher and 25 students from a 1st year high school class at a public school in the state of Maranhão. We consider DBR as a theoretical-methodological assumption and the Theory of Mediated Action (TAM) as a reference for the construction of a gamified didactic sequence. The methodology followed the four phases of DBR proposed by Reeves (2000): 1) analysis of the educational problem; 2) development of the pedagogical artifact; 3) intervention and evaluation; 4) reflection to produce design principles. The data collection instruments used were the teacher's lesson plans, interviews, questionnaires, participant observation and field diary records. The results demonstrate that the use of TAM theoretical support proved to be a possible reference for the articulation of gamified activities, as it offered support for students to interact with sociocultural tools. We showed that, in each phase, didactic knowledge was generated that helped to manage demands and difficulties, providing elements for the construction of design and redesign during the development of the intervention.

Keywords:

Design-Based Research, Gamification, Chemistry Teaching, Following Teaching, Theory of Mediated Action.

Introdução

Quando se refere ao Ensino de Química, os estudantes do ensino médio frequentemente enfrentam obstáculos na base matemática, na complexidade dos conteúdos e nas metodologias tradicionais de ensino adotadas nas escolas. Essas dificuldades são agravadas pela falta de recursos e condições de infraestrutura adequadas que auxiliem os professores a

inovar com abordagens que motivem os alunos, comprometendo o interesse e a aprendizagem (Chaves & Meotti, 2019; Mores et al., 2016; Santos et al., 2013). Alia-se a esse panorama o fato de que os alunos não conseguem compreender a ciência como uma construção dinâmica, sujeita a críticas, o que se reflete na dificuldade de estabelecer relações entre o mundo micro (abstrato e teórico) e o mundo macro (real e prático), em virtude da fragmentação dos livros didáticos, da omissão dos textos quanto à evolução das ideias científicas ao longo do tempo e da repetição dessa concepção nas aulas (Melo & Lima Neto, 2013; Mores et al., 2016).

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, recomenda aspectos necessários para a articulação teórica dos conteúdos e temas com as abordagens práticas em sala de aula, direcionando para uma educação que incentive o protagonismo estudantil no cenário de cultura digital em que estamos inseridos. No bojo deste documento curricular, está disposto que o aprendizado vai além dos conteúdos conceituais, dando ênfase para uma contextualização social, cultural, ambiental e histórica desses conhecimentos. Também estão preconizados os processos de criação, significação, reflexão e contextualização oportunizados pela integração de metodologias de ensino diversificadas e tecnologias digitais (MEC, 2018).

Nesse sentido, os avanços científicos e a intensa expansão do uso das tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) nos diversos espaços, tempos e contextos, têm gerado mudanças sociais e novas demandas educacionais (Bacich & Moran, 2018). De acordo com Bacich e Moran (2018), torna-se imperativo revisitar o significado, as teorias e as possibilidades de aprimoramento da prática pedagógica por meio da implementação de metodologias ativas, tais como sala de aula invertida, aprendizagem baseada em problemas, aprendizagem baseada na investigação, aprendizagem baseada em projetos, gamificação, aprendizagem por histórias e jogos.

Entre essas metodologias ativas, destacamos a gamificação (em inglês, *gamification*), que vem ganhando visibilidade pela proposta de elevar os níveis motivacionais e de engajamento dos indivíduos por meio da utilização de elementos de jogos (mecânica, dinâmica e estética) em contextos de não-jogos, envolvendo a interação entre as pessoas, tecnologia e meio para a resolução de problemas (Costa et al., 2021; Kapp, 2012; Zichermann & Cunningham, 2011). Além disso, a gamificação depende de intencionalidades pedagógicas definidas e de um design de conteúdos adaptados a determinado contexto e público-alvo (Busarello, 2016).

Em cenários educacionais, como no âmbito escolar, a temática da gamificação tem permitido que um número significativo de investigações seja desenvolvido visando atender as demandas de professores e alunos cada vez mais inseridos na cultura digital (Bottentuit Junior, 2020; Pimentel et al., 2020). Especificamente, as investigações baseadas em design possuem características que podem ser empregadas no design de estratégias assistidas por tecnologia, como a gamificação na educação, ficando condicionadas ao delineamento do problema de pesquisa e ao referencial teórico adotado (Struchiner & Giannella, 2016).

Considerando as tendências de pesquisa no ensino de ciências, este estudo apoia-se na linha teórico-metodológica da Pesquisa Baseada em Design ou *Design Based Research* (DBR) que gerencia todo o processo de planejamento, implementação e avaliação de sequências de

ensino-aprendizagem por meio da parceria entre pesquisadores em educação, professores e estudantes (Kneubil & Pietrocola, 2017).

A DBR tem uma abordagem fundamentada na natureza aplicada da pesquisa educacional, gerenciando desde a concepção da inovação até sua efetiva implementação em um ambiente real (escolas, universidades, salas de aula e ambientes virtuais), abrangendo uma análise do processo inteiro e não apenas do produto final (Kneubil & Pietrocola, 2017). Os produtos, de acordo com essa vertente, englobam conhecimentos teóricos, materiais didáticos, estruturas curriculares ou propostas de cursos que possam ser ampliados em outros contextos (DBR-Collective, 2003; Wang & Hannafin, 2005).

Diante desse panorama, o presente artigo norteia-se pela seguinte problemática: Quais as contribuições da DBR para a implementação da gamificação no Ensino de Química no ensino médio? Para responder à esta pergunta, esta pesquisa tem como objetivo analisar as contribuições da DBR em cada fase do processo de implementação de uma sequência didática (SD) gamificada, com aplicação em uma turma de 1º ano ensino médio.

A Gamificação no contexto da educação

A seara de estudos sobre jogos e ludicidade perpassa um crescimento notável de pesquisas acadêmicas, nas quais surgem discussões conceituais e ideias em torno da significação dos jogos, suas relações com a cultura e com a sociedade (Caillois, 2017). Na perspectiva de Huizinga (2019), o ato de jogar está inserido nos mais diversos setores da sociedade, tais como a política, o trabalho, a poesia e a natureza e, portanto, tem um sentido para além do entretenimento estrito, constituindo elemento da própria cultura. Os jogos são baseados em modelos do mundo real, mas vivenciados em um cenário fictício e situado fora da vida comum, com a capacidade de absorver totalmente o jogador e produzir relações em grupos, segundo regras dadas.

Entre as contribuições dos jogos, Caillois (2017) discute que a competição impulsiona o desenvolvimento de habilidades como rapidez, resistência, memória, destreza, engenhosidade, disciplina, implicando em esforços assíduos, vontade de vencer e o desejo de ver reconhecida sua excelência em um determinado campo. Também propõe que todo jogo supõe aceitação temporária de um universo fechado e fictício que forneça condições para os indivíduos experimentarem um personagem ilusório e um destino imaginário, dissimulando a realidade e crendo em si próprio e nas suas ações. Para Huizinga (2019), uma característica primordial do jogo é a intensidade e seu poder de fascinação, pela tensão, alegria e divertimento, a satisfação e o prazer são essências dos jogos que ultrapassam a esfera da vida humana e assim, independem de qualquer elemento racional ou fundamento material.

Diante da complexidade da cultura dos jogos, a acepção da prática de jogar estende-se frequentemente para além do próprio contexto do jogo, principalmente em várias interações e atividades em que tentamos aplicar convenções semelhantes às encontradas nos jogos (Caillois, 2017). Nessa vertente, evidencia-se a gamificação, que consiste no emprego de mecanismos e elementos de jogos em contextos que não são necessariamente jogos para resolver problemas e estimular a motivação e o engajamento de um determinado público

(Costa et al., 2021; Kapp, 2012; Zichermann & Cunningham, 2011). Empresas e organizações de diferentes setores têm recorrido a esse conjunto de técnicas de jogos para enfrentar desafios comerciais, incentivar pessoas a acelerarem seus processos de aprendizado ou treinamento e tornarem tarefas consideradas repetitivas mais agradáveis, embora não tenham compreendido completamente a amplitude desse conceito (Vianna et al., 2013; Werbach & Hunter, 2012).

O uso inicial da gamificação aparentemente remonta a 2003, quando Nick Pelling, um desenvolvedor de jogos britânico, fundou uma consultoria de curto prazo com o objetivo de criar interfaces semelhantes a jogos para dispositivos eletrônicos. No entanto, foi somente em 2010 que o termo “gamificação” foi amplamente adotado no sentido que as pessoas utilizam atualmente (Werbach & Hunter, 2012). Nesse cenário, o fenômeno da gamificação tem sido extensamente discutido quanto à sua capacidade de criar e manter processos motivacionais eficazes para as pessoas, abrangendo áreas diversas como corporativa, mercadológica e instrucional. Especificamente no contexto educacional, esse termo está relacionado ao processo de aprendizagem, sendo considerado como as formas cognitivas pelas quais os indivíduos aprendem, percebem e interagem com o mundo (Busarello, 2016).

Na gamificação direcionada a designs computacionais e ambientes empresariais, a abordagem é fundamentada na perspectiva behaviorista de estímulo-resposta, recompensas e punições (Costa et al., 2021). Em contrapartida, na educação, muitos dos elementos da gamificação têm suas bases em teorias educacionais psicológicas que têm sido utilizadas por profissionais da aprendizagem ao longo dos anos, com ênfase em fomentar a significação de conhecimentos. As potencialidades das estratégias de gamificação podem ser exploradas em processos educativos, especialmente ao lidar com alunos frequentemente desmotivados, combinando elementos divertidos com design instrucional, além de sistemas motivacionais e de interatividade (Busarello, 2016).

De acordo com Kapp (2012), os jogos oferecem aos alunos significados e contextos, estabelecendo um conjunto de limites dentro de um ambiente “seguro” que permita explorar, refletir e experimentar por meio de experiências ricas e envolventes.

Werbach e Hunter (2012) mencionam uma classificação para os elementos de jogos, propondo três categorias que são pertinentes para a gamificação: dinâmica, mecânica e componentes. Estes são arranjados em ordem decrescente de abstração. Cada mecânica se conecta a uma ou mais dinâmicas, enquanto cada componente está associado a um ou mais elementos de nível superior. No patamar mais elevado de abstração estão as dinâmicas, que representam os aspectos amplos do sistema de jogo que devem ser considerados e gerenciados. As mecânicas são os processos fundamentais que impulsionam a ação e promovem o engajamento do jogador, enquanto que os componentes correspondem às instâncias específicas das mecânicas e dinâmicas. Reunir todos esses elementos é a tarefa central do design de gamificação.

Na Figura 1 a seguir, apresentamos a hierarquia desses elementos.

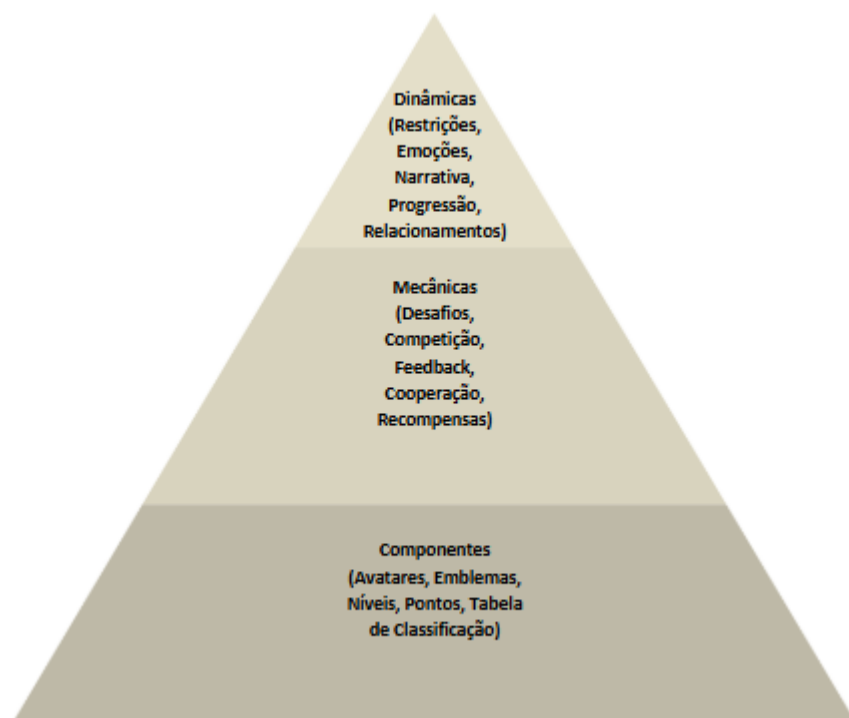


Figura 1. Hierarquia dos elementos dos jogos (adaptado de Werbach & Hunter, 2012, p.82)

Há um equívoco na aplicação direta e isolada de certas mecânicas de jogos, como pontos, pontuações, recompensas e distintivos para gamificar um ambiente ou sistema, pois a gamificação voltada para a aprendizagem abrange a experiência completa do indivíduo, as interações, os diálogos e a construção de significados na sala de aula. O desafio da gamificação reside em adaptar os elementos que normalmente operam dentro do universo do jogo e aplicá-los efetivamente no mundo real, encorajando pessoas a realizarem as mais diferentes atividades (Kapp, 2012; Werbach & Hunter, 2012).

Segundo Zichermann e Cunningham (2011), os atributos presentes nos jogos aplicados em diversos cenários atuam como uma fonte de motivação para os indivíduos e mencionam razões específicas para isso: adquirir domínio sobre um determinado assunto, aliviar o estresse, buscar entretenimento e promover interações sociais, podendo ser combinadas, analisadas em conjunto ou de maneira isolada. Os fatores que contribuem para a motivação do indivíduo são identificados como extrínsecos e intrínsecos, as denominadas motivações extrínsecas são relacionadas à componentes externos que despertam o interesse em praticar uma ação, tais como recompensas, reconhecimento social e bens materiais. Em contrapartida, as motivações intrínsecas são originadas dentro do próprio sujeito, que se envolve emocionalmente, por vontade própria, com curiosidade, prazer, oportunidade de aprender algo novo e desenvolver habilidades (Vianna et al., 2013).

Acentua-se que os aspectos motivacionais extrínsecos ligados a elementos como prêmios, pontuações, rankings, classificações parecem gerar resultados mais rápidos e eficazes, contudo, não conseguem sustentar totalmente uma experiência gamificada. Assim, Zichermann e Cunningham (2011) apontam que concentrar-se exclusivamente nas motivações extrínsecas pode, em certos cenários e para certos indivíduos, resultar no efeito oposto, em virtude de uma fragilidade que diz respeito ao fato de, caso o indivíduo não

alcance esses objetivos esperados em alguma ação, culmine em abandonar esse ambiente. Portanto, os aspectos intrínsecos revelam-se essenciais, sobretudo nos processos educacionais, pois os estudantes primordialmente precisam estar afetivamente integrados com os conhecimentos e aprendizados, para que estes possam ser preservados, sendo mais significativo e duradouro durante a gamificação.

Busarello (2016), Costa et al. (2021), Vianna et al. (2013) e Zichermann e Cunningham (2011) recomendam, dessa maneira, estimular a combinação das motivações extrínsecas e intrínsecas para aumentar os níveis de engajamento dos indivíduos. Sendo possível também utilizar motivações extrínsecas como um meio para desenvolver a motivação intrínseca, porém, como discutido anteriormente, essa abordagem possa ser promissora, deve ser empregada com cautela, para o foco da gamificação não ser reduzido aos elementos externos.

Nessa direção, Kapp et al. (2014) afirmam que a gamificação utiliza elementos de jogos para promover a aprendizagem, propondo uma divisão da gamificação em duas categorias: estrutural e de conteúdo. A primeira consiste na aplicação de elementos de jogos para impulsionar os alunos a resolverem problemas sem alterar o conteúdo, modificando apenas a estrutura em torno do conteúdo, como exemplo, inserindo metas, recompensas, níveis, status, tempo, pontos, aspectos com foco mais na motivação extrínseca dos estudantes. Por outro lado, a segunda categoria se concentra na modificação do conteúdo para promover o engajamento e a interação dos alunos, por exemplo, adequando o conteúdo a um formato de histórias, com desafios e personagens, conectando-se mais às motivações intrínsecas.

As estratégias gamificadas utilizam, além dos elementos de jogos e técnicas de *game-design* com foco no engajamento e motivação das pessoas, modificações no conteúdo para a promoção da aprendizagem e solução de problemas (Busarello, 2016). Kapp (2012, p. 18) ressalta que “quando se trata especificamente de eventos de aprendizagem, precisamos compreender que, embora possamos beneficiar da aplicação criteriosa de técnicas de gamificação, nem todas as atividades de aprendizagem têm de ser um jogo completo”. Argumenta assim, que ao adicionarmos elementos de jogos como uma forma de alavancar o envolvimento e a imaginação na sala aula, buscamos por transformar conteúdos em atividades envolventes e a realização de feedbacks imediatos com os alunos sobre seu progresso.

Com isso, a gamificação no processo educacional exige a correspondência do conteúdo instrucional com as mecânicas de jogos, tornando-se fundamental o embasamento teórico dos estudos sobre o uso de jogos em ambientes educacionais. É importante enfatizar que as bases teóricas e epistemológicas da gamificação aplicada à educação direcionam para análises mais profundas ao empregar elementos de jogos, evitando que seja utilizada meramente para influenciar mudanças positivas de comportamento, sendo essencial compreendê-la como uma abordagem que vise fomentar a interação e a construção de conhecimentos, podendo integrar outras teorias, como a cognitiva e a construtivista (Costa et al., 2021; Oliveira & Pimentel, 2020).

No que tange aos conhecimentos químicos, faz-se fundamental desenvolver estratégias inseridas no contexto histórico e sociocultural dos alunos, visando a produção de significados em ciências (Costa, 2016; Costa & Souza, 2017). Também é importante que o planejamento

dessas estratégias tenha fundamentação teórica e metodológica explícita, além de considerar os contextos sociais e institucionais de sua implementação (Giordan, 2008). Nesse pressuposto, temos como aporte teórico a Teoria da Ação Mediada (TAM) de James Wertsch para a construção de uma sequência didática gamificada, pois considera a ação humana vinculada a instrumentos de mediação, como as ferramentas materiais e a linguagem, que são fornecidos por um cenário sociocultural particular (Wertsch, 1991, 1998).

Abordagem sociocultural da Teoria da Ação Mediada

A Teoria da Ação Mediada (TAM) de James V. Wertsch considera as perspectivas socioculturais ligadas às abordagens dos teóricos Vigostki, Bakhtin e Kenneth Burke para a compreensão entre os processos mentais e seus contextos culturais, históricos e institucionais. O termo sociocultural é utilizado com o objetivo de compreender como a atividade mental está contextualizada dentro do âmbito cultural, histórico e institucional, sendo que a unidade de análise das pesquisas de Wertsch é a ação mediada pelos agentes envolvidos (Costa, 2016; Costa & Souza, 2017). De acordo com Pereira e Ostermann (2012, p. 26) “a ação humana, incluindo a ação mental, tipicamente emprega ‘meios mediacionais’, ou ‘ferramentas culturais’, que estão disponíveis em um cenário sociocultural particular. Tais ferramentas culturais, como a linguagem e os instrumentos de trabalho, moldam a ação humana de maneira essencial”.

Apresentamos algumas propriedades centrais da ação mediada, visando identificar os principais pressupostos elaborados por Wertsch (1991, 1998) para analisar os processos de domínio e apropriação das ferramentas culturais: 1) a ação mediada se caracteriza por uma tensão irreduzível entre o agente e os modos de mediação, a ferramenta em si não tem capacidade de agir, é imprescindível uma pessoa habilidosa que, ao utilizar esses recursos mediacionais, consiga gerar significados por meio de sua aprendizagem; 2) a ação mediada raramente se limita a um único objetivo claramente definido, já que os objetivos do agente podem ou não coincidir com os objetivos originais das ferramentas culturais. Geralmente, ela abrange múltiplos propósitos, visando transcender as práticas e concepções predominantes; 3) a ação humana é historicamente situada, sempre em um constante processo de transformação de acordo com o contexto histórico, social e cultural de cada agente; 4) as formas de mediação tanto restringem quanto proporcionam ação. Assim, ao criar uma nova ferramenta cultural, o propósito é superar alguma restrição existente, porém, isso acarreta a introdução de novas limitações na ação mediada; 5) a relação com o poder e a autoridade está intrinsecamente ligada aos modos de mediação, isso implica que as ferramentas culturais não são neutras, pois refletem as intenções do agente (Costa, 2016).

O processo de significação dos agentes (professor e estudantes) decorre da internalização das ferramentas de determinado ambiente (Bego et al., 2019). Giordan (2008, p.78), ressalta que “o processo de internalização é aquele pelo qual ocorre a formação de uma estrutura interna e não a transferência da atividade externa ou de signos e ferramentas para um plano interno preexistente”. Segundo Pereira e Ostermann (2012), quando o termo “internalização” é aplicado à ação mediada, não pode ser induzido à separação entre processos externos e internos, por isso, Wertsch prefere utilizar os termos domínio e apropriação, que ele

considera mais adequado. A noção de domínio refere-se a saber como utilizar uma ferramenta cultural habilmente e a apropriação é o processo de tomar emprestado para si algo pertencente ao outro, nesse sentido, ao se apropriarem dos meios mediacionais, os agentes podem ressignificá-los para seus próprios contextos e intencionalidades.

Assim, a aprendizagem não se trata simplesmente de transmitir conhecimento de forma linear, pois há um processo constante que envolve transformação e interação dos conhecimentos em desenvolvimento de acordo com as subjetividades e contextos culturais de cada indivíduo. Sob esse prisma, visa-se compreender as relações entre a subjetividade do agente, as ferramentas e as convenções culturais, a internalização, a apropriação e a criatividade, sendo mais adequado se referir aos “estudantes-agindo-com-ferramentas socioculturais” do que simplesmente falar de indivíduos isoladamente (Costa, 2016; Costa & Souza, 2017).

A Pesquisa Baseada em Design como Referencial Teórico-Metodológico

Ao contrário da área de pesquisa da Química, os estudos no Ensino de Química migraram de abordagens predominantemente quantitativas para abordagens qualitativas, principalmente porque não envolve apenas substâncias, mas também pessoas. Assim, demandando uma análise mais aprofundada do contexto de estudo das relações sociais e uma compreensão de que, em diferentes situações, os resultados podem variar consideravelmente, mesmo ao lidar com grupos iguais de pessoas, sejam professores, alunos ou ambientes educacionais (Mól, 2017). Atualmente, a pesquisa em Ensino de Química se constitui como uma área estratégica consolidada no Brasil com larga atuação e tem contribuído de forma significativa nos processos de formação de professores, de discussão e elaboração de políticas públicas e no desenvolvimento de propostas de ensino para a educação básica (Santos & Porto, 2013).

Nesse cenário, parte-se da premissa que o distanciamento entre a investigação e a prática na área da educação pode resultar na incompletude do conhecimento sobre os fatores que são relevantes para inovações educacionais, no que tange às interações entre materiais, professores e alunos em determinados contextos (DBR-Collective, 2003). Os fenômenos como a aprendizagem, cognição e conhecimento não podem ser tratados isoladamente do ambiente e dos participantes em que se desenvolvem os processos de intervenção (Bittencourt & Struchiner, 2015).

Com isso, estudos (Brown, 1992; Collins, 1992; Reeves, 2000; DBR-Collective, 2003; Wang & Hannafin, 2005) tomaram por base o referencial teórico-metodológico da Pesquisa Baseada em Design ou *Design-Based Research* (DBR), que busca aliar princípios teóricos com o design de uma metodologia aplicada a um ambiente real, como a sala de aula, com ênfase em estudos relacionados à implementação de inovações ou à prática docente com a finalidade de contribuir para sua melhoria (Kneubil & Pietrocola, 2017). Sua origem remonta às décadas de 1955 e 1960, um período marcado pela Revolução Cognitiva, em que a preocupação com a aprendizagem se voltava para aspectos referentes à mente, pensamento, solução de problemas e imaginação. Antes desse movimento, predominavam os aspectos

behavioristas nas teorias de aprendizagem, com ênfase em estratégias como estímulo e resposta, reforços e punições (Tamiosso & Pigatto, 2020).

Na literatura internacional, os pesquisadores Brown (1992) e Collins (1992) são considerados os precursores da DBR. Ann Brown formulou a primeira geração da metodologia e introduziu o desenvolvimento de perspectivas socioculturais, sua pesquisa realizava-se dentro de salas de aula e não em laboratório. Allan Collins influenciou fortemente a investigação em educação e revelou a dimensão social da aprendizagem. No início da década de 1990, propuseram a DBR, referindo-se em seus trabalhos como uma metodologia de pesquisa em educação que se predispõe a analisar problemas complexos no cenário educacional, em colaboração com pesquisadores, professores, estudantes e demais interessados (Nobre & Martin-Fernandes, 2021).

Reeves, Herrington e Oliver (2005) analisaram que, nos últimos anos da década de 1990, houve uma difusão e um crescimento da produção acadêmica da DBR como uma perspectiva alternativa aos modelos de pesquisa tradicionalmente aplicados à época. Schnetzler (2002) afirma que esses modelos envolviam investigações em laboratórios ou com os parâmetros de grupos experimentais/controle na educação, os quais não produziam resultados relevantes sobre a aprendizagem e que pouco contribuíam para a melhoria da qualidade dos processos educativos. A abordagem teórico-metodológica da DBR tem sido designada por uma variedade de termos assemelhados ao longo do tempo, mas que contemplam evoluções de tendências investigativas na educação, tais como: *design experiments* (Brown, 1992; Collins, 1992), *developmental research* (Van Den Akker, 1999), *design research* e *design-based research* (DBR-Collective, 2003; Wang & Hannafin, 2005).

No âmbito da investigação educacional, a DBR comunica os conhecimentos de muitas formas, incluindo densos relatos de práticas pedagógicas projetadas, princípios teóricos conectando designs implementados a resultados educacionais de interesse e narrativas incorporando seus efeitos em múltiplos ambientes e áreas de conhecimento diversificadas (DBR-Collective, 2003). De acordo com Wang e Hannafin (2005), os pesquisadores trabalham em conjunto com os práticos (professores e estudantes) analisando o contexto, prestando atenção em suas demandas e teorias, agindo como facilitadores, adaptando-se a seus saberes e experiências e, simultaneamente, propondo caminhos que possam alinhar as diferentes perspectivas na elaboração de “soluções” educativas inovadoras.

Em linhas gerais, a DBR apresenta as seguintes características: foco em problemas educativos situados em ambientes de aprendizagem; integração de teorias de aprendizagem (teorias norteadoras) na concepção e desenvolvimento da experiência pedagógica; implementação de estudos empíricos, incluindo estratégias e recursos para solução desses problemas; aplicação de intervenções a partir de um processo cíclico de análise, desenvolvimento, avaliação e redesign; documentação do design, apresentando as possibilidades, os limites e as interações que refinam as questões de aprendizagem envolvidas, auxiliando a comunicar implicações relevantes aos profissionais e a outros designers (DBR-Collective, 2003; Reeves, 2000; Wang & Hannafin, 2005).

Conforme Cobb et al. (2003), a DBR tem dois aspectos: o prospectivo e o reflexivo, pois envolve a revisão contínua do design do projeto que se mostra flexível, uma vez que há um

conjunto de tentativas iniciais que são revistas em função dos seus impactos no percurso da prática. A participação de professores no design é essencial, enriquecendo o processo ao contribuírem com elementos de sua experiência cotidiana para uma melhor adaptação dos princípios ao contexto específico (Kneubil & Pietrocola, 2017).

Pesquisas ancoradas nesses pressupostos vão além de projetar designs e testes em intervenções específicas, pois abrangem ferramentas e materiais baseados em tecnologias, estratégias de aprendizagem, currículo, teorias para mediar e dar suporte à aprendizagem e, especialmente, refletem um compromisso com a compreensão das relações entre teoria, artefatos projetados e prática (Ramos, 2010). Essa perspectiva marca a transição do design formativo tradicional para o caminho da DBR no desenvolvimento de princípios de aprendizagem a serem compartilhados e que se ampliam para além das particularidades de um contexto específico (Nobre & Martin-Fernandes, 2021).

Estrutura-se em um ciclo com diferentes fases que são avaliadas formativamente, podendo combinar uma variedade de métodos de coleta de dados, sendo assim, o que é aprendido de um primeiro design deve ser utilizado nos próximos designs (Struchiner & Giannella, 2016). O pesquisador interage no sistema continuamente dotando-o de um movimento cíclico e momentos de redesign, como pode ser representado na Figura 2 a seguir:

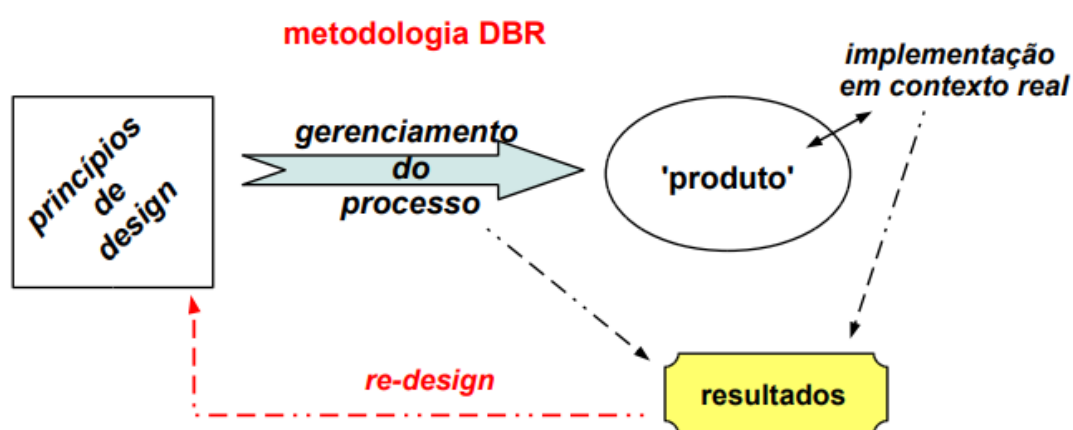


Figura 2. Metodologia DBR (extraído de Kneubil & Pietrocola, 2017)

Como pode ser observado, a primeira fase inicia com a análise de um problema abrangendo os participantes em um contexto histórico, cultural e institucional particular e para isso, são utilizados princípios teóricos que guiam essa reflexão crítica em busca de modificações e melhorias no processo educativo. Kneubil e Pietrocola (2017) ressaltam que a metodologia DBR não se apoia em uma única teoria, recorrendo a um robusto suporte de elementos para fundamentar a implementação. O gerenciamento deste processo é feito em conjunto dos pesquisadores, professores e demais agentes envolvidos efetivamente no ambiente escolar, em um processo contínuo de design. Os produtos gerados são conhecimentos didáticos em um fluxo de incorporação em cada fase, por isso, os resultados compreendem não apenas os produtos, mas também todo o processo. Dessa forma, com a avaliação da implementação, princípios de design são construídos e tornam-se pressupostos para reiniciar o ciclo através de um redesign.

O trabalho na *Design Research* pode envolver uma variedade de decisões distintas de designer, de acordo com a duração em que ocorrer a abordagem. As pesquisas variam em extensão de tempo, algumas sendo mais breves, enquanto outras podem se estender por anos. Entre os desafios enfrentados, ressalta-se a existência das múltiplas fontes e dados que precisam interligar-se com resultados pretendidos e também com os não intencionados durante a implementação (DBR-Collective, 2003).

Além disso, os pesquisadores da DBR exercem um duplo papel intelectual de defensores e críticos, pois vivenciam continuamente uma tensão necessária entre o problema educativo e os aperfeiçoamentos para sua solução. Um desafio logístico reside em promover uma parceria colaborativa e produtiva com os participantes no contexto da investigação, em que podem coabitar decisões distintas entre pesquisadores e professores trabalhando em conjunto. O gerenciamento do ciclo de design depende, em parte, da capacidade de sustentar essa parceria respeitando o tempo e a importância das particularidades do contexto local (DBR-Collective, 2003).

Para consubstanciar a interpretação adequada dos dados, torna-se fundamental a análise sistemática de um conjunto de dados descritivos densos, da triangulação de múltiplas fontes e da repetição de análises ao longo das fases (DBR-Collective, 2003).

Procedimentos Metodológicos

Esta pesquisa é de natureza qualitativa, possui caráter exploratório e adota a modalidade de estudo de caso. O estudo de caso consiste em um estudo empírico que investiga um fenômeno da vida real, o caso pode ser similar a outros, mas é ao mesmo tempo distinto, pois tem um interesse singular. Essa metodologia se destaca por se constituir numa unidade dentro de um sistema mais amplo, no qual são consideradas várias fontes de evidência e mais variáveis de interesse do que pontos de dados. Com essa multiplicidade de informações, torna-se possível comparar informações, confirmar ou rejeitar hipóteses, descobrir novos dados, afastar suposições ou levantar hipóteses alternativas, buscando-se compreender a realidade sob diferentes perspectivas, não havendo uma única que seja a mais verdadeira (Gil, 2019; Ludke & André, 2018).

O estudo de caso apresenta algumas características essenciais, como constituir-se em uma pesquisa de campo, investigar um caso delimitado em profundidade por meio da seleção dos participantes em função da representatividade e importância que têm para a pesquisa, recorrer à coleta de dados a partir de múltiplas fontes e utilizar a triangulação na análise e interpretação de dados (Mattar & Ramos, 2021). De acordo com Mattar e Ramos (2021), os casos não devem ser compreendidos como amostras que possam ser generalizadas estatisticamente, mas como oportunidades de avançar em análises, interpretações e teorias. Afirmam ainda que não devemos pensar em generalização estatística dos seus resultados, de amostras a populações, mas na direção das lições aprendidas e teorias, que podem ser aplicadas na reinterpretação de resultados de estudos existentes e de outras situações concretas adicionais. “Assim, os estudos de caso podem ser conduzidos para orientar a

tomada de decisões por parte de formuladores de políticas educacionais, profissionais e pesquisadores” (Mattar & Ramos, 2021, p. 154).

Adotamos a linha teórico-metodológica da DBR e seus procedimentos se organizaram em um ciclo de quatro fases, proposto por Reeves (2000): 1) a análise parte de problemas educativos com os participantes envolvidos nas práticas pedagógicas; 2) o artefato ou processo pedagógico é desenvolvido a partir da teoria norteadora, levando-se em conta as especificidades dos contextos; 3) a intervenção é aplicada como uma forma de compreender e avaliar como o artefato desenvolvido contribuiu na prática para a solução do problema educativo; 4) a partir da avaliação da intervenção, princípios de design são desenvolvidos sobre o processo de aprendizagem potencializado pelo artefato, permitindo revisitar cada fase do processo, refinar a intervenção e gerar conhecimentos sobre os pressupostos e teorias adotados.

O presente estudo foi desenvolvido em uma escola pública da rede estadual do Maranhão, tendo como participantes a professora regente e 25 alunos de uma turma de 1º do ensino médio na disciplina química. A implementação da gamificação enquanto estratégia de ensino integrou as temáticas sobre Estrutura Atômica e Tabela Periódica durante o período de um bimestre do ano letivo. Entre as ferramentas culturais e materiais selecionadas durante a intervenção, podemos citar os dispositivos móveis, aplicativos como Whatsapp, Mirror, Dollify, Plickers, Quizizz, Nearpod, simulação no PhET Colorado, vídeos, site de realidade aumentada e uma plataforma de gerenciamento de atividades.

Os instrumentos para coleta de dados utilizados foram os planos docentes, entrevistas com a docente realizadas previamente e posteriormente à implementação da intervenção, questionários inicial e final com os alunos e diário de campo contendo as anotações das observações da pesquisadora durante a intervenção com os participantes.

Os planos de ensino foram cruciais para o planejamento e design da sequência didática em parceria com a professora regente. De acordo com Gil (2019), a consulta a fontes documentais é imprescindível em qualquer estudo de caso, tornando-se possível obter informações que auxiliam na elaboração das pautas para entrevistas e dos planos de observação. Os questionários inicial e final, aplicados com os alunos, consistiram basicamente em traduzir objetivos da pesquisa, contemplando questões abertas e fechadas. O questionário inicial possibilitou realizar uma caracterização do perfil dos alunos e as concepções prévias sobre os conteúdos da disciplina, enquanto que, os questionários finais visaram obter o feedback e a avaliação pelos alunos com relação às abordagens da estratégia gamificada.

As entrevistas realizadas com a professora foram organizadas a partir de um roteiro semiestruturado. Inicialmente, uma entrevista foi aplicada permitindo explorar mais amplamente alguns aspectos necessários para o planejamento da sequência didática. Com intuito de compreender o desenvolvimento da gamificação na sala de aula, posteriormente à aplicação da sequência didática, foi realizada uma entrevista final para obter uma avaliação da professora a partir de um processo de interação.

Para os registros das observações e vivências, utilizamos o diário de campo, um documento de caráter descritivo-analítico do pesquisador que permite a materialização, reflexões e

revisão das práticas realizadas em sala de aula sob o prisma dos objetivos desta pesquisa. O diário de campo consistiu em um documento digital preenchido a cada interação com os participantes, contendo informações como local e participantes envolvidos, atividades realizadas, materiais utilizados e estratégias adotadas. Outros aspectos como falas dos alunos e da professora, quando relevante, também foram anotados para análise qualitativa e um espaço para as reflexões da pesquisadora sobre a observação participante. Na figura 3 está representado o fluxograma dos instrumentos de coleta de dados.

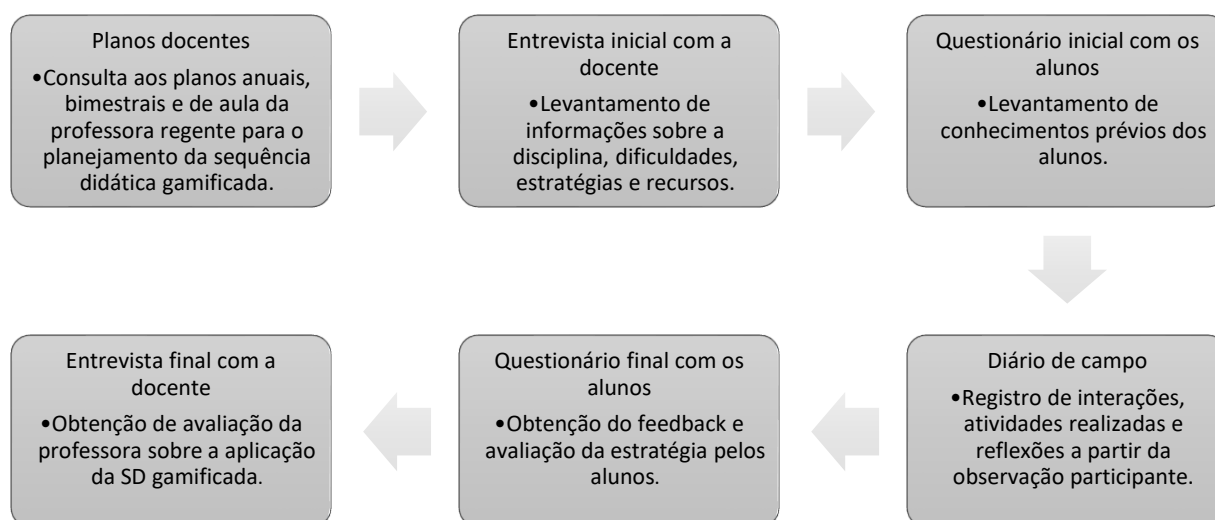


Figura 3. Fluxograma dos instrumentos de coleta de dados

O projeto de pesquisa recebeu parecer de aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal do Maranhão e o CAAE (Certificado de Apresentação de Apreciação Ética) correspondente é 71741623.7.0000.5087. Destacamos que os nomes dos participantes desta pesquisa (professora e alunos) foram preservados, além disso, foi feita a apresentação e leitura dos Termos de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e Termos de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE), nos quais os participantes e os responsáveis pelos alunos assinaram, conforme previsto na resolução nº 196/96 do Conselho Nacional de Saúde.

No presente estudo, a DBR consiste no aporte metodológico utilizado no desenvolvimento da SD gamificada e também, atua como eixo norteador da análise dos dados em um processo iterativo das quatro fases. Os resultados foram analisados e discutidos em cada uma das fases do processo cíclico da DBR, apresentando a confrontação teórica com os principais autores que fundamentam a gamificação na educação e a abordagem sociocultural da TAM.

Análise e Discussão

Nesta seção, apresentamos a análise e discussão dos resultados obtidos em cada uma das quatro fases da DBR, com enfoque nos principais aspectos didáticos evidenciados ao longo da implementação. Na primeira fase, que se trata da análise do problema educativo, evidenciamos o enfoque em torno do planejamento da gamificação por meio de um design de

pesquisa. Na segunda fase, discutimos o processo de desenvolvimento da SD gamificada, a partir dos dados coletados inicialmente e do referencial teórico norteador da TAM. Na terceira fase, centramos na confrontação teórica dos dados e dos conhecimentos didáticos gerados durante a aplicação da SD gamificada. Na quarta fase, relatamos os princípios de design que foram produzidos a partir da intervenção e do redesign realizado ao longo do processo cíclico.

Fase 1: Análise do problema educativo

Diante do cenário de desmotivação e dificuldades dos alunos na disciplina química (Chaves & Meotti, 2019; Melo & Lima Neto, 2013; Mores et al., 2019; Santos et al., 2013), surgem estratégias pedagógicas que visam superar metodologias tradicionais e práticas descontextualizadas de ensino, entre as quais, destacamos a gamificação aplicada à educação. Esta fase concentrou-se em torno da delimitação do seguinte problema em foco: Quais as contribuições da DBR para a implementação da gamificação no Ensino de Química no ensino médio?

Para a análise deste problema, consideramos os referenciais norteadores pautados pelos estudos de pesquisadores na área da gamificação na educação, a exemplo de Busarello (2016), Costa et al. (2021), Kapp (2012), Kapp et al. (2014), Oliveira e Pimentel (2020), Vianna et al. (2013), Werbach e Hunter (2012) e Zichermann e Cunningham (2011). Além da própria DBR preocupar-se com os processos mentais dos estudantes, evidenciamos a TAM, que constitui um dos principais aportes teóricos que embasam o contexto sócio-histórico e cultural na educação (Costa, 2016; Costa & Souza, 2017).

A proposta de implementação da estratégia da gamificação na escola pública da rede estadual do Maranhão originou-se pela pesquisadora em conjunto com o professor coordenador do Grupo de Pesquisas do qual essa investigação foi realizada, sendo planejada a partir do aceite da professora regente da disciplina de química. Inicialmente realizamos o contato com a professora regente e a gestão pedagógica no ambiente da escola *lócus* desta investigação com a devida formalização da documentação para a condução da pesquisa.

Por meio de uma entrevista semiestruturada inicial com a professora de química, com intuito de traçar um panorama de pesquisa, buscamos identificar sua experiência com a docência na disciplina, as abordagens metodológicas e recursos didáticos utilizados em sua prática. Após este primeiro momento, foram solicitados os planos docentes, englobando o plano anual, bimestral e de aula, visando assim, em parceria com a professora, realizar um planejamento de atividades que atendessem às finalidades pedagógicas, delimitando os objetos de conhecimento e a turma público-alvo da intervenção.

Com isso, foram realizadas reuniões com a docente, que seguiram todas as fases da pesquisa e foram registradas em diário de campo. Definimos como objetos de conhecimento os conteúdos de Estrutura Atômica e Tabela Periódica para uma turma de 1º ano do ensino médio, essa escolha se deu em virtude da necessidade de uma abordagem que tivesse potencialidades de engajar os estudantes recém ingressantes no ensino médio e que ainda

demonstravam dificuldades no entendimento de conceitos químicos básicos de estrutura da matéria.

Para levantamento inicial sobre o público-alvo, foram aplicados questionários iniciais com os alunos para caracterização do perfil dos estudantes e levantamento de concepções prévias. A partir da análise desses dados coletados, foi possível explorar mais detalhadamente o problema envolto e organizar as atividades didáticas gamificadas de acordo com a teoria de aprendizagem que sustenta este processo da DBR.

Fase 2: Desenvolvimento do artefato pedagógico

Morais et al. (2021, p.5) ressaltam que “planejar requer intensos processos de pesquisa, de análise e reflexão sobre os condicionantes que impõem limites e possibilidades à prática educativa”. Nesse cenário, esta fase envolveu o desenvolvimento do artefato pedagógico, constituindo-se no planejamento e construção de uma SD gamificada à luz da TAM de James Werstch (1991, 1998), como suporte teórico norteador.

Para o desenvolvimento do artefato pedagógico, a pesquisadora e a professora regente reservaram horários semanais para reuniões de trabalho pedagógico, pautando-se em trocar experiências e criar, em conjunto, as atividades didáticas. No caso da professora regente de turma, seu papel na pesquisa que subsidia este artigo foi como atuante no design e aplicadora da SD na turma, enquanto a pesquisadora atuou em parceria, exercendo papel de observadora participativa no acompanhamento do planejamento de design e desenvolvimento da gamificação. Esta etapa foi marcada por interações com a professora regente, reflexões e negociações sobre as abordagens dos conteúdos a serem desenvolvidos na intervenção pedagógica.

Consideramos para a elaboração da SD, as aulas com duração de cinquenta minutos por semana em um bimestre letivo, tendo em vista a nova carga horária da disciplina química no contexto da reformulação do ensino médio. Além disso, incluímos no planejamento as ferramentas socioculturais usadas para a mediação da gamificação, em que cada ferramenta utilizada tinha uma finalidade correspondente para cada ação. Os registros em diário de campo serviram de fonte de informação para a tomada de decisões e análise de cada atividade durante o desenvolvimento, portanto, também redesenhamos o planejamento da estratégia e adequamos os conteúdos. Apresentamos nesta fase as percepções iniciais dos participantes da pesquisa (professora e alunos) e o detalhamento do planejamento e descrição da SD gamificada elaborada.

Percepções iniciais dos participantes para o design da SD

Ao estarem envolvidos, todos os participantes inserem-se no projeto de investigação (Wang & Hannafin, 2005). Para preservar o anonimato dos participantes da pesquisa, utilizamos o sistema de codificação das seguintes siglas: identificamos o código P1 para a professora regente; letra A, seguida dos números 1 a 25 (A1, A2, A3 ...) aleatoriamente atribuídos para identificar cada aluno.

Na entrevista inicial, P1 relatou sua experiência com a ementa curricular e com a docência da disciplina na escola, nos permitindo conhecer também o ambiente histórico, cultural e institucional de modo geral, sendo possível inserir novos elementos em tal contexto. Ao ser questionada sobre a sua experiência como professora do ensino médio, ressaltou que lecionava há aproximadamente 15 anos. Além disso, demonstrou uma preocupação com as limitações da infraestrutura da escola e quanto ao quantitativo de alunos nas turmas, sendo considerados fatores relevantes para o desenvolvimento nas aulas, como relata:

P1: É desafiador, tudo por causa dos recursos que a gente tem né? [...] das dificuldades da rede pública em relação aos alunos, que é um público bem heterogêneo, mas principalmente, nas escolas que eu passei foram sempre escolas que não tem muito recurso, então hoje na que eu trabalho a gente tem a questão da infraestrutura da escola os alunos reclamam muito do calor, o calor atrapalha muito, não tem infraestrutura. Então isso dificulta o trabalho. Principalmente por causa das limitações né? Da estrutura. E aí acaba amarrando mais ainda o trabalho. Dificultando. As salas são muito cheias. Lá na escola quase todas as turmas têm quarenta alunos, com exceção do terceiro ano que tem um pouco menos, mas as demais, tem turma até com quarenta e cinco alunos, então desenvolver o trabalho com excesso de alunos também complica, é essa experiência que eu tenho na rede pública. E todo ano mesma coisa, são os mesmos problemas e aí a gente não vê nenhum interesse de ninguém em resolver esses problemas.

Observamos que as condições referentes às carências de infraestrutura na rede pública de ensino, como a falta e/ou não funcionamento de equipamentos de climatização que geram desconforto térmico e espaço reduzido das salas de aula para o quantitativo excessivo de alunos, impactam diretamente na atenção, aprendizado e desempenho dos estudantes. São necessários ambientes escolares minimamente confortáveis para que o professor exerça seu trabalho adequadamente e os alunos possam usufruir ao máximo de um espaço de concentração e discussão de conhecimentos, fomentando efetivamente o equilíbrio entre o processo de ensino-aprendizagem e uma qualidade na educação.

No que diz respeito às dificuldades, mais especificamente, na docência da disciplina química, P1 evidencia que:

P1: A minha principal dificuldade em ensinar química está relacionada a questão da base dos alunos. Eles têm um desinteresse que já é inerente aos alunos da rede pública, pra quem já trabalha, já conhece que eles são desmotivados, são alunos que tem problemas pessoais e tudo isso interfere. Mas a questão da base é que, principalmente quando você vai trabalhar algum determinado assunto, eles não têm conhecimento de cálculo, não tem conhecimento de interpretação de texto pra desenvolver a questão, e aí complica, porque não é só ensinar química, e às vezes eu tenho que entrar por outros caminhos pra tentar fazer com que eles compreendam uma coisa.

Nesse ponto, P1 traz apontamentos importantes sobre a realidade em que está inserida, dando ênfase, de forma geral, aos problemas observados com seus alunos, tais como: desinteresse, desmotivação, déficit de conhecimentos básicos de química, dificuldades em correlacionar conhecimentos prévios com situações que envolvam cálculos e interpretação de texto. São esses elementos citados por P1 que esclarecem mais o problema educativo em foco, fornecendo informações fundamentais para o planejamento da gamificação da disciplina.

Os aspectos relacionados à motivação e ao engajamento são pertinentes aos propósitos das estratégias gamificadas, pelas suas potencialidades em superar esse cenário de desinteresse dos alunos, conforme defende Kapp (2012), que a gamificação utiliza mecânica, estética e pensamentos baseados em jogos para envolver as pessoas, motivar a ação, promover a aprendizagem e resolver problemas. A motivação está associada ao estímulo da participação numa ação ou atividade, especialmente a motivação originada de dentro do próprio aluno, pela emoção proporcionada e desejo de aprender algo novo, não meramente por uma recompensa externa.

Com efeito, Schnetzler (2002) corrobora que os trabalhos voltados para o ensino de química precisam levar em conta as concepções prévias dos estudantes e sua cultura cotidiana, não tendo que, necessariamente, serem substituídas pelas concepções da cultura científica, mas assumir um caráter de evolução conceitual com reflexão consciente da ciência. Preceitos estes, decorrentes da incorporação das dimensões sociointeracionistas à análise do processo de ensino-aprendizagem, que evocam a produção de significados em ciências.

No contexto do ensino de química atualmente, tendo como parâmetros as orientações da BNCC e da Lei nº13.415 (2017) que dispõe sobre o “novo ensino médio”, averiguamos as percepções de P1 sobre as modificações com relação a reformulação do ensino médio, nos relatando o seguinte:

P1: [...] No primeiro ano, a gente trabalhava com dois horários, já era pouco por conta a extensão do conteúdo, depois que veio a reforma ficou um horário, porém o currículo não mudou, continuou a ementa do primeiro ano, continuou a mesma coisa, então se não dava com dois horários, um piorou, e é frustrante pra mim como professora saber que os meus alunos não vão conseguir ver todo o conteúdo que vai ser cobrado lá no final do terceiro ano quando eles forem tentar vestibular. Porque apesar de não passar por mim, mas eu sei que eles vão depender de mim, não tenho culpa, mas eu sei que eles só vão ser prejudicados e aí eu acabo correndo com o conteúdo, acabo não desenvolvendo conteúdo da forma que eu julgo certa porque eu quero que eles vejam porque eu sei que vai ser cobrado lá na frente, mas com essa reforma ficou inviável.

Conforme a Lei nº13.415 (2017), o ensino médio passou a contar com uma nova estrutura organizacional, adotando uma organização por áreas do conhecimento (Linguagens e suas Tecnologias, Matemática e suas Tecnologias, Ciências da Natureza e suas Tecnologias, Ciências Humanas e Sociais Aplicadas), prevendo a oferta de variados itinerários formativos, seja para o aprofundamento acadêmico em uma ou mais áreas do conhecimento, seja para a formação técnica e profissional. Com isso, houve também uma redução da carga horária de química nas escolas, assim como da física e biologia, com uma estruturação curricular pautada nos itinerários formativos e projeto de vida.

Dessa forma, uma dificuldade observada e evidenciada por P1 trata-se da abordagem dos conteúdos da disciplina química em um tempo de aula reduzido, em virtude da menor carga horária para o 1º ano do ensino médio, o que influenciou diretamente no aprofundamento das discussões dos conceitos científicos e na elaboração das atividades, de forma a contemplar as temáticas fundamentais da química dentro do tempo disponível de aula.

Em relação às estratégias de ensino e recursos didáticos utilizados frequentemente nas suas aulas, constatamos que a experiência da docente com os recursos tecnológicos se voltava para

o uso de mídias audiovisuais com auxílio de projetores, experimentação e livros didáticos para abranger os conceitos científicos:

P1: Eu sempre tento utilizar o recurso quando tem né? Agora eu adquiri um data-show pra melhorar, mas aí ficava a disponibilidade da escola, quando dava pra usar o data-show da escola, eu usava. Às vezes tentava levar um experimento simples pra sala de aula e levar um filme. Agora recurso tecnológico fica um pouco difícil. Porque a gente não tem muita estrutura então tudo tem que ser muito bem planejado e eu fico engessada porque os recursos são poucos que eu posso utilizar.

De acordo com essas informações e os registros em diário de campo, P1 esclareceu que na escola *lôcus* de pesquisa os laboratórios de informática e de química/ciências não estavam disponíveis para utilização, seja por motivos de falta de equipamentos, como computadores, ou no caso do laboratório de química, falta de vidrarias e reagentes, relatando que os experimentos eram feitos na própria sala de aula. Também informou outros problemas, como ausência de internet wifi distribuída para os alunos e até mesmo empecilhos com relação aos livros didáticos, como descreve:

P1: O livro ele traz conteúdo de química, biologia e física [...], é deficiente de conteúdo, deficiente de exercícios e muito dos conteúdos ele tira porque teve que abranger todas as disciplinas da área de ciência, então eles tiraram algum conteúdo, e a questão da divisão do livro, hoje são conteúdos misturados no primeiro ano. Não tem mais aquela história de ser só um livro pro primeiro ano. E acaba bagunçando mais ainda. Porque às vezes é o professor tem que escolher um livro. Aí o professor de física escolhe outro livro. O professor de biologia escolhe outro livro. E acaba que o aluno tem um monte de livro e ele não sabe nem o está estudando [...] Quando eu uso o livro, eu uso muito pra leitura mas tenho que completar tudo isso anotando no quadro. Por quê? Porque no livro não tem. Então a parte mesmo de conteúdo, a parte teórica dos assuntos, eu tenho que completar no quadro pra minimizar aí as perdas do aluno.

Analisando acerca dos livros didáticos disponibilizados para a rede pública estadual de ensino, constituem obras da área de conhecimento de ciências da natureza. Esses livros fazem parte do PNLD 2021, objeto 2, que corresponde à grande mudança do PNLD e do novo ensino médio, em que as obras são organizadas por área do conhecimento. Com isso, P1 concebe essa uniformização dos conteúdos como resumida e insuficiente, sem o aprofundamento teórico necessário da química e até mesmo suprimindo abordagens importantes que continham nos livros anteriores, que eram específicos da disciplina. Na tentativa de diminuir essas perdas, P1 acentua que recorre, junto com os outros professores da área de ciências da natureza, a edições anteriores de livros didáticos.

Durante a entrevista, questionamos P1 sobre o uso de jogos na educação e quais elementos que mais poderiam colaborar para o ensino de química. Conforme o relato:

P1: São atividades que eles possam dar o feedback do conteúdo que eles estão estudando e a questão da participação deles, da interação, que a gente precisa que eles desenvolvam essa parte de se relacionar com os outros alunos da sala, né? Que tudo isso acontece na hora que eles participam do jogo ali. Então eles utilizam o conhecimento que eles adquirem na aula colocando ali de uma forma divertida. Então acho que o ponto principal é eles pegarem esse conhecimento teórico que eles têm e colocarem numa forma divertida né? Não numa forma tradicional.

Observamos alguns atributos dos jogos evidenciados pela fala de P1, tais como: interação, colaboração, diversão e aprendizagem de conhecimentos, em contrapartida a uma metodologia de ensino tradicional. Nesse momento, a pesquisadora detalhou a proposta de parceria, que contemplava sua participação integral, inclusive no apoio ao desenvolvimento e implementação dos recursos. Tendo em vista o aceite e a receptividade da professora com a nossa proposta de intervenção, iniciamos os procedimentos de design da SD gamificada.

O design inicial da SD gamificada foi elaborado a partir dessa entrevista e das reuniões sequenciadas com P1. As temáticas de Estrutura Atômica e Tabela Periódica têm seus conteúdos orientados pela BNCC, na área de ciências da natureza, com a seguinte diretriz:

Os conhecimentos conceituais associados a essas temáticas constituem uma base que permite aos estudantes investigar, analisar e discutir situações-problema que emergem de diferentes contextos socioculturais, além de compreender e interpretar leis, teorias e modelos, aplicando-os na resolução de problemas individuais, sociais e ambientais (MEC, 2018, p. 548).

Na perspectiva da TAM, do uso da fala e das ferramentas culturais materiais, também foram coletadas algumas informações iniciais importantes dos alunos por meio de questionários para conhecê-los melhor, nos permitindo gerenciar e ajustar o fluxo das atividades. O questionário prévio aplicado aos alunos contemplou 6 questões abertas e 9 fechadas, envolvendo as seguintes informações: caracterização do perfil dos alunos (faixa etária, gênero, acesso à equipamentos eletrônicos e internet), a vivência com jogos (uso de jogos digitais e/ou analógicos, elementos comuns aos jogos com mais identificação, experiência com jogos na escola), questões acerca dos conteúdos de química a serem abordados e sobre as dificuldades na disciplina de química.

Selecionamos algumas questões para uma análise mais aprofundada e de interesse primordial para a construção da SD. Para facilitar a representação das questões, identificamos as questões pela letra Q seguida dos numerais (Q1, Q2, Q3 ...). Questionamos: Q1-Você faz uso equipamentos eletrônicos (smartphone, tablet, notebook, videogame...)? Quais? Com relação ao acesso a equipamentos eletrônicos, todos os alunos informaram que tinham acesso à smartphones, mas nem todos tinham conexão com a internet na escola. Dessa forma, tornou-se possível avaliar os recursos digitais e analógicos que poderiam ser utilizados com a turma, sendo uma possibilidade a realização de atividades em duplas ou grupos, devido a limitação no acesso à internet, o que converge também com um dos preceitos da gamificação que diz respeito à colaboração e cooperação. No contexto da TAM, ressaltamos a relevância de atividades que promovam a interação aluno-aluno, aluno-ferramenta e aluno-professor a partir do processo de produção de significados no ambiente de ensino proposto.

Na questão Q2- Você utiliza jogos de tabuleiro/analógicos? Quais? A maioria dos estudantes respondeu que utilizava jogos diversos em celular, outros responderam que utilizavam jogos como dominó, dama, cartas (uno, baralho) e tabuleiro, apenas uma minoria não tinha contato com uso de jogos. Nesse aspecto, consideramos importante para conhecer os interesses do público-alvo e adaptar as atividades. Q3- O jogo é um recurso lúdico por vezes utilizado pelos professores no ensino. Você já teve contato com jogos na vida escolar para aprender algum assunto? A maioria relatou que não teve essa experiência, apenas uma minoria já havia

participado de quizzes em outras disciplinas. Nesse ponto, uma parte dos alunos evidenciou utilizarem jogos digitais por meio de aplicativos de celular e sendo alguns de caráter educativo.

Em Q4- Enumere por ordem de preferência os elementos que você acha que um jogo deve conter: Competição, Cooperação, Diversão, Pontos, Aprender enquanto joga, Recompensas, Interação Social. Buscando analisar os elementos de jogos que mais se adequassem ao público-alvo, temos como os mais citados pelos estudantes, nesta ordem de preferência: diversão, competição, recompensas e aprender enquanto joga. Dessa forma, Kapp (2012) sustenta que um único elemento, ou mesmo um ou dois elementos por si só não alcançam um ambiente de aprendizagem envolvente, pois é a interrelação entre eles que torna a experiência de jogo mais completa e de qualidade. Ainda segundo o autor, a gamificação pode ser aplicada de forma cooperativa e/ou competitiva, com regras e padrões estruturados, mas preservando princípios de espontaneidade e considerando as diferentes interações entre os indivíduos.

Na questão Q5- Quais conteúdos você tem mais dificuldade na disciplina de Química? No tocante às dificuldades na disciplina química, os alunos mencionaram sobre as dificuldades na compreensão sobre estrutura da matéria, entendimento sobre os átomos ao longo do tempo e problemas com as notações, como símbolos dos elementos químicos na tabela periódica e fórmulas matemáticas. Diante desse panorama, Silva et al., (2021) ponderam acerca dos obstáculos conceituais que os alunos do ensino médio apresentam na disciplina química, principalmente na compreensão, construção e relação das representações visuais com os modelos científicos, em virtude da natureza abstrata e dos aspectos teóricos com os quais estão associados. A implementação de dispositivos móveis em conjunto com aplicativos educacionais no processo de ensino e aprendizagem de conceitos abstratos da química, possibilita aos estudantes a capacidade de correlacionar os níveis macroscópico, microscópico e representacional de compreensão da ciência (Giordan, 2008).

Em Q6- Você acha que a Química está presente e/ou pode ajudá-lo no seu dia a dia? Dê exemplos. Sobre as concepções prévias a respeito dos conceitos químicos e sua importância, os estudantes descreveram de forma sucinta conceitos científicos e aplicações da química no cotidiano, tais como na medicina, higiene, tratamento de água, preparo e conservação dos alimentos e para a saúde. Constatando-se que os alunos demonstraram nas respostas uma apropriação ainda incipiente dos conceitos químicos.

Com essa análise dos questionários iniciais com os alunos da turma de 1º ano, o design foi refinado para melhor atender a demanda da turma. Assim, estabelecemos um cenário mais claro para a intervenção, a partir das respostas dos estudantes que nortearam melhor o redesenho da SD gamificada.

Planejamento e Descrição da sequência didática gamificada

Bego et al. (2019, p. 626) argumentam que “o planejamento de ensino ressignificado e incorporado à pesquisa é uma das dimensões essenciais para o desencadeamento de inovações educacionais”. Os autores apontam que o trabalho docente necessita ser resultado

de um planejamento com dimensões didática e pedagógica, definindo além dos objetivos pedagógicos, os princípios norteadores e os mecanismos de avaliação da ação educativa. Nessa direção, Giordan et al. (2012) salientam que a sequência, módulo ou unidade didática tem despertado interesse na área educacional ao longo do tempo, representando um instrumento para estreitar os laços entre a teoria abordada nos programas de formação de professores e as práticas aplicadas em sala de aula.

Neste estudo trabalhamos com a sequência didática (SD), que pode ser definida por Zabala (1998, p.18) como “conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelo professor como pelos alunos”. Giordan et al. (2012) ao analisarem as tendências de pesquisa sobre SD, identificaram que vários trabalhos com sequência didática não trazem referenciais teóricos que norteiam sua elaboração e análise. Na presente investigação, o modelo de planejamento adotado para a SD baseia-se nos princípios do Modelo Topológico de Ensino (MTE) proposto por Giordan (2008). O MTE utiliza a perspectiva sociocultural da Teoria da Ação Mediada (TAM) de James Wertsch (1991, 1998) como construção teórica que fundamenta o modelo de organização de ensino.

Os referenciais teóricos utilizados mobilizaram a construção desse instrumento, com o propósito de explorar as contribuições de Wertsch (1991, 1998) para discutir sobre as maneiras pelas quais ocorre a interação dos agentes e o domínio e apropriação dos conceitos químicos por meio de ferramentas culturais no ambiente de ensino. A SD tem sua materialidade na produção de um plano de ensino, de acordo com os três eixos organizadores do MTE: a) Atividades estruturadas de ensino: possibilitam as interações entre alunos e professores, os chamados agentes da ação, e também orientam o propósito da atividade e o ato; b) Conceitos: são como ferramentas culturais utilizadas pelos alunos ampliam as esferas de comunicação de maneira a se apropriarem das formas de pensamento da ciência; c) Tema: aproxima os alunos do ambiente de comunicação e das atividades do meio científico, gerando uma visão de mundo à medida que ocorre o encontro entre as ferramentas (Giordan, 2008).

No tocante ao ensino de ciências, o propósito geral das atividades é o de promover a ampliação da visão de mundo dos estudantes em direção às formas de pensamentos da ciência, ou seja, à utilização de conceitos científicos (conteúdos). Os conceitos são as ferramentas culturais, desenvolvidas historicamente e socialmente pela ciência, a serem apropriadas pelos estudantes. Por isso, outro elemento importante é a tematização, em função de sua capacidade para aproximar a realidade de partida dos estudantes dos horizontes conceituais científicos (Bego et al., 2019, p.628).

Nesse cenário, o planejamento das atividades gamificadas considerou a modificação de atividades dos planos da disciplina química para envolver os alunos com os objetivos pretendidos pelo estudo de Estrutura Atômica e Tabela Periódica durante um período bimestral. Com a entrevista semiestruturada realizada inicialmente com P1, pudemos refletir sobre o problema educativo, elucidando a forma como são abordadas as situações que envolvem a complexidade do ensino de química na escola estadual *lócus* da presente. Essa análise teve como propósito abranger os objetivos da professora para a disciplina, o perfil dos alunos e as intenções da pesquisa. De posse dessas informações, procuramos acrescentar à SD ferramentas que estivessem inseridas no contexto dos alunos.

Dessa maneira, organizamos a SD com prioridade no diálogo e, sempre recorrendo às reuniões com a docente, visto que consideramos que a ação mediada, a princípio supõe um caminho pré-definido e um objetivo final e ideal, que possa sofrer mudanças de acordo com o contexto de cada agente. Para a mediação, consideramos o conjunto de ferramentas ou “kit de ferramentas”, conforme descrito nas obras de Wertsch (1991, 1998) utilizados para apoiar os desafios, a inserção de ferramentas socioculturais favorece o rol apreciativo dos alunos na significação dos conceitos e influenciam o discurso de autoridade durante as interações comunicativas. Tais ferramentas podem ser físicas (imagens, textos, animação, vídeos, simulações, plataformas e aplicativos) e não físicas (fala, enunciados, expressões e conceitos). Quanto mais ferramentas forem inseridas em seus “kits”, maior será o rol apreciativo para significar os conteúdos, seja entre ferramenta-aluno, aluno-aluno ou aluno-professor (Costa, 2016; Costa & Souza, 2017).

Com base no trabalho desenvolvido por Costa et al. (2021), articulamos as atividades correspondendo a um sistema com elementos (mecânicas, dinâmicas e componentes) de jogos, a partir da criação de uma narrativa, neste estudo com o enredo de uma Expedição Científica, e do uso de uma plataforma de gerenciamento de atividades integrada com o Google Planilhas.

Tendo em vista o enredo nomeado “A Expedição dos elementos: Explorando o Mundo da Química” demonstrado no Quadro 1, foram elaboradas quatro jornadas que traziam os alunos como protagonistas e as atividades correspondiam a desafios envolvendo os conteúdos de química no formato de mapas de viagem, que continham instruções sobre cada missão, sendo entregues aos alunos nas aulas.

Quadro 1. Enredo da Expedição Científica (Adaptado de Costa et al., 2021)

<p style="text-align: center;">A Expedição dos elementos: Explorando o Mundo da Química</p> <p>Olá jovens aventureiros e aventureiras! Sejam bem-vindos a esta viagem no mundo da Química, preparem-se para uma grande expedição científica cheia de histórias e desafios! Nesse mundo, você é um viajante corajoso e curioso que embarcará em uma emocionante expedição em busca de conhecimentos. A Química faz parte de sua vida e a todo momento você tem que tomar decisões sobre assuntos relacionados a essa ciência. Sua missão é desvendar os mistérios do mundo atômico, solucionando problemas e superando desafios enquanto explora as maravilhas da química! Durante essa empreitada, você percorrerá jornadas por vezes individualmente e outras, em times, com auxílio de um Mapa de Viagem que o guiará! Tendo como objetivo principal capacitá-lo para refletir e tomar decisões diante de situações que envolvam a química. A cada jornada cumprida, você sobe de nível e chega mais próximo do objetivo principal. Não pense que será tão simples! Requer atenção, trabalho em equipe e participação ativa! Mas terá à sua disposição textos, pesquisas, vídeos e outros recursos, podendo ainda adquirir poderes para ajudá-lo. Ah! À medida que suas missões forem bem-sucedidas, vencendo todos os problemas propostos, você ganhará recompensas que podem revelar caminhos mais viáveis para sua jornada. Explore os desafios com espírito de cooperação, solidariedade, responsabilidade, respeito e tolerância à opinião do outro. Boa sorte na sua aventura! Ao final estará mais próximo de se tornar um Super Estudante! Estaremos sempre por aqui para ajudar e direcioná-lo!</p>

De acordo com Busarello (2016), o emprego de narrativas criativas constitui uma prática que tem contribuído para impulsionar a motivação e a experiência das pessoas em contextos de aprendizagem, isso decorre do poder das narrativas de integrar e inspirar diversos agentes na conexão com os conhecimentos pretendidos. Conforme relata Costa et al. (2021), a cada jornada, os estudantes avançam os níveis conforme se apropriam dos temas propostos em continuidade da narrativa e os desafios se pautam em um sistema de recompensas, poderes e restrições, recebendo uma pontuação equivalente a pontos de experiência (pontos XP) pela resolução.

Além da narrativa, níveis e desafios, destacam-se outros elementos dos games, tais como regras, pontos, tempo utilizado, progresso e formação de grupos. Com respaldo em algumas referências do design de jogos (Schell, 2008; Salen & Zimmerman, 2017), definimos atributos, isto é, características específicas de jogos que fundamentam a gamificação. Em todos os desafios os alunos usavam aplicativos ou outros recursos, recomendados pelo professor, no intuito de aumentar o “kit de ferramentas culturais” e possibilitar um maior rol apreciativo para significar os conteúdos, tendo em vista as ações estarem sendo mediadas por essas ferramentas, além de proporcionar interações aluno-ferramentas, aluno-aluno e aluno-professor (Wertsch, 1998). Podemos incluir a fala dos alunos e da professora como um meio não físico, mas orientado pelos meios materiais.

A elaboração da SD gamificada teve como referência a estrutura didática previamente montada no design inicial e fundamentada também no Modelo Topológico de Ensino (MTE). De forma mais clara, apresentamos um esquema sintético da sequência didática gamificada no Quadro 2.








De acordo com o esquema representado no Quadro 2, os desafios eram representados por temáticas que pudessem reter a atenção dos alunos em torno do percurso da expedição, no propósito de oferecer uma seara de imersão no mundo fictício criado e em uma continuidade sobre os estudos da estrutura atômica, perpassando pelas configurações eletrônicas, organização e propriedades dos elementos químicos. Vianna et al. (2013) evidenciam que os mecanismos de jogos auxiliam na obtenção de maior engajamento por meio de uma narrativa mais persuasiva de tarefas a serem desempenhadas e também dividindo-as em tarefas menores que possam ser alcançadas em curto prazo, para manter-se engajados ao longo do projeto.

Entre as ferramentas culturais e materiais selecionados, podemos citar os dispositivos móveis, simulações, aplicativos, quizzes, vídeos, jogos e uma plataforma de gerenciamento de atividades. Essa plataforma foi desenvolvida por Costa et al. (2021), como pode ser ilustrada na Figura 4 para visualização da disposição dos elementos e do layout.

A plataforma de gerenciamento de atividades foi construída a partir da integração com o Google Planilhas por ser gratuito, de fácil acesso e por permitir uma visualização em tempo real dos feedbacks. Considerou elementos que são os mais básicos da gamificação: Pontos, Emblemas e Tabela de classificação; Estética, para envolver visualmente os alunos, e outros elementos como Avatares, jornadas (Níveis), Recompensas, Poderes, Progresso, Retrocessos (Punições), dentre outros. Permitindo assim, à professora administrar as atividades com os conteúdos e aos alunos acessarem elementos de jogos, como avatares, jornadas, pontuações, emblemas, recompensas, poderes, restrições e progresso (Costa et al., 2021).

Quadro 2. Esquema sintético da SD gamificada (Dados da pesquisa, 2024)

Sequência das jornadas	Conceito	Atividade
Fase inicial Apresentação e objetivos da pesquisa.	Ambientação dos discentes.	Apresentação da narrativa e da plataforma de gerenciamento de atividades. Aplicação de questionários iniciais.
1ª Jornada Desafio 1: Quem sou eu?	Conhecimentos prévios. Criação de Avatares e descrição dos personagens com suas narrativas.	Apresentação com o nome que representa o Avatar, porque da escolha, quais as qualidades como estudante explorador e o que espera aprender do Mundo da Química.
Desafio 2: Do Macro ao Micro	Constituição da Matéria, partículas elementares dos átomos e as relações de semelhanças existentes. Símbolos químicos, número atômico, número de massa, massa atômica, íons.	Desafio em grupos, com a formação de times na turma. Utilização da Simulação no PhET Colorado com desafios em formato de competição para solucionar atividades dentro desse objeto de aprendizagem que são intituladas: Construir um átomo, Símbolo e Jogo.
2ª Jornada Desafio 3: Uma Viagem Atômica	Estrutura atômica e íons.	Tarefa individual usando a ferramenta Plickers com enigmas e problemas relacionados à estrutura atômica e íons cátions e ânions.
Desafio bônus 1: No Mundo Quântico	Números quânticos e modelos atômicos.	Desafio extra individual de Revisão de conteúdos por meio de atividade interativa com uso do aplicativo Quizizz.
3ª Jornada Desafio 4: A Química tem história	História da configuração eletrônica, camada de valência e o subnível mais energético.	Formação de duplas ou trios. Exposição de slides com atividades interativas no Nearpod sobre a configuração eletrônica e sua importância para a compreensão das propriedades e ligações dos elementos, seguidas de um vídeo para problematização: "Como a mecânica quântica explica a estrutura do átomo?"
Desafio bônus 2: Desvendando os elétrons	Distribuição eletrônica seguindo o Diagrama de Linus Pauling.	Lista de Exercícios sobre distribuição eletrônica, identificando a camada de valência e o subnível mais energético.
4ª Jornada Desafio 5: Uma aventura pela tabela periódica	Tabela periódica: origem, distribuição eletrônica, estrutura atômica, classificação e usos/aplicações.	Aulas e pesquisa orientada sobre os elementos na tabela periódica, por meio de um mapeamento orientado sobre informações essenciais de cada elemento. Pesquisa orientada.
Desafio final: Momento criatividade	Pesquisas sobre os elementos químicos, suas propriedades e usos.	Apresentação com uso da realidade aumentada para registrar os elementos encontrados pela câmera explicando suas características e usos. A proposta é que os alunos utilizem as informações específicas do desafio anterior sobre os elementos. A apresentação poderia ser por meio de produção de um vídeo.
Fase Final	Revisão sobre estrutura atômica e tabela periódica.	Discussão das temáticas estudadas com apresentação da plataforma de gerenciamento de atividades. Aplicação de questionários finais.

Expedição Científica-Explorando o Mundo da Química Desejo sorte a todos os aventureiros e aventureiras								
AVATAR	AVENTUREIROS e AVENTUREIRAS	1ª JORNADA		2ª JORNADA		3ª JORNADA		4ª JORNADA
		Desafio 1	Desafio 2	Desafio 3	Bônus 1	Desafio 4	Bônus 2	DESAFIO FINAL
		A Expedição científica: Quem sou eu?	Do Macro ao Micro (PHET)	Uma Viagem Atômica (Pickers)	No Mundo Quântico (Quizizz)	A Química tem História (Vídeo e Nearpod)	Desvendando os elétrons (Exercícios)	Uma aventura pela tabela periódica (Pesquisa e Realidade Aumentada)
		PONTUAÇÃO		Total das atividades				
	BigGugs07							
	Bia							
	Pedrin							
	Lanna							
	Bia157							
	Adriana Cristina							
	Julyane Larisa							

RANKING	NOME	PONTUAÇÃO
1	Bia Mendes	721,1
2	Gisele	629,3
3	Biel	599
4	Madu	532,9
5	Lisa-X	507,7
6	Ana Célia	444,9
7	Yandel	426,6
8	Julyane Larisa	426,5

Figura 4. Plataforma de gerenciamento de atividades (Dados da pesquisa, 2024)

Associamos a classificação de Werbach e Hunter (2012) para a construção da SD gamificada, que delinea as categorias: dinâmicas, mecânicas e componentes. As Dinâmicas englobam as restrições (limitações); emoções (curiosidade, frustração, felicidade); narrativa (um enredo consistente e contínuo); progressão (crescimento do jogador); relacionamentos (interações sociais); as Mecânicas abrangem desafios (tarefas que exigem esforço para serem resolvidos); chance (elementos de aleatoriedade); competição (um jogador ou grupo vence e o outro perde); cooperação (os jogadores devem trabalhar juntos para alcançar um objetivo comum); feedback (informações sobre como o jogador está); aquisição de recursos (obtenção de itens úteis ou colecionáveis); recompensas (benefícios por alguma ação ou conquista). Os Componentes incorporam conquistas (objetivos definidos); avatares (representações visuais do personagem de um jogador); emblemas (representações visuais de conquistas); tabelas de classificação (exibições visuais da progressão e conquistas do jogador); níveis (etapas definidas na progressão do jogador); pontos (representações numéricas da progressão do jogo); missões (desafios pré-definidos com objetivos e recompensas) (Werbach & Hunter, 2012).

Diante do exposto, estabelecemos um ambiente propício para melhor dispor as ações realizadas pelos estudantes ao utilizar meios mediacionais, isto é, as ferramentas socioculturais para o estudo da matéria e seus constituintes, temática fundamental na disciplina química.

Fase 3: Intervenção e Avaliação

Esta fase consistiu na implementação da sequência didática (SD) gamificada em uma turma de 1º ano do ensino médio, ao longo de um bimestre letivo, com aulas semanais de cinquenta minutos. A aplicação da SD foi conduzida em parceria com a professora regente (P1), com adaptações progressivas em função das demandas emergentes, o que caracteriza o processo iterativo da DBR (Reeves, 2000).

Durante a intervenção, foram realizadas reuniões sistemáticas com P1 e realizadas observações participantes que permitiram o redesenho da SD. A organização original da SD foi modificada para atender melhor às necessidades do grupo, como a introdução dos conteúdos de estrutura atômica antes das propriedades dos elementos. Tais mudanças exemplificam o caráter prospectivo e reflexivo da DBR (Cobb et al., 2003), em que o design se ajusta continuamente com base nos dados da implementação.

À medida que foram sendo realizadas as aulas, observamos atentamente os níveis de compreensão, participação e engajamento dos alunos com os conceitos científicos para eventuais adaptações nas atividades. E assim, os desafios foram sendo organizados de acordo com a imersão dos alunos, as dúvidas e abordagens das aulas inicialmente previstas. Essa avaliação dos estudantes também estava sendo verificada a cada desafio concluído, por meio dos feedbacks e resultados na plataforma de gerenciamento de atividades.

Do ponto de vista da Teoria da Ação Mediada (Wertsch, 1991, 1998), a intervenção foi estruturada para promover a ação dos estudantes com ferramentas culturais, tanto materiais (simulações, aplicativos, vídeos, mapas) quanto simbólicas (linguagem, narrativa, colaboração). O uso da simulação “Monte um Átomo”, da plataforma PhET Colorado, por exemplo, permitiu aos estudantes explorarem visualmente conceitos abstratos como estrutura atômica e carga elétrica, mediando a significação por meio de ações contextualizadas com a orientação do professor.

Essas experiências reforçam a noção de que a aprendizagem ocorre por meio da ação mediada, e não como mera transmissão de conhecimento. Segundo a TAM (Wertsch, 1991, 1998), as ferramentas culturais só adquirem sentido quando mobilizadas ativamente pelos sujeitos em situações sociais. Isso se evidenciou, por exemplo, nas dinâmicas de trabalho em grupo, em que os alunos interagiram com ferramentas materiais e simbólicas para construir significados compartilhados. A fala de A1 ilustra com clareza esse processo de mediação coletiva:

A1: Eu consigo me adaptar e me sair melhor quando tem pessoas para me ajudar, como foi a atividade em grupo. A questão da estrutura atômica também foi muito boa porque eu gosto de quizzes.

Aqui, o aluno destaca que o aprendizado foi favorecido pela cooperação entre pares e pelo uso de atividades lúdicas estruturadas, o que demonstra a ação mediada tanto por ferramentas culturais (quizzes, conteúdos) quanto por interações sociais. Esse tipo de aprendizagem dialógica, pautada em colaboração, é central para a abordagem sociocultural da TAM. Complementarmente, a fala de A2 acrescenta outra dimensão da mediação:

A2: O que prendeu minha atenção foi podermos ver e interagir com as coisas. Esse tipo de ensino é muito bom, pois ajuda a prender a atenção, muitos alunos que não costumavam participar estavam interagindo e isso mostra o desenvolvimento do interesse deles.

Essa percepção evidencia como a mediação por ferramentas interativas favoreceu a construção de significados, ao possibilitar uma experiência mais concreta, pois transformou abstrações teóricas em experiências visuais e manipuláveis, o que permitiu aos alunos explorar, experimentar e reformular compreensões por meio do engajamento ativo. Além disso, a observação de que outros colegas passaram a se envolver mais com as atividades reforça a importância do ambiente colaborativo para promover a participação ativa, aspecto central tanto na TAM quanto no processo de redesign iterativo da DBR.

Ao longo da intervenção, também foram identificados desafios relacionados à compreensão de conteúdos, especialmente no que diz respeito à relação entre partículas elementares, massa e carga dos átomos. Inicialmente, alguns alunos apresentaram dificuldades em associar essas informações quando as discussões se baseavam apenas em equações matemáticas. No entanto, com o apoio de simulações e feedbacks contínuos da professora regente (P1), esses obstáculos foram gradualmente superados.

Nesse processo, a flexibilidade do design também se mostrou fundamental para contornar limitações contextuais, como a falta de acesso à rede wifi e a redução da carga horária da disciplina. Para garantir a participação de todos, os alunos se organizaram em equipes, utilizando seus próprios dispositivos móveis e compartilhando recursos quando necessário. Essa estratégia, além de proporcionar a colaboração, está alinhada aos princípios da DBR, que prevê a constante adaptação às condições reais do ambiente de implementação (DBR-Collective, 2003).

A combinação entre motivação extrínseca (pontos, ranking) e intrínseca (curiosidade, desafio cognitivo) mostrou-se satisfatória no contorno dessas limitações, como relatado por A3:

A3: Apesar das missões baseadas nos conteúdos me chamarem bastante atenção, são as recompensas e os pontos atribuídos que me motivam, o ranking me mostra que apesar de ter bastantes pontos eu posso conseguir ainda mais aquela pontuação.

Contudo, reconhece-se que a autonomia dos estudantes foi parcialmente limitada por fatores externos, como a carga horária reduzida da disciplina, o que impôs ajustes na profundidade das discussões teóricas.

A professora P1 também destacou aspectos positivos da intervenção, principalmente no que tange à interação entre os alunos e ao uso de tecnologias digitais como mediadoras da aprendizagem:

P1: A gente incluir todo mundo eu sempre acho positivo, a questão de dividir a turma em equipe, né? Que promova a interação entre eles, eles já têm os grupos deles, que eles se sentem mais à vontade em trabalhar e acaba motivando ainda mais e um ajudando o outro eu acho bem interessante a metodologia e na questão da tecnologia quando um tinha o outro tinha e aí a gente consegue abranger um número bem maior de alunos.

Essa percepção converge com os princípios da TAM, ao evidenciar como a interação social e a utilização de ferramentas culturais contribuem para a apropriação de conhecimentos. E,

apesar dos avanços, P1 também apontou desafios estruturais que impactaram o desenvolvimento da intervenção, como a carga horária reduzida decorrente da reformulação do ensino médio:

P1: Eu acho que o grande problema [...] é o sistema que disponibiliza só uma hora de aula, que uma hora equivale a cinquenta minutos e acaba que a gente usa a metodologia e não tem tempo, a metodologia da gamificação, mas às vezes não tem tempo pra reforçar [...] mas aí como é uma hora semanal, não tem como e acaba que a gente tem que dar sequência ao conteúdo.

Essas limitações reforçam a importância de um design flexível e de momentos de redesign ao longo da implementação, elementos centrais da DBR, para garantir que as estratégias possam ser ajustadas de acordo com as condições reais do contexto escolar, sem perder de vista os objetivos pedagógicos.

A fase 3 demonstrou que, ao articular os pressupostos da TAM e os ciclos iterativos da DBR, foi possível promover um ambiente de aprendizagem mediado por ferramentas culturais e marcado pela colaboração, engajamento e construção significativa de conhecimentos. As falas dos alunos e da professora evidenciam tanto os avanços quanto os desafios enfrentados, contribuindo para a elaboração de princípios de design que poderão orientar futuras intervenções em contextos semelhantes.

Fase 4: Reflexão para produzir princípios de design

Segundo Wang e Hannafin (2005), os princípios de design emergem após cada ciclo de análise do artefato desenvolvido, do contexto particular e da teoria orientadora. São fundamentados na literatura e nos dados coletados para assegurar a praticidade e usabilidade dos resultados alcançados, refletindo sobre as práticas, dinâmicas, condições e motivações que envolvem a produção de um artefato e sua aplicação em um contexto específico. Realizamos, neste estudo, a documentação de todas as fases da pesquisa, utilizando-se, como fonte de informação, o material produzido e coletado durante todo o percurso da DBR.

Desta forma, o ciclo de pesquisa e desenvolvimento foi recorrentemente refinado para a incorporação da gamificação no contexto da sala de aula. Produzimos reflexões acerca das contribuições da DBR a partir de alguns princípios de design construídos de acordo com os dados coletados, resultados discutidos e experiência vivenciada, de maneira a fomentar a construção de conhecimento e de iniciativas voltadas para metodologias que usam elementos de jogos, como a gamificação. O planejamento e implementação da SD gamificada por meio da DBR gerou conhecimentos didáticos que podem oferecer direções para uma análise global do processo e o caminho percorrido, delineando perspectivas para serem aplicadas em outros contextos.

O primeiro princípio diz respeito à interação colaborativa entre pesquisadora e professora regente, que revelou práticas cruciais que levaram a *insights* sobre o que ocorre em intervenções complexas, como no contexto de um estudo de caso em sala de aula. De acordo Nobre e Martin-Fernandes (2021, p. 8), “a percepção dos papéis entre investigadores e participantes parece diluir-se. Contudo é mesmo aí que nascem o reconhecimento e a

valorização da investigação resultantes do trabalho colaborativo”. Sob essa perspectiva, além da participação direta no design, a professora regente foi atuante como aplicadora da sequência didática na turma, enquanto a pesquisadora acompanhou todo o planejamento e implementação da estratégia.

Evidenciamos, também, que a gamificação apresentou-se como uma estratégia com design complexo, exigindo o planejamento da SD por meio de embasamento teórico que contemplasse uma combinação dos atributos e das características dos jogos em um cenário voltado para a aprendizagem, no caso, a sala de aula. Uma das contribuições é a flexibilidade no processo da gamificação, a qual está associada à produção sistemática de conhecimento durante sua implementação. Conforme destacado por McKenny e Reeves (2012), podem ser necessárias revisões do plano inicial que devem estar alinhadas com o plano geral da pesquisa, garantindo um equilíbrio entre as duas funções desempenhadas pelos pesquisadores: investigação e design, isso possibilitou novas perspectivas sobre o problema inicial.

Um ponto muito importante, que constitui o pilar dos estudos e metodologias baseadas em jogos, refere-se à utilização das regras de forma clara para o melhor desenvolvimento da gamificação. A partir do entendimento dessas convenções, dos limites e possibilidades de cada desafio e/ou ferramentas propostos, a exploração das atividades tornava-se mais imersiva. A princípio, quando alguns alunos não compreendiam nitidamente o propósito da ação, a apropriação e o domínio dos conhecimentos científicos dispersavam-se, então, a medida que era esclarecido o proposto da atividade, os melhores caminhos eram revelados pela professora.

A TAM fundamentou teoricamente o planejamento e execução das atividades gamificadas, oferecendo condições para que os alunos interagissem com as ferramentas disponibilizadas, especialmente ao considerar que cada ferramenta selecionada desempenhava um papel claro na estratégia de ensino e estava integrada de acordo com um propósito específico de ação. Nessa perspectiva sociocultural, a interação social durante a intervenção também se revelou imprescindível, tendo em vista que o aluno não consegue compreender os conceitos da mesma forma que são ministrados, pois os processos externos são constantemente transformados e alterados durante a internalização para o aprendizado dos conceitos científicos.

Como meio para essa articulação, apontamos que, para integrar o uso de TD nos processos educacionais com a gamificação, mostrou-se necessária a familiarização com o uso específico de seus recursos e suas possibilidades durante o planejamento docente. O domínio das TD pela professora e pelos alunos foi um processo gradual, que avançou na medida em que se identificavam com o próprio uso, entretanto, em alguns momentos os alunos tinham dificuldades em interpretar alguns conceitos científicos que eram continuamente esclarecidos junto com a professora regente.

Nesse enfoque, os comportamentos emergentes dos alunos em resposta às atividades impulsionaram o desenvolvimento da intervenção e o desenvolvimento da teoria (DBR-Colletive, 2003). A partir dessa ótica, percebemos que os alunos receberam a proposta da gamificação de forma positiva, e à medida que os desafios baseados em jogos e as

ferramentas foram inseridos, os estudantes puderam se apropriar dos conceitos científicos e expressar suas necessidades. Dessa forma, esses elementos forneciam pontos para reorganização das atividades com o propósito de acompanhar a evolução da compreensão dos conhecimentos pelos alunos mediados por ferramentas socioculturais.

Considerações finais

Baseando-se na abordagem teórico-metodológica da Pesquisa Baseada em Design (DBR), gerenciamos um processo iterativo de planejamento, implementação e análise da gamificação no ensino de química em uma escola pública do estado do Maranhão. A pesquisa centrada no design, ao contemplar as demandas, limitações e interações da prática educacional, pode proporcionar uma visão sobre como as teorias de ensino e aprendizagem podem ser aplicadas em ambientes educacionais.

Com a estreita colaboração com professores, a DBR os situa como agentes diretos da execução do projeto e, portanto, na condução dos desafios na concepção e na prática. A tensão entre os papéis de investigador e designer na tomada de decisões necessárias durante o projeto é inerente a esta metodologia, pois compreende um percurso que é recorrentemente aperfeiçoado e adaptado. Assim, a parceria entre a pesquisadora e a professora foi um processo construtivo para ambas, com a colaboração mútua e oportunidade de refletir sobre suas experiências e conhecimentos.

Além disso, a TAM revelou-se como uma perspectiva teórica viável para investigações em educação em ciências e para orientar a estratégia gamificada mediada por ferramentas socioculturais, sendo possível observar a receptividade dos alunos ao participarem de atividades contextualizadas e articuladas com os conhecimentos químicos. Diante do momento de cultura digital que estamos vivenciando, a integração de recursos como as TD auxiliou no desenvolvimento dos desafios tanto pela professora quanto pelos alunos, viabilizando novas formas de organização das atividades pedagógicas e curriculares, oferecendo recursos que podem ser aplicados em sala de aula para enriquecer as experiências de aprendizagem dos estudantes e apoiar o ensino de conceitos científicos de difícil compreensão e visualização. Cabe destacar que a professora demonstrou facilidade na utilização e na autonomia em explorar as potencialidades das ferramentas com a turma, incorporando elementos da sua própria prática com TD.

Nesse sentido, alguns fatores dificultaram o encaminhamento da metodologia, principalmente relacionados à infraestrutura, como a ausência de equipamentos de climatização, de conexão com a internet e algumas vezes de aparelhos eletrônicos que suportassem determinada tecnologia proposta, no entanto, foram contornados da melhor forma possível. Assim, na intervenção, a professora e estudantes avaliaram positivamente a estratégia gamificada, sobretudo no que se referiu à articulação com as temáticas de Estrutura Atômica e Tabela Periódica.

Dessa forma, torna-se possível concluir que a intervenção pedagógica compreendeu não apenas a experiência em sala de aula, mas incluiu todo o processo, desde o primeiro momento, em que houve a reflexão acerca do problema educativo perpassando pela iniciativa

da professora regente em incorporar a gamificação mediada pelas ferramentas socioculturais no contexto pedagógico. A partir do que apresentamos, entendemos que a metodologia DBR e os estudos envolvendo as sequências didáticas são abordagens potenciais que podem trazer elementos importantes e contribuir para uma melhor consolidação de conhecimentos específicos e diretamente relacionados com a prática docente, como os processos de ensino e aprendizagem envolvendo a gamificação em sala de aula.

Agradecimentos

Os autores agradecem à gestão escolar, à professora, aos alunos da escola campo de realização desta pesquisa e à Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA), Processo UNIVERSAL — 06789/22.

Referências

- Bacich, L., & Moran, José (Orgs.) (2018). Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática. Penso.
- Bego, A. M., Alves, M., & Giordan, M. (2019). O planejamento de sequências didáticas de química fundamentadas no Modelo Topológico de Ensino: potencialidades do Processo EAR (Elaboração, Aplicação e Reelaboração) para a formação inicial de professores. *Ciência & Educação* (Bauru), 25(3), 625–645. <https://doi.org/10.1590/1516-731320190030016>
- Bittencourt, L. P., & Struchiner, M. (2015). A articulação da temática da doação de sangue e o ensino de biologia no Ensino Médio: uma pesquisa baseada em design. *Ciência & Educação* (Bauru), 21(1), 159–176. <https://doi.org/10.1590/1516-731320150010011>
- Bottentuit Junior, J. B. (2020). Gamificação na Educação: revisão sistemática de estudos empíricos disponíveis na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações. *Temática*, 16(3), 285-301. <https://periodicos.ufpb.br/ojs2/index.php/tematica/article/view/50871/29737>
- Busarello, R. I. (2016). Gamification: princípios e estratégias (Vol. 1). Pimenta Cultural.
- Brown, A. L. (1992). Design experiments: theoretical and methodological challenges in creating complex interventions in classroom settings. *The Journal of the Learning Sciences*, 2(2), 141-178. https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1207/s15327809jls0202_2
- Caillouis, R. (2017). Os jogos e os homens: a máscara e a vertigem. (M. Ferreira, Trad.). Vozes.
- Chaves, J., & Meotti, P. R. M. (2019). Dificuldades no Ensino Aprendizagem e Estratégias Motivacionais na Disciplina de Química no Instituto Federal do Amazonas- Campus Humaitá. *Revista EDUCAmazônia*, 22(1), 206-224. <https://periodicos.ufam.edu.br/index.php/educamazonia/article/view/5771/4491>
- Cobb, P., Confrey, J., diSessa, A., Lehrer, R. & Schauble, L. (2003). Design experiments in educational research. 32. 9-13. <https://journals.sagepub.com/doi/10.3102/0013189X032001009>
- Collins, A. (1992). Towards a design science of education. In E. Scanlon & T. O'Shea (Eds.), *New directions in educational technology* (pp. 15–22). North Atlantic Treaty Organization.
- Costa, H. R. (2016). Investigando a produção de significados sobre os números quânticos, as formas dos orbitais e as transições eletrônicas do modelo quântico por meio das ferramentas socioculturais [Tese de doutorado em Educação para a Ciência, Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista]. <https://repositorio.unesp.br/items/a98d7274-460c-4ef9-b3d5-80c815b5c827>
- Costa, H. R., & Souza, A. R. (2017). A produção de significados no modelo quântico por meio de ferramentas socioculturais: uma proposta analítica da aprendizagem. *Revista Ensino & Multidisciplinaridade*, 3, 17-37. <https://periodicoseletronicos.ufma.br/index.php/ens-multidisciplinaridade/article/view/14788>

- Costa, H. R., Cruz, D. M., & Marques, C. A. (2021). Gamificação no ensino de ciências: Desenvolvimento de uma plataforma de gerenciamento das atividades. *Revista Eletrônica Ludus Scientiae*, 5(1-2). <https://doi.org/10.30691/relus.v5i1-2.2963>
- DBR-Colleative. (2003). Design-Based Research : An emerging paradigm for education inquiry. *Educational Researcher*, 32(1), 5–8. <http://www.designbasedresearch.org/reppubs/DBRC2003.pdf>
- Gil, A. C. (2019). Como elaborar projetos de pesquisa (6ª ed.). Atlas.
- Giordan, M. (2008). Computadores e linguagens nas aulas de ciências. Unijuí.
- Giordan, M., Guimarães, Y., & Massi, L. (2012). Uma análise das abordagens investigativas de trabalhos sobre sequências didáticas: Tendências no ensino de ciências. Em *Atas do VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências e I Congresso Iberoamericano de Educação em Ciências* (pp. 1–12). ABRAPEC. https://abrapec.com/atas_enpec/viiienpec/resumos/RO875-3.pdf
- Huizinga, J. (2019). *Homo ludens: O jogo como elemento da cultura*. Perspectiva.
- Kapp, K. M., Blair, L., & Mesch, R. (2014). *The gamification of learning and instruction fieldbook – ideas into practice*. Wiley.
- Kapp, K. (2012). *The gamification of learning and instruction: game-based methods and strategies for training and education*. Pfeiffer.
- Kneubil, F. B., & Pietrocola, M. (2017). A Pesquisa Baseada Em Design: Visão geral e contribuições para o ensino de ciências. *Investigações em Ensino de Ciências*, 22(2), 1-16. <https://doi.org/10.22600/15188795.ienci2017v22n2p01>
- Lei nº 13.415, de 16 de fevereiro de 2017. (2017). Altera as Leis nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, e nº 11.494, de 20 de junho de 2007, que regulamenta o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação, a Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), aprovada pelo Decreto-Lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943, e o Decreto-Lei nº 236, de 28 de fevereiro de 1967; revoga a Lei nº 11.161, de 5 de agosto de 2005; e institui a Política de Fomento à Implementação de Escolas de Ensino Médio em Tempo Integral. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/l13415.htm
- Ludke, M., & André, M. E. D. A. (2018). *Pesquisa em educação: Abordagens qualitativas* (2ª ed.). E.P.U.
- Mattar, J., & Ramos, D. K. (2021). *Metodologia da pesquisa em educação: Abordagens qualitativas, quantitativas e mistas*. Edições 70.
- McKenney, S., & Reeves, T. (2012). *Conducting educational design research*. Routledge.
- Melo, M. R., & Lima Neto, E. G. de. (2013). Dificuldades de ensino e aprendizagem dos modelos atômicos em Química. *Química Nova na Escola*, 35(2), 112-122. http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc35_2/08-PE-81-10.pdf
- Ministério da Educação. (2018). Base Nacional Comum Curricular. https://www.gov.br/mec/pt-br/escola-em-tempo-integral/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal.pdf
- Mól, G. de S. (2017). Pesquisa qualitativa em ensino de química. *Revista Pesquisa Qualitativa*, 5(9), 495–513. <https://editora.sepq.org.br/rpq/article/view/140>
- Morais, R. P. de., Bego, A. M., & Giordan, M. (2021). Investigação dos Impactos do Processo de Elaboração, Aplicação e Reelaboração de Sequências Didáticas na Racionalidade Prevalente acerca do Planejamento. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, e25813, 1–32. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2021u531562>
- Mores, D., Rosa, R. A., Matos, S. de, & Vanin, A. B. (2016). Avaliação da aplicação de oficinas na minimização de dificuldades de aprendizagem no ensino da Química. *Anuário Pesquisa e Extensão Unoesc Joaçaba*, 1, e12802. <https://periodicos.unoesc.edu.br/apeuj/article/view/12802>
- Nobre, A., & Martin-Fernandes, I. (2021). Abrir caminhos para a investigação em educação: design-based research. *Revista Práxis Educacional*, 17(48), 234-254. <https://doi.org/10.22481/praxisedu.v17i48.8821>

- Oliveira, J.K.C., & Pimentel, F.S.C. (2020). Epistemologias da Gamificação na Educação: Teorias de Aprendizagem em Evidência. *Revista FAEEBA – Educação e Contemporaneidade*, 29(57), 236-250. <https://www.revistas.uneb.br/index.php/faeeba/article/view/8286>
- Pereira, A. P. de, & Ostermann, F. (2012). A aproximação sociocultural a mente, de James V. Wertsch, e implicações para a educação em ciências. *Ciência&Educação* (Bauru), 18(1), 23-29. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132012000100002>
- Pimentel, F. S. C., Nunes, A. K. F., & Sales Júnior, V. B. D. (2020). Formação de professores na cultura digital por meio da gamificação. *Educar em Revista*, 36, e76125. <https://doi.org/10.1590/0104-4060.76125>
- Ramos, P. (2010). Ambiente virtual Vivências: análise do processo de desenvolvimento na perspectiva da pesquisa baseada em design [Tese de doutorado em Educação em Ciências e Saúde, Núcleo de Tecnologia Educacional para a Saúde, Universidade Federal do Rio de Janeiro]. http://objdig.ufrj.br/55/teses/NUTES_D_%20PaulaRamos.pdf
- Reeves, T. C. (2000). Socially responsible educational technology research. *Educational Technology*, 40(6), 19–28. <https://www.jstor.org/stable/44428634>
- Reeves, T. C., Herrington, J., & Oliver, R. (2005). Design research: A socially responsible approach to instructional technology research in higher education. *Journal of Computing in Higher Education*, 16(2), 96-116. <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02961476>
- Salen, K., & Zimmerman, E. (2017). Regras do jogo: fundamentos do design de jogos (Vol. 1). Blucher.
- Santos, W. L. P. dos., & Porto, P. A. (2013). A pesquisa em Ensino de Química como área estratégica para o desenvolvimento da Química. *Química Nova*, 36(10), 1570–1576. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422013001000014>
- Santos, A. O., Silva, R. P., Andrade, D., & Lima, J. P. M. (2013). Dificuldades e motivações de aprendizagem em Química de alunos do Ensino Médio investigadas em ações do (PIBID/UFS/Química). *Scientia Plena*, 9(7), 1-6. <https://scientiaplena.org.br/sp/article/view/1517/812>
- Schell, J. (2008). The art of game design: A book of lenses (p. 489). Morgan Kaufmann.
- Schnetzler, R. P. (2002). A pesquisa em ensino de química no Brasil: conquistas e perspectivas. *Química Nova*, 25, 14-24. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422002000800004>
- Silva, F. C., Silva, E. P. C., Duarte, D. M., & Dias, F. de S. (2021). Relação entre as dificuldades e a percepção que os estudantes do ensino médio possuem sobre a função das representações visuais no ensino de Química. *Ciência & Educação* (Bauru), 27. <https://doi.org/10.1590/1516-731320210061>
- Struchiner, M., & Giannella, T. R. (2016). Com-viver, com-ciência e cidadania: uma pesquisa baseada em design integrando a temática da saúde e o uso de tecnologias digitais de informação e comunicação na escola. *Revista e-Curriculum*, 14(03), 942–969. <https://revistas.pucsp.br/index.php/curriculum/article/view/28701/20842>
- Tamiosso, R. T., & Pigatto, A. G. S. (2020). A Pesquisa Baseada em Design: mapeamento de estudos relacionados ao Ensino das Ciências da Natureza. *Revista Educar Mais*, 4(1), 156–171. <https://doi.org/10.15536/reducarmais.4.2020.156-171.1756>
- Van den Akker, J. (1999). Principles and methods of development research. In J. van den Akker, R. M. Branch, K. Gustafson, N., Nieveen, & T. Plomp (Eds). *O The Design methodology and developmental research in education and training* (pp.1-14). Kluwer Academic Publishers.
- Vianna, Y., Vianna, M., Medina, B., & Samara, T. (2013). Gamification, Inc.: Como reinventar empresas a partir de jogos. MJV Press.
- Wang, F., & Hannafin, M. J. (2005). Design-based research and technology-enhanced learning environments, *Educational Technology Research and Development*, 53(4), 5-23. <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02504682>
- Werbach, K., & Hunter, D. (2012). For the Win: How game thinking can revolutionize your business. Wharton Digital Press.
- Wertsch, J. V. (1998). Mind as action. Oxford University Press.

- Wertsch, J. V. (1991). *Voices of the mind: A sociocultural approach to mediated action*. Harvard University Press.
- Zabala, A. (1998). *A prática educativa: Como ensinar*. Artmed.
- Zichermann, G., & Cunningham, C. (2011). *Gamification by design: implementing game mechanics in web and mobile apps*. O'Reilly Media.