



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO
DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**

PAULA MARIA DE ALMEIDA SANTOS

**A GAMIFICAÇÃO EDUCACIONAL COMO ESTRATÉGIA NO ENSINO DE
QUÍMICA EM UMA PERSPECTIVA SOCIOCULTURAL**

SÃO LUÍS-MA

2024

PAULA MARIA DE ALMEIDA SANTOS

**A GAMIFICAÇÃO EDUCACIONAL COMO ESTRATÉGIA NO ENSINO DE
QUÍMICA EM UMA PERSPECTIVA SOCIOCULTURAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em
Ensino de Ciências e Matemática, como parte dos requisitos para
obtenção do título de Mestre.

Orientador: Dr. Hawbertt Rocha Costa

SÃO LUÍS-MA

2024

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Santos, Paula Maria de Almeida.

A Gamificação Educacional Como Estratégia No Ensino de Química Em Uma Perspectiva Sociocultural / Paula Maria de Almeida Santos. - 2024.

128 p.

Orientador(a): Hawbertt Rocha Costa.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática/ccet, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2024.

1. Design Based Research. 2. Ensino de Química. 3. Gamificação. 4. Teoria da Ação Mediada. 5. . I. Costa, Hawbertt Rocha. II. Título.

PAULA MARIA DE ALMEIDA SANTOS

**A GAMIFICAÇÃO EDUCACIONAL COMO ESTRATÉGIA NO ENSINO DE
QUÍMICA EM UMA PERSPECTIVA SOCIOCULTURAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em
Ensino de Ciências e Matemática, como parte dos requisitos para
obtenção do título de Mestre.

Orientador: Dr. Hawbertt Rocha Costa

Aprovada em: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof. Dr. Hawbertt Rocha Costa (Orientador)
Universidade Federal do Maranhão – UFMA

Profa. Dra. Dulce Márcia Cruz
Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC

Profa. Dra. Silvete Coradi Guerini
Universidade Federal do Maranhão – UFMA

AGRADECIMENTOS

A Deus, que tem abençoado toda a minha caminhada, por me amparar nos momentos mais difíceis e possibilitar que meus sonhos aos poucos se realizem.

À Universidade Federal do Maranhão (UFMA), instituição da qual sou imensamente grata pelos espaços de aprendizados disponibilizados ao longo desses anos, aos professores e demais funcionários que estiveram presentes durante meu percurso acadêmico.

Ao Governo do Estado do Maranhão, representado pela Secretaria de Estado da Educação do Maranhão (SEDUC-MA), por me conceder o afastamento para cursar esta pós-graduação e por permitir a realização desta pesquisa em uma das escolas públicas da rede estadual, contribuindo para a continuidade da minha formação profissional.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Ao Laboratório de Pesquisa em Ensino Digital para Ciências (PEDIC) pelas reuniões e discussões sobre os referenciais teóricos e projetos que auxiliaram a compreender temas importantes para os estudos na área de jogos e tecnologias digitais no Ensino de Ciências/Química.

À escola campo desta pesquisa, pelo espaço disponibilizado, à gestão da escola, aos alunos, professores e funcionários pelo acolhimento durante a intervenção.

À minha mãe, Maria Nunes, por ser minha inspiração como pessoa, sempre determinada e que luta incessantemente para conquistar seus objetivos independentemente de qualquer obstáculo, agradeço por me guiar, pelos melhores conselhos possíveis e por acreditar em mim, que eu pudesse conseguir, nos momentos em que tive os maiores desafios na minha vida.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPECEM) - UFMA, por todas as aulas, discussões e por terem impactado positivamente para o meu desenvolvimento acadêmico e para minha atuação como professora. Em especial, ao meu orientador, prof. Dr. Hawbertt Rocha Costa, pela orientação acadêmica, por me possibilitar conhecer suas pesquisas desenvolvidas no âmbito do Ensino de Ciências/Química, despertando em mim as melhores ideias e insights nos estudos, pela paciência e diálogos constantes de muito aprendizado, as dúvidas sanadas, os conselhos e revelar os caminhos mais viáveis para o desenvolvimento desta pesquisa.

Às professoras Dra. Dulce Márcia Cruz e Dra. Silvette Coradi Guerini pelas contribuições e por terem suscitado importantes reflexões no Exame de Qualificação para a finalização deste trabalho.

À professora regente da disciplina de química, profissional exemplar e incansável na luta pela educação básica, por aceitar participar desta pesquisa, pela troca de experiências, sempre muito atenciosa e interessada, também agradeço aos seus alunos da turma de 1º ano, que aceitaram participar e colaboraram continuamente com o andamento das atividades propostas.

Aos colegas da minha turma do mestrado que, cada um com sua experiência, compartilharam seus conhecimentos, suas vivências e dividiram as angústias durante o curso.

Aos amigos e a todos que colaboraram diretamente e indiretamente para a realização deste trabalho. Gratidão!

RESUMO

No cenário do Ensino de Química, estratégias pedagógicas vêm sendo propostas a partir de atividades diversificadas, como as denominadas metodologias ativas de aprendizagem. Entre estas, enfatizamos a gamificação educacional, que baseia-se na utilização de elementos de games para engajar e motivar a resolução de problemas por meio da interação entre pessoas, tecnologia e o meio. Esta pesquisa norteia-se a partir do seguinte problema: De que forma a implementação da gamificação educacional pode contribuir para a motivação e engajamento dos alunos na disciplina de química? Para responder essa pergunta, centramos o objetivo geral desta pesquisa em investigar como o planejamento e desenvolvimento de uma estratégia gamificada pautada na perspectiva sociocultural da Teoria da Ação Mediada (TAM) pode contribuir para a motivação e engajamento dos alunos no ensino e aprendizagem de química no Ensino Médio. Consideramos como suporte teórico-metodológico a *Design Based Research* (DBR) e adotamos o referencial da TAM de Wertsch (1998) para a construção da sequência didática (SD) gamificada. Nesse panorama, esta pesquisa tem natureza qualitativa e abordagem do tipo estudo de caso. Teve como participantes, a professora regente da disciplina de química e 25 alunos de uma turma de 1º ano do Ensino Médio de uma escola pública no estado do Maranhão. Como instrumentos de produção de dados, utilizamos os planos de aula da docente, entrevistas, questionários, observação participante e registros em diário de campo. Foram delimitadas as seguintes categorias de análise dos dados: Concepções prévias dos participantes, Experiência no processo e Princípios de design. Os resultados evidenciaram que a incorporação de elementos do design de games, tais como regras claras e feedbacks imediatos, integração de narrativa com avatares e tabela de classificação (ranking e pontos) sobressaíram-se e forneceram fluxo ao sistema gamificado. Além disso, a realização de desafios em equipes mediados por tecnologias digitais, tanto de forma competitiva quanto colaborativa, e as problematizações em torno dos conceitos científicos contribuíram em direção aos aspectos motivacionais e à manutenção do engajamento dos estudantes. No entanto, verificamos algumas limitações para sua implementação, relacionadas à redução da carga horária da disciplina de química na nova estrutura curricular do Ensino Médio e às condições de infraestrutura na escola. Nessa perspectiva, tanto os alunos como a professora regente relataram posicionamentos positivos em relação a utilização dessa metodologia, sendo bem recepcionada na escola.

Palavras-chave: Design Based Research, Ensino de química, Gamificação, Teoria da Ação Mediada.

ABSTRACT

In the Chemistry Teaching scenario, pedagogical strategies have been proposed based on diverse activities, such as the so-called active learning methodologies. Among these, we emphasize educational gamification, which is based on the use of game elements to engage and motivate problem solving through interaction between people, technology and the environment. This research is guided by the following problem: How can the implementation of educational gamification contribute to the motivation and engagement of students in the chemistry subject? To answer this question, we focus the general objective of this research on investigating how the planning and development of a gamified strategy based on the sociocultural perspective of the Theory of Mediated Action (TAM) can contribute to the motivation and engagement of students in the teaching and learning of chemistry in the High school. We considered Design Based Research (DBR) as theoretical-methodological support and adopted Wertsch's (1998) TAM framework for the construction of the gamified didactic sequence (SD). In this context, this research has a qualitative nature and a case study approach. The participants were the chemistry teacher and 25 students from a 1st year high school class at a public school in the state of Maranhão. As data production instruments, we used the teacher's lesson plans, interviews, questionnaires, participant observation and field diary records. The following data analysis categories were delimited: Participants' previous conceptions, Experience in the process and Design principles. The results showed that the incorporation of game design elements, such as clear rules and immediate feedback, integration of narrative with avatars and leaderboard (ranking and points) stood out and provided flow to the gamified system. Furthermore, carrying out team challenges mediated by digital technologies, both competitively and collaboratively, and the problematizations around scientific concepts contributed towards motivational aspects and maintaining student engagement. However, we found some limitations to its implementation, related to the reduction in the workload of the chemistry subject in the new High School curricular structure and the infrastructure conditions at the school. From this perspective, both the students and the teacher reported positive views regarding the use of this methodology, which was well received at the school.

Key-Words: Design Based Research, Chemistry Teaching, Gamification, Theory of Mediated Action.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Hierarquia dos elementos dos jogos	25
Figura 2 - Diagrama da relação entre desafios e habilidades do jogador	29
Figura 3 - Metodologia da DBR.....	51
Figura 4 - Plano Bimestral da disciplina Química para o 1º ano.....	57
Figura 5 - Plataforma de gerenciamento de atividades.....	61
Figura 6 - Tabela de Recompensas	62
Figura 7 - Atributos de cada desafio	63
Figura 8 - Tabela de Poderes	63
Figura 9 - Tabela de Restrições	64
Figura 10 - Tabela de Status Individual do aventureiro.....	65
Figura 11 - Mapa 1 do desafio da 1º Jornada	77
Figura 12 - Emblema de desafio completado	78
Figura 13 - Mapa 2 do desafio da 1ª Jornada	79
Figura 14 - Projeção da simulação	80
Figura 15 - Tela do Simulador PhET “Monte um Átomo”.....	80
Figura 16 - Tela inicial do Jogo	81
Figura 17 - Mapa 3 do desafio da 2ª Jornada	83
Figura 18 - Registro de captura das respostas no Plickers	84
Figura 19 - Exibição da tela do Nearpod.....	86
Figura 20 - Registro de elementos químicos em realidade aumentada	88
Figura 21 - Gráfico da Participação dos alunos nos desafios	94
Figura 22 - Ranking final na plataforma de gerenciamento	97

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Dinâmicas dos games	34
Quadro 2 - Mecânicas dos games	34
Quadro 3 - Componentes dos games	35
Quadro 4 - Como criar uma estratégia educacional gamificada.....	35
Quadro 5 - Enredo da Expedição Científica.....	58
Quadro 6 - Esquema sintético da SD gamificada	59

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AC – Análise de Conteúdo

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

DBR – Design Based Research

DCTMA – Documento Curricular do Território Maranhense

LDB – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

MTE – Modelo Topológico de Ensino

OED – Objetos Educacionais Digitais

PEDIC – Laboratório de Pesquisa em Ensino Digital para Ciência

SD – Sequência Didática

SDI – Sequência Didática Interativa

SEDUC/MA – Secretaria de Estado da Educação do Maranhão

TAM – Teoria da Ação Mediada

TD – Tecnologias Digitais

TDIC – Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação

UFMA – Universidade Federal do Maranhão

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	12
1 INTRODUÇÃO	14
2 O CENÁRIO GERAL DA GAMIFICAÇÃO.....	18
2.1 Breve Histórico e Aspectos Conceituais.....	18
2.2 Elementos de Jogos Digitais.....	24
2.3 Estímulo à Motivação e ao Engajamento	26
3 A GAMIFICAÇÃO NO CONTEXTO EDUCACIONAL.....	32
3.1 Design da Gamificação para a aprendizagem.....	33
3.2 O Ensino de Química e a Gamificação	37
3.3 Abordagem sociocultural da Teoria da Ação Mediada	44
4 METODOLOGIA DA PESQUISA	48
4.1 <i>Design Based Research</i> como referencial teórico-metodológico	49
4.1.1 Fase 1 – Análise do problema educativo	53
4.1.2 Fase 2 – Desenvolvimento do design pedagógico.....	54
4.1.2.1 <i>Planejamento da sequência didática.....</i>	<i>55</i>
4.1.2.2 <i>Descrição da sequência didática.....</i>	<i>58</i>
4.1.3 Fase 3 – Intervenção e avaliação	65
4.1.4 Fase 4 – Documentação para produzir princípios de design	66
4.2 <i>Locus</i> e participantes da pesquisa	67
4.3 Procedimentos éticos	67
4.4 Instrumentos de produção de dados	67
4.5 Análise e interpretação dos dados	68
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	70
5.1 Concepções prévias dos participantes	70
5.2 Experiência no processo	75
5.3 Princípios de design.....	99
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	102
REFERÊNCIAS	104
APÊNDICE A – Questionário inicial para os alunos	113
APÊNDICE B – Questionário final para os alunos	115
APÊNDICE C – Roteiro de Entrevista inicial com a docente	117
APÊNDICE D – Roteiro de Entrevista final com a docente.....	119

APÊNDICE E – Framework da Estrutura da SD gamificada	120
APÊNDICE F – Tabela de Recursos Digitais utilizados.....	125
APÊNDICE G – Planilhas da Plataforma de gerenciamento de atividades	127

APRESENTAÇÃO

A escolha do tema desta pesquisa surgiu de reflexões e motivações da minha própria prática docente no contexto da disciplina de Química na Educação Básica. Durante minha trajetória como professora no Ensino Médio, pude observar algumas situações que geravam inquietações a mim e aos meus colegas de profissão quando reunidos em diálogo ou até mesmo durante os planejamentos na escola, como a recorrente desmotivação dos alunos nas aulas; às condições de viabilidade de acesso a alguns recursos didáticos; e somando-se a isso, com a Pandemia da Covid-19, houve mudanças profundas nos processos de ensino e aprendizagem, desde a implementação do ensino remoto e híbrido, evidenciando as dificuldades em diversos setores da educação, acentuando mais as dispersões dos alunos e índices de evasão escolar, decorrentes muitas vezes de outras situações externas ao ambiente da escola. No que caberia a atuação docente, era perceptível as demandas dos alunos, a necessidade de ampliar as estratégias metodológicas e que ultrapassassem àqueles momentos reduzidos em sala de aula.

Na concepção do protagonismo estudantil, que já vinha sendo pautada nas formações continuadas de professores, ficou cada vez mais evidente o papel de mediadores como professores e a importância de orientar os alunos para que eles mesmos exerçam um papel mais ativo e central na construção dos conhecimentos, não meros ouvintes, mas que possam dialogar e expressar seus conhecimentos. Nessa perspectiva, que tive os primeiros contatos com jogos na educação, em que utilizei alguns voltados para o Ensino de Química, aplicando nas minhas aulas em diversos conteúdos e observei uma maior participação e interesse dos alunos.

Diante do cenário do Novo Ensino Médio, uma nova realidade surge para os professores e também para os alunos, novos desafios, especialmente com a redução da carga horária específica das disciplinas da base comum, como a Química, e com ênfase em ministrar outros componentes curriculares pertencentes à parte diversificada do currículo (Projeto de Vida, Eletivas, Itinerários Formativos, Tutoria, etc). Em parceria com os colegas professores nas escolas, propomos disciplinas Eletivas com foco em utilizar e produzir jogos didáticos, sempre tendo um predomínio do interesse dos alunos, utilizando os jogos para além do entretenimento e favorecendo o aprendizado de uma forma mais espontânea. A partir dessa experiência, pude identificar alguns pontos que foram além das expectativas e outros que poderiam ter sido melhorados, nesse último quesito, se sobressaiu o meu problema de pesquisa e se concentrou o meu objeto de estudo, visando adaptar e aprimorar uma metodologia em futuras aplicações.

Assim, foi dessa breve vivência com uso de jogos didáticos que despertou o interesse pessoal em me aprofundar no tema, e durante as pesquisas para a elaboração das Eletivas, ao explorar mais as vertentes interligadas, apareceu-me a Gamificação. Os materiais acadêmicos sobre a Gamificação mostraram possibilidades de reunir trabalho em equipe, tecnologias digitais, elementos de jogos como competições, pontuações e interatividade que já mostravam um potencial na sala de aula. Diante das inquietações já explicitadas e da necessidade de aprimorar a prática docente por meio dos estudos e da pesquisa, surgiu no ano de 2022 a possibilidade de retornar ao sonho que havia ficado parado por um bom tempo, que era de ingressar no Mestrado. Nesse intuito, o curso mais direcionado era o Mestrado na área de Ensino e nessa temática, pois era exatamente o que eu estava buscando para atender às minhas aspirações pessoais e auxiliar no meu desenvolvimento acadêmico e profissional.

Dessa forma, o projeto inicial dessa pesquisa visou desenvolver uma aplicação da Gamificação no Ensino de Química, no contexto de uma escola pública e no Ensino Médio, permanecendo essa proposta com algumas alterações feitas em conjunto com o orientador e incorporando os aprendizados ao longo das disciplinas cursadas no Mestrado. Com o apoio e a ajuda do meu orientador, trabalhamos na direção de delimitar mais ainda e amadurecer a ideia, optamos por buscar outro professor da rede pública para realizar a aplicação dessa metodologia, objetivando entender mais aspectos sobre sua complexidade, entre as contribuições e possíveis limitações. Nesse sentido, que direcionamos a presente pesquisa e será apresentado no decorrer deste trabalho.

1 INTRODUÇÃO

Quando se refere ao Ensino de Química, os alunos do Ensino Médio apresentam dificuldades na base matemática, na complexidade dos conteúdos e nas metodologias de ensino adotadas tradicionalmente nas escolas, comprometendo o interesse e a aprendizagem. Os professores também enfrentam obstáculos em relação às condições de infraestrutura e recursos para utilizar metodologias que estimulem os estudantes a aprender (Chaves; Meotti, 2019; Santos *et al.*, 2013). De acordo com Melo e Lima Neto (2013), os alunos não conseguem compreender a ciência como uma construção dinâmica, sujeita a críticas e isso reflete ao estabelecer as relações entre o mundo micro (abstrato e teórico) e o mundo macro (real e prático), em virtude da fragmentação dos livros didáticos e da repetição dessa concepção nas aulas.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, na qual a química está inserida, 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 Ensino Médio. No bojo deste documento curricular, está pautado o cenário de cultura digital em que estamos inseridos, preconizando a implementação de processos de criação, significação, reflexão e contextualização mediados e oportunizados pela integração de metodologias de ensino diversificadas e tecnologias digitais (Brasil, 2018).

Assim, diante dos desafios atuais enfrentados no ensino em diversas esferas, níveis e contextos, torna-se imperativo revisitar o significado, as teorias e as possibilidades de aprimoramento da prática pedagógica por meio da implementação de metodologias ativas (Bacich; Moran, 2018). As metodologias ativas integradas com as tecnologias digitais na educação estão cada vez mais presentes em sala de aula e no Ensino de Ciências, mas o êxito depende da forma que os indivíduos (professores, alunos e demais agentes) se apropriam dessas estratégias e recursos (Leite, 2020). Bottentuit Junior (2020) destaca que há diversos modelos dessas estratégias de aprendizagem ativa sendo empregados, entre eles: aprendizagem baseada em projetos, aprendizagem baseada em problemas, sala de aula invertida, aprendizagem por pares, aprendizagem baseada em jogos, gamificação, modelo de rotação por estações, entre outros.

Neste estudo, temos como enfoque a gamificação (do original, em inglês, *gamification*), que corresponde à utilização de elementos de jogos digitais (games) orientados para a resolução de problemas práticos ou engajamento de um público específico, tendo sido

aplicada originalmente por empresas e entidades de diversos segmentos para motivar colaboradores a atingir metas e agilizar processos, tornando mais agradáveis tarefas consideradas tediosas ou repetitivas. Nos últimos anos, tem sido aplicada em campos variados, tais como saúde, educação, políticas públicas, esportes ou aumento de produtividade (Vianna *et al.*, 2013).

A temática da gamificação em contextos educativos, como no âmbito escolar, tem propiciado que um número significativo de investigações seja desenvolvido visando atender as demandas de professores e alunos cada vez mais inseridos em uma cultura digital (Bottentuit Junior, 2020; Pimentel; Nunes; Sales Junior, 2020). Neste trabalho, classificamos como gamificação educacional um sistema que utiliza mecânica, estética e pensamentos de jogos para a resolução de problemas que consigam elevar os níveis de motivação e de engajamento, almejando a aprendizagem por meio da interação entre pessoas, tecnologia e o meio (Costa; Cruz; Marques, 2021).

Na educação, a gamificação apresenta um desenvolvimento mais denso dos elementos de games e possui o objetivo de priorizar a aprendizagem a partir de uma abordagem mais complexa, portanto, agregando a ela outras teorias como a cognitivista e a construtivista (Oliveira; Pimentel, 2020). Nessa perspectiva, esta pesquisa investiga a implementação da gamificação educacional no Ensino Médio, tendo o suporte teórico da Teoria da Ação Mediada (TAM) de James Wertsch (1991, 1998) para a construção de uma sequência didática (SD) gamificada na disciplina de química. A aproximação sociocultural tem como foco a “ação mediada”, que refere-se a ação humana vinculada a instrumentos de mediação, como as ferramentas materiais e a linguagem, que são fornecidos por um cenário sociocultural particular (Wertsch, 1998).

Tendo em vista o cenário de dificuldades dos alunos na disciplina de química e dos desafios em trazer novas metodologias para a sala de aula (Chaves; Meotti, 2019; Melo; Lima Neto, 2013; Mores *et al.*, 2016; Santos *et al.*, 2013), ressaltamos, como justificativa deste estudo, a iminente necessidade de aproximação das pesquisas acadêmicas com experiências efetivas nos espaços escolares, de modo a expandir os horizontes de estratégias pedagógicas, como a gamificação aplicada ao contexto de aprendizagem, que visam superar práticas tradicionais e descontextualizadas de ensino (Costa; Cruz; Marques, 2021; Kapp, 2012; Kapp; Blair; Mesch, 2014; Zichermann; Cunningham, 2011). A relevância desta pesquisa consiste também, entre outros fatores, na compreensão das contribuições e dos limites dessa metodologia centrada nos elementos de jogos e suas potencialidades em gerar melhorias no Ensino de Química.

Acrescentamos a esse panorama, o fato de encontrarmos trabalhos na literatura acadêmica que se aproximam da temática da gamificação no Ensino de Química, mas com enfoques diferenciados. Algumas lacunas observadas por meio de revisão bibliográfica referem-se a dois pontos principais: primeiro, uma carência de investigações empíricas sobre a gamificação em química com aplicação no Ensino Médio, sinalizando a importância de aproximações efetivas das pesquisas acadêmicas com a realidade em sala de aula; e, segundo, uma diversidade de possibilidades e entendimentos teórico-epistemológicos, tendo em vista que os exemplos e formas de desenvolvimento mostraram-se variados, podendo gerar conflitos conceituais e práticos e/ou elucidar como sua aplicabilidade pode ser mais explorada na educação.

Diante do exposto, esta pesquisa constitui-se em um estudo de caso, tendo como pressuposto teórico-metodológico a *Design Based Research* (DBR), que gerencia todo o processo de planejamento, implementação e avaliação de sequências de ensino e aprendizagem, visando a compreensão de como estratégias educacionais são aplicadas na prática (DBR-Collective, 2003). Partindo da hipótese que há potencialidades na gamificação educacional, buscamos discutir sobre as contribuições e limitações dessa metodologia por meio da pesquisa baseada em design em uma intervenção pedagógica.

Adotamos como problema de pesquisa o seguinte questionamento: De que forma a implementação da gamificação educacional pode contribuir para a motivação e engajamento dos alunos na disciplina de química? Para responder essa pergunta, temos como objetivo geral investigar como o planejamento e desenvolvimento de uma estratégia gamificada pautada na perspectiva sociocultural da TAM pode contribuir para a motivação e engajamento dos alunos no ensino e aprendizagem de química no ensino médio.

Com efeito, elencamos os seguintes objetivos específicos:

- Caracterizar a gamificação em sua historicidade, seus elementos constitutivos e abordagens teórico e metodológicas para o contexto da educação;
- Acompanhar o planejamento da professora regente de uma turma de 1º ano do Ensino Médio durante a construção e aplicação de uma sequência didática gamificada pautada na perspectiva sociocultural da TAM na disciplina de química;
- Analisar as contribuições da gamificação educacional para a motivação e engajamento dos alunos, tendo a DBR como suporte teórico-metodológico.

O presente trabalho está estruturado em capítulos correspondentes à introdução, fundamentação teórica, metodologia, resultados e discussão e considerações finais. O capítulo 1 refere-se à introdução que trata da abordagem sobre o Ensino de Química na Educação Básica,

contexto em que se desenvolve a pesquisa, abrangendo sobre a gamificação enquanto metodologia ativa, a justificativa, os objetivos geral e específicos desta pesquisa. No capítulo 2, ambientamos o cenário geral da gamificação, sob o prisma de autores de referência na área, considerando sua historicidade e as discussões conceituais que permeiam este âmbito, os elementos constitutivos do design de jogos digitais e os aspectos direcionados à motivação e ao engajamento das pessoas, que são focos desta estratégia.

No bojo do capítulo 3, enfatizamos a gamificação educacional, isto é, a gamificação no contexto da educação, com um olhar voltado para o design e o Ensino de Química. Para isso, situamos a atuação de professores e alunos na disciplina de química no Ensino Médio, os níveis de compreensão da química enquanto ciência e uma reflexão frente aos documentos curriculares que norteiam a inserção de propostas didáticas na Educação Básica. Realizamos também uma breve revisão bibliográfica acerca da temática buscando traçar um panorama atual com possíveis lacunas na literatura acadêmica, a partir disso, fundamentamos a perspectiva sociocultural da TAM como base teórica para o planejamento e implementação da SD gamificada no ambiente institucional, histórico e sociocultural dos participantes.

No capítulo 4, inserimos a pesquisa baseada em design ou DBR como suporte teórico-metodológico da intervenção educacional, com a estruturação das quatro fases: Fase 1 – Análise do problema educativo, Fase 2 – Desenvolvimento do design pedagógico, Fase 3 – Intervenção e Avaliação e Fase 4 – Documentação para princípios de design, constituindo um ciclo dinâmico e interativo de conhecimentos didáticos. Também explicitamos os procedimentos metodológicos, no que tange aos instrumentos de produção e análise dos dados coletados. No capítulo 5, discutimos os resultados a partir do relato de como ocorreu a intervenção e da avaliação pelos participantes da pesquisa dialogando com os aportes teóricos da gamificação e da TAM. Em síntese, no capítulo 6, concretizamos o trabalho com as considerações finais sobre o processo da gamificação enquanto estratégia pedagógica aplicada em uma escola pública, documentando alguns princípios que possam oferecer subsídios para outros ciclos de design.

2 O CENÁRIO GERAL DA GAMIFICAÇÃO

A gamificação tem sua vertente originada no design de jogos, e para começar a abordar seus principais aspectos, é de suma importância compreender esse cenário. Busarello (2016) aponta que o desenvolvimento de estratégias, sistemas e produtos leva em consideração, além dos fatores tecnológicos inerentes à cultura digital, o fato de que há um crescente interesse da sociedade contemporânea por jogos. Os jogos constituem uma construção humana que refletem a produção cultural de um povo em determinado período histórico, servindo, por vezes, como recurso de sobrevivência, divertimento, desenvolvimento de habilidades e aprendizagem. A aceção da prática de jogar torna-se complexa e estende-se, frequentemente, para além do próprio jogo, principalmente em várias interações e atividades em que tentamos aplicar convenções semelhantes às encontradas nos jogos (Caillois, 2017).

Nessa direção, destaca-se a gamificação, que consiste no emprego de mecanismos e elementos de jogos em contextos que não são necessariamente de jogos para motivar e engajar um determinado público a resolver problemas e potencializar aprendizagens nas mais diversas áreas do conhecimento (Costa; Cruz; Marques, 2021; Kapp, 2012; Zichermann; Cunningham, 2011). A gamificação, quando aplicada em contextos da vida cotidiana, pode ser capaz de promover um grau de envolvimento e motivação que normalmente encontramos nos jogadores quando em interação com games (Fardo, 2013b).

O campo de pesquisas e experiências sobre estratégias gamificadas têm sido ampliado, com extensas discussões acerca da capacidade de criação e manutenção de processos motivacionais eficazes para as pessoas, abrangendo áreas diversas como corporativa, mercadológica e instrucional (Busarello, 2016; Tolomei, 2017). Especificamente no contexto da educacional, a gamificação está relacionada ao processo de aprendizagem, sendo considerada como as formas cognitivas pelas quais os indivíduos aprendem, percebem e interagem com o mundo (Busarello, 2016). Com o propósito de percorrermos as origens e abordagens atuais da gamificação, delineamos um breve panorama histórico com os principais aspectos conceituais, os elementos de jogos dos quais derivam as suas características e as bases teóricas que norteiam sua implementação em diferentes cenários.

2.1 Breve Histórico e Aspectos Conceituais

De acordo com Busarello (2016), o termo *gamification*, em algumas obras da língua portuguesa, foi traduzido para gamificação, e no Brasil, ambos os termos são encontrados como

sinônimos em bibliografias literárias e acadêmicas, sendo importante explorarmos a que se refere desde a origem até os dias atuais. Neste estudo, optamos por adotar a grafia “gamificação”, uma vez que é a forma predominantemente encontrada nos materiais de referência consultados.

Os primeiros registros documentados do termo gamificação remontam 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. A partir da segunda década do século XXI, a gamificação tem sido impulsionada pela influência de vários participantes da indústria e conferências que a promoveram (Deterding *et al.*, 2011). Com isso, empresas e organizações de diferentes setores têm recorrido a esse conjunto de técnicas de jogos para enfrentar desafios comerciais, estimular pessoas a acelerarem seus processos de aprendizado ou treinamento de maneira lúdica e tornar tarefas consideradas repetitivas mais agradáveis, embora não tenham compreendido completamente a amplitude desse conceito (Vianna *et al.*, 2013; Werbach; Hunter, 2012).

Em meados de 2011, o conceito de gamificação começou a se desenvolver, acompanhado por relatórios e estatísticas que validam sua eficácia em várias áreas de negócios e aprendizado (Costa; Silva, 2023). Desde então, a gamificação propagou-se no setor corporativo e no mercado de marketing para aumentar o número de vendas e o engajamento do público em uma abordagem behaviorista de estímulo e resposta, recompensas e punições, estando também presente em diversos *softwares* e aplicativos para atrair usuários a permanecerem ativos no ambiente, a exemplo, *waze*, *nike running*, *duolingo*, entre outros (Bottentuit Junior, 2020; Pimentel; Nunes; Sales Junior, 2020).

Softwares baseados em games como Foursquare, Waze e Duolingo, oferecem uma dimensão da estrutura da gamificação e suas características. O Foursquare utiliza um sistema de pontos e conquistas para motivar usuários a compartilhar informações de localização, no aplicativo os usuários podem avaliar serviços de estabelecimentos comerciais, funcionando como uma plataforma de rede social e engajamento; o Waze oferece serviços de mapeamento de tráfego com base na colaboração dos usuários e no compartilhamento de informações, além de integrar-se a outras redes sociais para exibir dados relevantes, compensando com pontos e avançando níveis; o Duolingo, por sua vez, é um aplicativo de aprendizado de idiomas, envolve os alunos na tradução de textos online enquanto progridem nas lições, desafiando-os com tarefas e recompensando seu desempenho com pontos e medalhas (Alves; Minho; Diniz, 2014).

Os produtos, serviços e experiências gamificadas demonstram a possibilidade de transformar o mundo por meio dos jogos, sugerindo que é viável abordar problemas e criar

soluções de alcance global, aproveitando as mecânicas de jogo em atividades do cotidiano (McGonigal, 2011 *apud* Alves; Minho; Diniz, 2014). Assim, disseminou-se no mundo dos negócios e em outras áreas, como cuidados com saúde, meio ambiente, governança, treinamento de recursos humanos e educação para engajar e motivar pessoas a realizarem as mais diferentes atividades (Studart, 2022; Werbach; Hunter, 2012; Zichermann; Cunningham, 2011). Atualmente, a gamificação abrange uma amplitude de possibilidades de aplicação, de pesquisas e tem sido significativamente desenvolvida como um conceito acadêmico impactando diferentes áreas de investigação e campos existentes.

A partir do percurso histórico da gamificação, evidenciamos que os jogos desempenham um papel crucial no desenvolvimento do conceito de gamificação, sendo muitas vezes confundida como a criação ou utilização de um jogo devido à sua origem no design de jogos. Fardo (2013b) afirma que a gamificação é um fenômeno emergente, que deriva diretamente da popularidade dos games. Embora não seja imprescindível ser um especialista em jogos para adentrar na criação de sistemas gamificados, torna-se fundamental possuir algum conhecimento sobre jogos.

Este estudo respalda-se nos autores de referência que concebem os jogos (games) e a gamificação como conceitos que foram criados e têm finalidades diferenciadas e, dessa forma, para elucidarmos as potencialidades da gamificação, torna-se fundamental que tenhamos uma compreensão sobre as definições em torno do que são os jogos e suas características (Studart, 2022; Tolomei, 2017). Portanto, inicialmente indagamos: o que são jogos? Configura-se como uma pergunta desafiadora e não tão simples de responder, pois os autores que sustentam teoricamente e epistemologicamente essa área concordam e divergem em alguns aspectos desse campo.

Para esclarecer os principais fundamentos, pontuamos algumas ideias e perspectivas inspiradas por autores clássicos e contemporâneos da área. Entre as referências clássicas, enfatizamos que, de acordo com Huizinga (2019), o jogo é uma atividade livre, percebida como fictícia e separada da rotina diária, mas ainda assim, capaz de envolver completamente o jogador; uma atividade desprovida de qualquer objetivo material ou utilitário; que ocorre em um tempo e espaço delimitados, seguindo regras estabelecidas e criando interações sociais significativas na vida em grupo. Essa ideia de limites espaciais e temporais definidos da configuração de um jogo introduz sua concepção mais reconhecida, a do “círculo mágico”, onde prevalecem valores, hierarquias e regras distintas daquelas da vida cotidiana. Além disso, as ações realizadas dentro desse círculo mágico não têm consequências fora dele, ou pelo menos, não têm valor de perda ou ganho na vida real, sendo fundamental que os jogadores consigam

ficar imersos no jogo e transitar fluidamente no círculo mágico, visto que, ao sair desse ambiente próprio torna-se mais difícil retornar.

Nessa vertente, Caillois (2017) confere ainda mais centralidade no jogo, postulando que deve ser definido como uma atividade livre e voluntária, fonte de alegria e de divertimento; separada, em limites de tempo e espaço definidos; incerta, pois o resultado não pode ser obtido de antemão; improdutiva, a qual não cria bens e nem riqueza; regrada, pois é submetida às convenções e fictícia, pois ocorre em um mundo irreal da vida comum. Caillois distingue as propriedades dos jogos em duas, *paidia* e *ludus*. Em uma extremidade reina um princípio comum de divertimento, de turbulência, de improvisação livre e de alegria despreocupada, por onde se manifesta uma certa fantasia incontrolada que pode ser designada com o nome de *paidia*. Em outra, permanece uma quantidade sempre maior de esforços, de paciência, de destreza ou de engenhosidade, referindo-se a *ludus* como uma virtude civilizatória que se manifesta como o complemento e como a educação da *paidia*, que disciplina e enriquece os modos de jogar. A combinação e o equilíbrio entre as funções *ludus* e *paidia* pode proporcionar um ritmo de uma experiência lúdica.

Considerando os autores contemporâneos, Salen e Zimmerman (2012) refletem que um jogo é um sistema no qual os jogadores se envolvem em um conflito artificial, definido por regras, que termina com um resultado quantificável. Acentuando, ainda, que “os jogos são bastante complexos, tanto em sua estrutura interna como nos diversos tipos de experiências de jogador que eles criam” (Salen; Zimmerman, 2012, p. 9), produzindo redes complexas de ansiedade e alívio, divertimento, curiosidade e conhecimento. Os aspectos fundamentais dessa definição incluem o fato de que um jogo é um sistema, jogadores interagem com esse sistema em torno de um conflito fictício, no qual as regras limitam o comportamento dos jogadores e definem o resultado do jogo, isto é, seu objetivo (Stuart, 2022).

Kapp (2012) corrobora com esses aspectos conceituais que conduzem à posterior definição de gamificação, estabelecendo que um jogo consiste em um sistema no qual jogadores se engajam em um desafio abstrato, definido por regras, interatividade e feedback, que gera um resultado quantificável frequentemente provocando uma reação emocional. Fardo (2013b) entende que os jogos digitais ou games são uma forma de entretenimento bastante popular entre públicos de todas as idades e eficazes na resolução de problemas em mundos virtuais. Nesse sentido, Prensky (2012), defende que o jogo digital pode ser definido como um subconjunto de diversão e de brincadeiras, mas com uma estruturação que contém um ou mais elementos, tais como: regras, metas ou objetivos, resultado e feedback conflito/ competição/ desafio/ oposição, interação, representação ou enredo.

Em síntese, uma definição básica que captura a essência do jogo, demanda um objetivo, onde os jogadores assumem uma missão; regras, que guiam os participantes durante o jogo, estimulando a criatividade e o pensamento estratégico; um sistema de feedback, indicando o progresso dos jogadores em direção ao objetivo; e participação voluntária, onde os jogadores aceitam o objetivo, as regras e o sistema de feedback (Studart, 2022). Alinhamos o enfoque em discussão de acordo com as definições convencionais nos estudos de jogos, que afirmam a necessidade de regras e outros elementos que implicam em competição ou conflitos na busca de resultados ou metas.

Partindo desses pressupostos, estendemos para algumas definições dadas na literatura que explicitam o significado da gamificação, dependendo do autor, mas que apresentam um elemento comum, que são os games. Conforme apontado por Deterding *et al.*, (2011), a gamificação consiste no uso de elementos de design de games em contextos não relacionados a games, e embora o termo tenha sido inicialmente contestado, vem sendo incorporado às interpretações dos teóricos da área.

Em uma linha mais voltada para o design em aplicativos web e móveis, Zichermann e Cunningham (2011) afirmam que a gamificação pode ser concebida como um processo de pensamento e mecânica do jogo para envolver os usuários e resolver problemas, a qual reúne todos os tópicos díspares que foram desenvolvidos em jogos para outros contextos, ao transformar uma experiência com a inclusão de recompensas pela realização e produzindo mudanças de comportamento sem precedentes. Segundo os autores, os jogadores constituem a raiz da gamificação e, em qualquer sistema, a motivação do jogador determina o resultado, ao concentrar-se em três componentes centrais – prazer, recompensas e tempo – os jogos tornaram-se uma das forças mais poderosas de toda a humanidade (Zichermann e Cunningham, 2011).

Werbach e Hunter (2012) salientam que a gamificação, em uma perspectiva do setor empresarial, não significa transformar todos os negócios em um jogo, requer uma compreensão do design e das técnicas de jogos. Também ressaltam que não existe uma definição universalmente aceita de gamificação, mas adotam como sendo o uso de elementos do game e técnicas de design de games em contextos de não-game. Em consonância com essa abordagem, Kapp (2012) discorre sobre a gamificação direcionada para o contexto de ensino e aprendizagem, definindo-a como o uso de mecanismos, estética e pensamento dos jogos para engajar as pessoas, motivar ações, promover a aprendizagem e resolver problemas.

Com ênfase no processo de criar ambientes de aprendizagem envolventes, a adição de elementos de jogos fornece aos alunos permissão para falhar, encorajar o pensamento inovador e promover um senso de controle. Os profissionais da educação precisam dominar o termo

“gamificação” e utilizá-lo para melhorar a aprendizagem (Kapp, 2012). Tendo em vista essas perspectivas, Fardo (2013b) resalta que as concepções de jogos, que servem de base para a gamificação, envolvem percebê-la como um sistema composto por elementos interligados, permitindo que o resultado final proporcione uma experiência semelhante à de um game completo.

A gamificação não implica em criar um game que aborde o problema, recriando a situação dentro de um mundo virtual, mas sim em usar as mesmas estratégias, métodos e pensamentos utilizados para resolver aqueles problemas nos mundos virtuais em situações do mundo real (Fardo, 2013b, p. 3).

Portanto, “submeter-se a um processo de gamificação não significa necessariamente participar de um jogo, mas sim apoderar-se de seus aspectos mais eficientes (estética, mecânicas e dinâmicas) para emular os benefícios” (Vianna *et al.*, 2013, p. 17).

Com isso, Boller e Kapp (2018) reiteram que os jogos visam obter resultados mensuráveis por meio do alcance de um ou mais objetivos (entretenimento, competição (vitória), desenvolvimento de habilidades, aprendizagem, entre outros) e frequentemente despertam reações emocionais (diversão, frustração, excitação, raiva, entusiasmo, felicidade e contentamento). Já a gamificação tem como finalidade um olhar para todo o processo inspirado no design de games, sem que isso implique na criação de um jogo completo, mas com o foco nas pessoas, em despertar a motivação, o engajamento e as interações entre os indivíduos e com o meio sociocultural em que estão inseridos. Boller e Kapp (2018) acrescentam que a gamificação tem sua eficácia reconhecida quando o propósito do designer visa manter o envolvimento das pessoas com o conteúdo ou a experiência por um longo período em uma análise global do processo e das conexões desenvolvidas.

De acordo com Alves (2014), a gamificação tem sido alvo de discussões por profissionais de áreas diversificadas e a sua construção incluem características fundamentais do design, estratégia e tecnologia, entretanto, não constitui uma solução única que vai resolver todos os problemas, mas pode ser uma metodologia importante. Apesar de muitos exemplos atuais de experiências gamificadas utilizarem recursos digitais ou ocorrerem em ambientes virtuais de aprendizagem, restringí-los exclusivamente à tecnologia digital seria desnecessário, uma vez que a convergência de mídias e a computação ubíqua estão gradualmente eliminando uma distinção significativa entre artefatos digitais e não digitais, além da gamificação existir por meio de formas mais primitivas e onde menos imaginamos (Deterding *et al.*, 2011; Alves, 2014).

2.2 Elementos de Jogos Digitais

Uma vez ampliado os parâmetros conceituais da gamificação, exploramos os elementos presentes nos jogos digitais que embasam sua implementação, os quais configuram como a caixa de ferramentas ou padrões regulares que podem ser combinados de diferentes maneiras para a criação de um design (Alves, 2014). Em qualquer ambiente de jogo, o jogador adota um personagem específico e todas as suas ações estão em conformidade com esse papel, seguindo as regras estabelecidas para alcançar um objetivo através da superação de desafios (Busarello, 2016). Conforme ressalta 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.

De forma análoga, os sistemas gamificados integram contextos fictícios que seguem uma lógica própria e uma natureza diferente da realidade cotidiana, representados em correspondência com as contribuições de vários autores do design de jogos. “A tarefa de pensar os elementos dos games dentro de suas respectivas categorias é exaustiva” (Costa; Cruz; Marques, 2021, p. 166). Nessa perspectiva, discorreremos sobre algumas classificações do design de jogos que influenciam diretamente na gamificação.

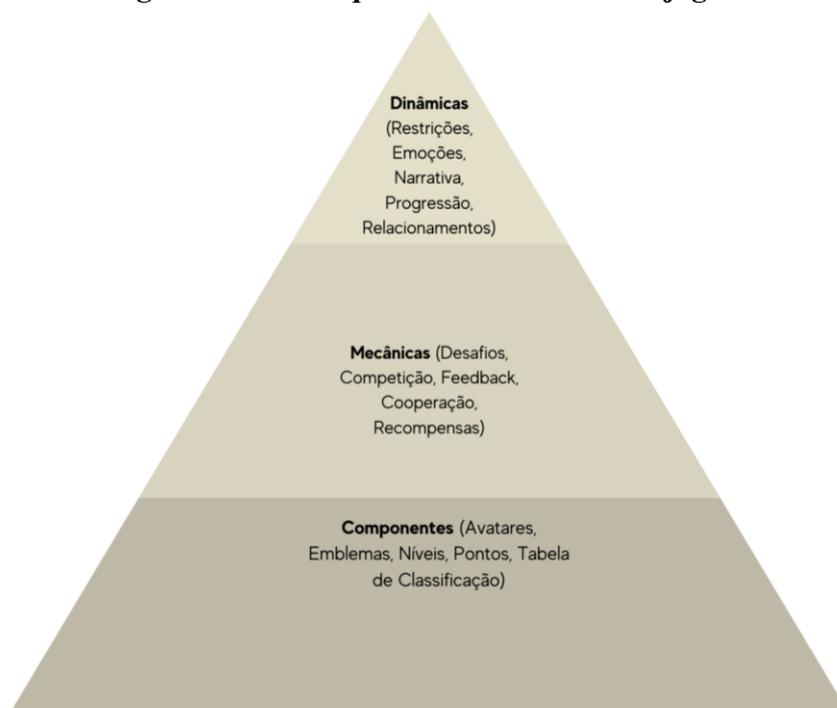
Schell (2011) organiza esses elementos em quatro grandes categorias, constituindo o conceito de Tétrade Elementar, as quais são: mecânica, narrativa, estética e tecnologia, ressaltando que trabalham em conjunto. A mecânica estabelece o objetivo do jogo por meio de procedimentos e regras, permitindo que os jogadores exerçam habilidades físicas, mentais e sociais; a narrativa diz respeito à sequência de eventos que ocorrem ao longo do jogo podendo incluir enredo, personagens, tempo, espaço, ambiente e narrador; a estética envolve os aspectos visuais, sonoros e sensoriais, afetando a experiência dos jogadores; a tecnologia é o suporte material que permite as interações no jogo, como softwares ou objetos físicos.

Kapp (2012) defende alguns princípios de jogos que constituem a gamificação: embasamento de jogos, mecânicas, estéticas e pensamentos. O embasamento em jogos consiste na construção de um ambiente com desafios abstratos, regras claras, interatividade e feedback em que os indivíduos sintam vontade de utilizar sua cognição, tempo e energia; as mecânicas são conjuntos de regras fundamentais empregadas; as estéticas correspondem à aparência e à maneira como a experiência é percebida pelo indivíduo; quanto aos pensamentos, referem-se à ideia de transformar uma tarefa monótona em uma atividade motivadora englobando aspectos como competição, exploração, cooperação e narrativa.

Muitos dos modelos existentes para os estudos da gamificação se apoiam no tripé proposto por Werbach e Hunter (2012), que recomendam a combinação de três categorias de elementos para a elaboração da gamificação: dinâmicas, mecânicas 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.

Na Figura 1, apresentamos a hierarquia desses elementos.

Figura 1 - Hierarquia dos elementos dos jogos



Fonte: Adaptado de Werbach e Hunter (2012)

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 consiste em uma tarefa central do design de gamificação.

Assim, a combinação desses elementos em um sistema gamificado tem potencial de promover um aumento da motivação dos usuários (Deterding *et al.*, 2011). 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 (Werbach; Hunter, 2012).

Kapp (2012) esclarece que simplesmente incorporar alguns elementos dos jogos não transforma automaticamente uma atividade monótona em algo gamificado. 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, a exemplo da gamificação voltada para a aprendizagem, visto que, deve abranger a experiência completa do indivíduo, as interações, os diálogos e a construção de significados.

2.3 Estímulo à Motivação e ao Engajamento

A área de estudo da motivação busca compreender os elementos que impulsionam os indivíduos de forma intrínseca, visando mantê-los envolvidos e engajados. Os mecanismos de jogos tornam possível alinhar os interesses dos criadores de artefatos e objetos com as motivações dos usuários, funcionando como um motor motivacional e contribuindo para o engajamento do sujeito nos mais variados aspectos e ambientes (Zichermann; Cunningham, 2011). A partir dessa constatação, conceitos e modelos de motivação e engajamento se tornam essenciais para a gamificação (Studart, 2022).

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. Com base nas mecânicas de jogos, o conceito de motivação tem base na articulação das experiências vividas pelos indivíduos com a proposição de novas perspectivas “internas e externas de ressignificação desses processos, a partir do estímulo à criatividade, ao pensamento autônomo e propiciando bem-estar ao jogador” (Vianna *et al.*, 2013, p. 30).

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, não estão necessariamente baseadas no mundo externo (Vianna *et al.*, 2013).

Acentuamos que os aspectos motivacionais extrínsecos ligados a elementos como prêmios, pontuações, rankings e 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.

Os autores Busarello (2016), Costa, Cruz e Marques (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, mesmo que essa abordagem pareça ser promissora, deva ser empregada com cautela, para o foco da gamificação não ser reduzido a recompensas externas.

O engajamento pode ser definido pelo período de tempo e o caminho de progresso em que o indivíduo cria grande quantidade de conexões com uma pessoa, coisa, ideia ou ambiente de aprendizagem (Zichermann; Cunningham, 2011). Segundo Zichermann e Cunningham (2011), não existe uma métrica única que decomponha ou meça suficientemente o envolvimento, refletindo o engajamento como sendo composto por uma série de métricas interrelacionadas que se combinam para formar um todo. Essas métricas são: recenticidade, frequência, duração, viralidade e avaliações; a proporção relativa, ou importância, de cada uma dessas métricas varia dependendo do tipo de âmbito de atuação.

Nesse aspecto, compreende-se que ambientes que interagem com as emoções e desejos dos usuários são eficazes para o engajamento do indivíduo, o nível de engajamento do sujeito é influenciado pelo grau de dedicação às tarefas designadas, e estas são traduzidas nas soluções das metas, influenciando no processo de imersão do sujeito em um ambiente lúdico e divertido (Vianna *et al.*, 2013).

Algumas teorias motivacionais constituem um fator relevante na construção de um sistema gamificado (Studart, 2022). São modelos que auxiliam no desenvolvimento, tais como a “teoria de fluxo, o condicionamento operante, a teoria motivacional ARCS, a teoria da autodeterminação, a aprendizagem social, a aprendizagem cognitiva/cognição situada e o

design instrucional” (Oliveira; Pimentel, 2020, p. 240 - 241). Neste estudo, estabelecemos pontos de integração entre a Teoria do Flow e a gamificação.

A teoria do fluxo ou teoria do Flow, desenvolvida pelo psicólogo Mihaly Csikszentmihalyi em meados da década de 1970, constitui um modelo conceitual e teórico do que seria uma experiência subjetiva considerada ótima. O conceito central do fluxo (Flow) refere-se a um estado de profunda imersão e envolvimento em uma atividade, no qual a pessoa experimenta um senso de foco, satisfação e realização, muitas vezes existente em experiências mediadas pelo computador e videogames (Studart, 2022). Essa teoria tem sido amplamente aplicada em diversas áreas, incluindo a gamificação (Alves; Minho; Diniz, 2014; Chen, 2007; Costa; Cruz; Marques, 2021; Csikszentmihalyi (1990, 2020); Diana *et al.*, 2014; Kapp, 2012; Rego; Santos; Pimentel, 2020; Studart, 2022) uma vez que buscam-se criar experiências que facilitem a entrada dos participantes nesse estado de fluxo, elevando os níveis de motivação e engajamento.

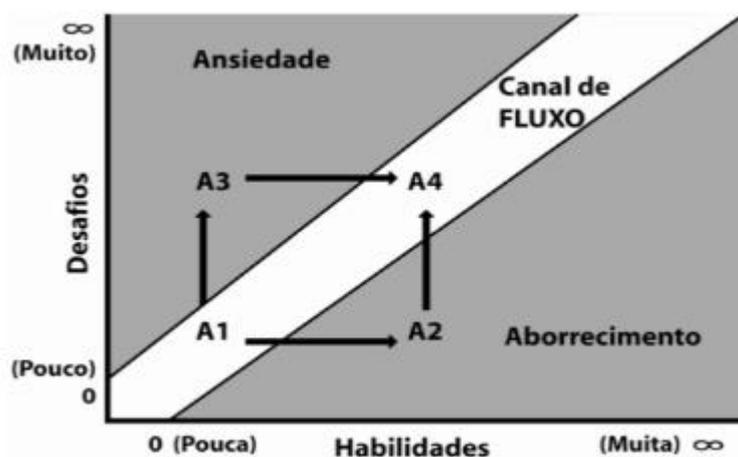
Com base na realização de pesquisas empíricas sobre os fatores que fazem as pessoas atingir estados de felicidade, Mihaly criou o modelo de “experiência ótima”, entendida como uma situação que fazemos acontecer, quando o corpo ou a mente foi levada ao limite numa tentativa voluntária de conseguir realizar algo que valha a pena, conquistando o controle da sua própria realização pessoal. A partir do desenvolvimento da teoria da experiência ótima, que o conceito de Flow foi criado.

Desse modo, Csikszentmihalyi (1990) identificou dimensões essenciais para a ocorrência do estado de fluxo durante situações ideais: metas claras e objetivas; equilíbrio entre suas habilidades e o desafio apresentado; concentração profunda; desconsideração de elementos irrelevantes à tarefa; feedback imediato sobre as ações; sensação de controle sobre a atividade; perda da noção do tempo; e uma sensação de gratificação e prazer.

Diana *et al.*, (2014) discutem pontos de interseção entre aspectos da gamificação e a teoria do Flow, apontando que os referenciais dos jogos digitais têm se apoiado nesta teoria para construção de jogos mais imersivos, em que o usuário se abstrai do mundo exterior e passa a concentrar-se quase que exclusivamente no jogo. Os autores esclarecem que um ambiente educacional ou corporativo tem como ênfase reter a atenção e manter o foco dos participantes naquilo que é relevante, sendo possível usar estratégias gamificadas como alternativas metodológicas, pois atividades envolvem informações e conhecimentos que vão ser incorporados pelos indivíduos, também geram sentimentos que precisam ser levados em consideração.

Para compreender como chegar ao estado de Flow, Csikszentmihalyi (1990) propôs um diagrama como representado na Figura 2:

Figura 2 - Diagrama da relação entre desafios e habilidades do jogador



Fonte: Csikszentmihalyi (1990, p. 74)

O diagrama representa a relação entre os desafios (eixo vertical) e as habilidades (eixo horizontal) como sendo as dimensões mais importantes durante o alcance do estado de Flow, passando por reações emocionais como ansiedade e tédio (aborrecimento). Conforme representado na Figura 2, são quatro estágios emocionais existentes (A_1 , A_2 , A_3 e A_4) na busca do estado de fluxo. O canal de fluxo corresponde ao estado ideal entre a ansiedade e o tédio, abrangendo, portanto, os estágios A_1 e A_4 , nos quais há uma equidade entre os desafios e habilidades. No estágio A_1 , que representa o início de uma atividade, os desafios e as habilidades estão em equilíbrio, pois há desafios principiantes que requerem também menor grau de habilidades para executá-los. No estágio A_4 , embora os desafios e as habilidades estejam em um maior nível de complexidade, continuam em uma mesma proporção, e, portanto, em grau semelhante de dificuldade, ainda situados no canal de fluxo.

Nos estágios A_2 e A_3 ocorrem desequilíbrios entre os desafios e as habilidades, acentuando momentos de ansiedade ou de tédio. No estágio A_2 , como as habilidades estão em maior proporção em relação à exigência dos desafios, há uma tendência emocional ao tédio, conseqüentemente há uma desmotivação e um menor engajamento. No estágio A_3 ocorre uma relação inversa ao estágio anterior, os desafios superam as habilidades requeridas e a intensidade emocional sentida é geradora de ansiedade. Dessa forma, o desequilíbrio entre desafio e habilidades acarretaria na instabilidade das emoções, como podemos constatar no diagrama, para os dois estágios (A_2 e A_3) há o afastamento do canal do fluxo (Rego; Santos; Pimentel, 2020).

Associando com experiências gamificadas, cada desafio proposto apresenta uma dificuldade, geralmente de forma crescente e constituindo níveis de progressão. Os níveis têm por objetivo desafiar ainda mais os jogadores, com o propósito de oferecer novos conteúdos e manter um interesse forte dos indivíduos. Nessa perspectiva, os jogadores possuem diferentes habilidades e para que ocorra o estado de fluxo, Csikszentmihalyi (1990) recomenda que a atividade seja sempre ajustada ao nível de habilidade do indivíduo, evitando ser excessivamente difícil (o que leva à frustração e à ansiedade) ou ser excessivamente fácil (o que leva ao tédio e ele rapidamente perde o interesse), propondo uma atividade que equilibre o desafio inerente à atividade e a capacidade do jogador de abordá-la e superá-la.

De acordo com Kapp (2012), o fluxo nem sempre pode ser integrado facilmente em um jogo, e, embora não se possa garantir que um estado de Flow ocorrerá, os designers de jogos podem criar condições para que aconteça, principalmente por meio de um equilíbrio entre os desafios do jogo e os níveis de habilidades do jogador. Assim, na construção de um sistema gamificado é recomendável a combinação dos componentes do fluxo, tais como: manter a experiência do usuário na zona de fluxo; proporcionar opções adaptativas, permitindo que diferentes usuários aproveitem o fluxo à sua maneira; e integrar escolhas nas atividades principais para garantir que o fluxo não seja interrompido (Chen, 2007; Studart, 2022).

Uma das principais críticas à aplicação da teoria do Flow na gamificação reside na simplificação excessiva do conceito. Enquanto Csikszentmihalyi descreve o fluxo como um estado complexo que envolve um equilíbrio entre desafio e habilidade, muitas implementações de gamificação tendem a reduzi-lo a uma mera questão de recompensas e estímulos superficiais. Isso pode resultar em experiências de jogo que carecem de profundidade e significado, deixando os participantes em um estado de envolvimento superficial em vez de verdadeiro fluxo.

Além disso, a aplicação da gamificação pode, em alguns casos, desvirtuar os princípios da teoria do Flow. Por exemplo, ao enfatizar demais a competição e a busca por recompensas tangíveis, pode-se desviar a atenção dos participantes do próprio processo de aprendizado ou da atividade em si. Outro ponto comum diz respeito à falta de consideração pelos diferentes perfis de jogadores e suas motivações individuais. Enquanto a teoria do fluxo reconhece a importância de encontrar um equilíbrio personalizado entre desafio e habilidade, muitas abordagens de gamificação adotam uma abordagem única que pode não ressoar com todos os participantes, isso pode levar à exclusão de certos grupos de usuários ou à falta de engajamento daqueles que não se identificam com os elementos de jogo propostos.

Em síntese, embora a teoria do Flow ofereça *insights* valiosos sobre como criar experiências envolventes, sua aplicação na gamificação requer uma abordagem cuidadosa e

crítica. No cenário de adaptação da teoria ao design pedagógico, torna-se essencial considerar a complexidade do conceito de fluxo, bem como os contextos específicos nos quais a gamificação é empregada, a fim de garantir que ela promova verdadeiro engajamento.

3 A GAMIFICAÇÃO NO CONTEXTO EDUCACIONAL

A temática do uso de metodologias ativas na educação tem se destacado cada vez mais no ensino de Ciências e Química a partir de abordagens mais protagonistas e personalizadas, centradas na atividade do aluno como protagonista do conhecimento e pela interação entre educação, cultura, sociedade, política e escola (Bacich; Moran, 2018). Os autores argumentam sobre algumas 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, ressaltando que, os jogos e as aulas roteirizadas com a linguagem de jogos (gamificação) estão cada vez mais presentes nas escolas e são estratégias importantes de encantamento e motivação.

Karl M. Kapp, professor e especialista em design de jogos instrucionais, pode ser considerado um dos pioneiros nos estudos da gamificação voltada para a aprendizagem. Em seu livro *“The gamification of learning and instruction: game based methods and strategies for training and education”*, de 2012, reconhecida como uma das primeiras obras realizadas sobre a gamificação no contexto educacional, o autor apresenta subsídios de utilização da estratégia. Kapp (2012) defende que o poder de envolvimento dos jogos digitais modernos fez com que a gamificação ascendesse e que o design de jogos tivesse ampla utilidade para a aprendizagem, devendo ter cautela com instruções direcionadas para a aplicação da gamificação como uma “corrida ao ouro pessoal”, pela simples adição de pontos, recompensas e distintivos a tudo que fazemos. Ao contrário, esses elementos, por si só, não asseguram sucesso na educação, pois além da criteriosa aplicação das técnicas de gamificação, torna-se necessário focar nos aspectos intrínsecos, cognitivos e psicológicos dos aprendizes.

A gamificação na educação é uma tendência crescente que utiliza elementos e mecânicas de jogos para envolver os estudantes e tornar o processo de aprendizado mais dinâmico e interativo (Costa; Silva, 2023). Nesta pesquisa, classificamos que a gamificação educacional, de acordo com Costa, Cruz e Marques (2021, p.167):

É um sistema usado para a resolução de problemas que consigam elevar e revisar os níveis de engajamento por meio de estímulos à motivação intrínseca do indivíduo. Utiliza mecânica, estética e pensamento do jogo para exploração de fenômenos com objetivos extrínsecos, almejando a aprendizagem por meio da interação entre pessoas, tecnologia e o meio.

Essa definição sintetiza os conceitos defendidos por Kapp (2012), Busarello (2016) e Pimentel (2018), sobretudo, ao focar na interação entre as pessoas, tecnologia e o meio. Cabe destacar que o termo tecnologia, de acordo com Pimentel (2018), designa além do que

comumente associa-se com sistemas computacionais, mas constituindo-se no meio material que torna possível as interações e relação dialética com o homem, que a produz, se transforma e a transforma em sua produção e uso em contexto.

Costa, Cruz e Marques (2021) trazem em seu artigo um relato de uma experiência gamificada realizada no contexto do Ensino Superior. A disciplina Metodologia do Ensino de Ciências Naturais foi inteiramente gamificada e teve a modificação dos conteúdos da ementa para envolver os universitários em uma abordagem sociocultural de ensino. O trabalho narra o planejamento e desenvolvimento de uma plataforma digital de gerenciamento pedagógico e de atividades gamificadas, sendo realizado no período da pandemia do Covid-19, em que as aulas ocorreram no formato online (ensino remoto). Os autores basearam-se nos principais referenciais do design de jogos digitais (Schell, 2008; Salen; Zimmerman, 2012), além da inserção de uma variedade de recursos e aplicativos como Canva, Padlet, Mapa Conceitual, Nearpod, Flipgrid, entre outros, como ferramentas para a gamificação.

De acordo com Busarello (2016), as potencialidades da gamificação podem ser exploradas em processos educativos, especialmente ao lidar com alunos frequentemente desmotivados, combinando elementos divertidos dos games com design instrucional, além de sistemas motivacionais e de interatividade.

3.1 Design da Gamificação para a aprendizagem

Metodologias ativas como a gamificação incorporam o caráter lúdico, as motivações extrínsecas e intrínsecas como elementos interconectados que podem contribuir para envolvimento dos estudantes na resolução de problemas de forma crítica e autônoma diante das questões da sociedade. Martins e Giraffa (2018) acrescentam:

Gamificar uma atividade prática – em nosso contexto, uma prática pedagógica – não significa criar um jogo de viés pedagógico ou simplesmente jogar para ensinar. Vai além: é preciso compreender e significar mecânicas e dinâmicas presentes em jogos digitais permeando-os em práticas pedagógicas (Martins; Giraffa, 2018, p. 4).

Rezende (2018) discute o conhecimento, a adesão, os benefícios e as dificuldades que os docentes do ensino médio à pós-graduação encontram na aplicação de estratégias gamificadas na educação e esclarece que parte dos professores desconhecem como desenvolvê-la. Busarello (2016) afirma que a gamificação depende de intencionalidades pedagógicas definidas e de um design de conteúdos adaptados a determinado contexto e público-alvo.

Dentre suas características estão os elementos de jogos digitais, tais como: narrativa, sistema de feedback, sistema de recompensas, gerenciamento de conflito, cooperação, competição dirigida, objetivos e regras claras, níveis, tentativa e erro, diversão, interação, interatividade, etc.; assim como em outras atividades que não são associadas aos jogos digitais, mas que têm a intenção de obter o envolvimento do sujeito, tal como na interação dos jogadores com esses jogos (Martins, 2015). Assim, seu caráter lúdico e sua capacidade de motivar e envolver o usuário são características com potencial para introdução na sala de aula.

Nesse sentido, para aplicar efetivamente a gamificação, torna-se necessário considerá-la como uma caixa de ferramentas contendo os elementos dos jogos (Fardo, 2013a). Com a intenção de complementar os elementos previamente discutidos com base em Werbach e Hunter (2012), é possível observar a seguir nos Quadros 1, 2 e 3, as descrições das mecânicas, dinâmicas e componentes, respectivamente. Dessa forma, indicando que uma maior variedade destes elementos podem ser encontrados na caixa de ferramentas da gamificação.

Quadro 1 - Dinâmicas dos games

Dinâmicas	Descrição
Regras	As limitações impostas pelo sistema do jogo.
Emoções	Curiosidade, competitividade, frustração, felicidade, diversão, prazer, entre outras.
Narrativa	A história que acompanha o jogo e fundamenta as ações dos jogadores.
Progressão	O desenvolvimento e crescimento do jogador.
Relacionamentos	As interações sociais que geram sentimentos de cooperação, status, altruísmo, entre outros.

Fonte: Adaptado de Fardo (2013a)

Quadro 2 - Mecânicas dos games

Mecânicas	Descrição
Desafios	Tarefas a serem resolvidas.
Sorte	Elemento aleatório que influencia alguns resultados.
Competição	Um jogador ou time ganha e o outro perde.
Cooperação	Um objetivo é compartilhado por todos os jogadores.
Feedback	Resposta que realimenta o sistema do jogo.
Recompensas	Benefícios conseguidos através de um determinado resultado alcançado.

Fonte: Adaptado de Fardo (2013a)

Quadro 3 - Componentes dos games

Componentes	Descrição
Conquistas	Objetivos definidos que foram realizados.
Avatares	Personagens que representam os jogadores em um mundo virtual.
Insígnias	Representações visuais das conquistas.
Níveis	Etapas da progressão dos jogadores, ou do jogo, ou da dificuldade do jogo.
Pontos	Representação numérica da progressão do jogo.
Missões	Objetivos predefinidos que devem ser completados pelos jogadores.

Fonte: Adaptado de Fardo (2013a)

Conforme Kapp (2012), atribuir meramente pontos à realização de tarefas ou atividades não caracteriza gamificação, sendo importante utilizá-los de forma adequada com foco em tornar os alunos mais participativos (Tolomei, 2017). Em cada contexto, é possível empregar diferentes elementos, mas para isso, é crucial compreendê-los, entender suas funções e prever como irão interagir dentro do sistema proposto.

A proposta de elaboração de design instrucional baseado na gamificação pode seguir os seguintes passos apresentados no Quadro 4, que norteiam para a criação de um planejamento educacional gamificado como uma metodologia ativa.

Quadro 4 - Como criar uma estratégia educacional gamificada

Etapa	Ação	Orientação metodológica
1	Interagir com games	Interagir com diferentes tipos de jogos e plataformas disponíveis para vivenciar a lógica dos games e suas diferenças mecânicas.
2	Conhecer o público	Analisar seu público, faixa etária, hábitos e rotinas
3	Definir o escopo	Definir as áreas do conhecimento que estarão envolvidas, tema abordado, competências desenvolvidas, conteúdos associados, atitudes e comportamentos que serão potencializados.
4	Compreender o problema e contexto	Refletir os reais problemas do cotidiano que poderão ser explorados pelos games, e como os problemas se relacionam com o conteúdo estudado.
5	Definir missão/ objetivo	Definir a missão da estratégia gamificada, analisar se está clara, alcançável e mensurável. Verificar se a missão está aderente às competências que serão desenvolvidas e ao tema proposto.
6	Definir o ambiente, plataforma	Definir se o público vai participar de casa ou de algum ambiente específico; se será utilizado o ambiente da sala de aula, ambiente digital ou ambos. Identifique a interface principal com o jogador.
7	Definir tarefas, mecânicas e sistema	Estabelecer duração da estratégia educacional gamificada

	de pontuação	e frequência com que o público vai interagir. Verificar se a pontuação está equilibrada, justa e diversificada. Definir as recompensas e como será feito o ranking.
8	Revise a estratégia	Verificar se a missão está em harmonia com o tema e se alinha à narrativa. Avalie se a narrativa tem o potencial de envolver os jogadores e está integrada às tarefas. Verifique se as tarefas são variadas, factíveis e possuem regras bem definidas.

Fonte: Adaptado de Alves, Minho e Diniz (2014)

Nessa direção, Kapp, Blair e Mesch (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.

Kapp (2012) argumenta 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. “Quando se trata especificamente de eventos de aprendizagem, precisamos compreender que, embora haja benefícios com a aplicação criteriosa de técnicas de gamificação, nem todas as atividades de aprendizagem têm de ser um jogo completo” (Kapp, 2012, p. 18). Assim, as estratégias gamificadas utilizam, além dos elementos de jogos e técnicas de game design com foco no engajamento e motivação das pessoas, modificações nos conteúdos para a promoção da aprendizagem e solução de problemas (Busarello, 2016).

Na gamificação direcionada a designs computacionais e ambientes empresariais, apresenta-se fundamentada na gamificação estrutural, ancorada na teoria behaviorista de estímulos e respostas, recompensas e punições (Costa; Cruz; Marques, 2021). Atuando assim, com base nos princípios do comportamentalismo de Skinner, com o intuito de reforçar comportamentos específicos visando atingir os objetivos desejados, ou seja, tarefas são ofertadas, cumpridas ou falhadas, e posteriormente recompensadas (Oliveira; Pimentel, 2020).

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. A crítica à

abordagem do behaviorismo reside no risco de limitar o potencial da estratégia da gamificação à simplesmente mecanismos de estímulos e respostas, podendo muitas vezes, desestimular a aprendizagem para aqueles alunos que não consigam atingir determinadas metas, por exemplo. Desse modo, tornando-se importante que tanto os professores quanto os alunos compreenderam a importância do conhecimento que está sendo discutido.

Neste sentido, a gamificação pode ser aplicada nos diferentes segmentos formais da educação e com as diferentes faixas etárias, enfatizando-se ainda que ela não está atrelada necessariamente a tecnologias digitais, pois existem meios de aplicá-la sem recorrer aos recursos que essas tecnologias oferecem, possibilitando sua realização de forma analógica. Além disso, a gamificação exige a correspondência do conteúdo instrucional com as mecânicas de jogos, considerando-se também o embasamento teórico e epistemológico para sua implementação.

3.2 O Ensino de Química e a Gamificação

A educação em ciência é complexa, ensinar química requer, além do domínio dos conteúdos, a utilização de ferramentas e estratégias didáticas que promovam uma interação e apropriação dos conhecimentos pelos estudantes (Mól; Silva; Souza, 2013). O Ensino de Química perpassa por muitos problemas, entre os quais, a mera transmissão de conteúdos, fragmentação de conhecimentos e falta de motivação para estudar (Meneses; Nuñez, 2018). Nessa direção, Mores *et al.*, (2016) enfatizam que condições escassas de infraestrutura e recursos nas escolas são fatores que limitam os professores em ampliar suas práticas pedagógicas, além disso, pontuamos que as articulações entre a formação inicial e continuada docente também são aspectos que influenciam no aperfeiçoamento da atuação profissional e na inserção de novas metodologias no ambiente escolar.

Melo e Lima Neto (2013) afirmam que os obstáculos conceituais que os alunos do Ensino Médio apresentam na disciplina de química ocupam destaque, pois são teorias e modelos científicos que dependem de um grau de abstração para a compreensão, e apontam ainda, visões inadequadas tanto dos alunos quanto dos professores atuantes e em formação acerca dos estudos sobre a estrutura atômica da matéria. Como mencionado por Wartha e Rezende (2011), as dificuldades intrínsecas de aprendizagem no Ensino de Química podem ser atribuídas em relação aos três níveis de descrição da matéria: macroscópico (observacional), microscópico (atômico-molecular) e representacional (símbolos, fórmulas e equações), sendo que os

estudantes precisam transitar entre esses níveis e estabelecer a integração desses conhecimentos por meio da ação mediadora da linguagem científica (Mortimer, 2000).

Com isso, nas últimas décadas, a educação tem passado por transformações em busca de atender as demandas de alunos e professores em um contexto que supere abordagens meramente tradicionais de ensino (Andrade; Ferrete, 2019). Nesse sentido, propostas didático-pedagógicas para o ensino de ciências vêm sendo elaboradas com fundamentos construtivistas e sociointeracionistas, impulsionando novas dinâmicas em que os estudantes participem ativamente dos processos de construção do conhecimento em sala de aula (Gomes; Mortimer, 2008). Entre as quais, destaca-se a gamificação enquanto metodologia ativa no âmbito escolar como possibilidade de tornar o ambiente da sala de aula mais interativo para a atual geração conectada e, a partir disso, enriquecer as práticas pedagógicas dos professores (Santos; Costa, 2023).

As metodologias ativas de aprendizagem, que caracterizam-se por estimular os estudantes a participarem de atividades que levam à reflexão, ao questionamento, à busca pela compreensão de conceitos e como aplicá-los em um contexto real, implicando numa perspectiva de centralidade no aluno no processo educacional (Bacich; Moran, 2018). Cabe ressaltar que as propostas pedagógicas para o Ensino de Química seguem as recomendações dos dispositivos legais que norteiam o currículo escolar no Brasil.

Neste âmbito, a Educação Básica segue os parâmetros legais instituídos pela Lei nº 13.415/2017 (Brasil, 2017), que altera a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB, Lei nº 9.394/1996) e estabelece uma mudança na estrutura do Ensino Médio, versando sobre a obrigatoriedade das secretarias estaduais de ensino de todo o país adequarem os seus currículos à Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Enquanto os documentos da BNCC referentes às etapas da Educação Infantil e do Ensino Fundamental foram homologados em 2017, o documento relativo à etapa do Ensino Médio foi aprovado e homologado em dezembro de 2018. A Secretaria de Estado da Educação do Maranhão (SEDUC/MA) também elaborou e estabeleceu como base o Documento Curricular do Território Maranhense (DCTMA) para o Ensino Médio, que assegura condições para o cumprimento da Lei 13.415/2017 e da BNCC, com enfoque nas especificidades do Maranhão (Maranhão, 2022).

Seguindo a Lei nº 13.415/2017, a BNCC adota 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. Adicionalmente, estabelece um

conjunto de competências e habilidades para todos os alunos da Educação Básica do país. Com isso, houve também uma redução da carga horária da disciplina de química nas escolas, assim como da física e da biologia, com uma estruturação curricular pautada nos itinerários formativos e projeto de vida, voltados para atender as novas demandas do mercado e resolver problemáticas complexas da vida cotidiana, o exercício da cidadania e do mundo do trabalho (Brasil, 2018).

Embora a BNCC apresente recomendações de acolhimento à escolha dos estudantes por meio dos itinerários formativos, apresenta aspectos que enfatizam uma formação direcionada para atender às demandas do mercado e, conseqüentemente, para a perpetuação da lógica de manutenção no mundo do trabalho. Nesse sentido, pautam-se algumas discussões quanto às finalidades da organização do currículo em competências e habilidades, uma vez que, as competências definidas voltam-se para a inserção no sistema produtivo. Tornando-se, assim, necessário uma concepção atenta e crítica pelos docentes ao desenvolver seu trabalho, para que efetivamente mobilizem uma formação humana integral, cidadã e emancipatória dos alunos.

No que se refere a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias na BNCC, com uma visão mais aprofundada para o Ensino de Química, está disposto que o aprendizado vai além dos conteúdos conceituais, dando ênfase para uma contextualização social, cultural, ambiental e histórica desses conhecimentos. Sinaliza que a contextualização histórica não deve se ocupar apenas da menção a nomes de cientistas e a datas da história da Ciência, mas em apresentar os conhecimentos científicos como construções socialmente produzidas, com seus impasses e contradições, influenciando e sendo influenciadas por condições políticas, econômicas, tecnológicas, ambientais e sociais de cada local, época e cultura (Brasil, 2018).

Assim, as mudanças científicas e tecnológicas convocam participação e colaboração sociais, requerendo uma posição crítica em relação à tecnologia, à informação e ao conhecimento, influenciam a cultura e levam à emergência da cultura digital (Bacich; Moran, 2018). Sendo importante um ensino com abordagem histórica e sociocultural que incorpore a cultura digital e uma formação humana integral, entre as dez competências gerais preconizadas no documento da BNCC, uma está relacionada diretamente à cultura digital, a saber:

Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva (Brasil, 2018, p. 11).

Com essa perspectiva, as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) precisam incorporar um papel para além de ferramentas educacionais, englobando também os processos de criação, significação, reflexão e contextualização que podem ser mediados e

oportunizados através dessas tecnologias. Giordan (2008) defende que a implementação de dispositivos móveis, como tablets e smartphones, 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. Acentuando as vantagens oferecidas pela utilização adequada dos recursos disponíveis para aplicação no Ensino de Química.

Analisando a BNCC, observamos fundamentalmente aspectos necessários para a articulação teórica dos conteúdos e temas no Ensino de Química com as abordagens metodológicas em sala de aula, sendo importante destacar que o desenvolvimento de práticas docentes pautadas pelas orientações curriculares necessita de um olhar crítico e transformador. Com isso, o Ensino da Química para o nível médio precisa contribuir para tornar os estudantes mais críticos, de forma que possam fazer parte ativamente do processo de ensino e aprendizagem, com uma construção menos fragmentada e mostrar ao aluno que pertence ao mundo que está constante transformação.

Segundo Costa, Cruz e Marques (2021), o uso da gamificação na abordagem sociocultural no ensino de ciências/química vislumbra envolver a contextualização dos conteúdos, além disso, precisa ser alicerçada em fundamentos teórico-metodológicos para que seja entendida como estratégia de ensino e não como instrumento. Com isso, o planejamento didático e adaptações ao longo da implementação pelos professores, assim como o uso de ferramentas (digitais ou não), podem favorecer uma abordagem reflexiva e crítica dos conhecimentos.

Com o intuito da busca por aprofundamento teórico no campo de estudo, destacamos as contribuições dos autores Busarello (2016), Costa, Cruz e Marques (2021), Kapp (2012), Kapp, Blair e Mesch (2014), Oliveira e Pimentel (2020), Werbach e Hunter (2012), Zichermann e Cunningham (2011), entre outros, para embasamento das discussões sobre a gamificação no cenário do Ensino de Química.

Na literatura é recorrente a presença de estudos em que os autores analisaram as potencialidades de jogos físicos ou digitais na educação ou usaram jogos com os alunos em determinados contextos para relatar o processo da gamificação na educação, no entanto, a gamificação abrange um conceito mais amplo (Bottentuit Junior, 2020). Cleophas (2020, p. 84) esclarece que “a gamificação é uma transposição dos elementos constituintes dos jogos (digitais) para uma atividade didática orientada, mas ela não é um jogo”, sendo planejada com diversas etapas, objetivos e envolvendo a interação das pessoas.

Na busca por elucidar esses aspectos e explorar mais a temática, realizamos uma pesquisa bibliográfica de estudos empíricos acerca da gamificação aplicada no Ensino de Química no Catálogo de Dissertações e Teses da Capes e na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (Santos; Costa, 2023). De acordo com os objetivos dessa busca e os critérios de inclusão, encontramos apenas oito dissertações que apresentavam no título e/ou resumo as palavras-chaves selecionadas previamente, notando-se uma carência de investigações empíricas sobre a gamificação em química com aplicação no Ensino Médio e sinalizando a importância de aproximações efetivas das pesquisas acadêmicas com a realidade em sala de aula. Além disso, consideramos relevante pontuar aspectos como os objetos de conhecimento abordados, as tecnologias utilizadas e os elementos de jogos mais presentes para a aplicação das estratégias gamificadas (Santos; Costa, 2023).

A partir desse levantamento, destacamos para esta discussão os trabalhos dos autores Fiziotto (2019), Oliveira (2020) e Lopes (2022), tendo em vista que a ênfase dos outros trabalhos encontrados fez referência à abordagem da gamificação somente ou isoladamente como criação e/ou utilização de jogos ou aplicação de quizzes em sala de aula, enquanto a gamificação apresenta uma abordagem mais complexa, conforme ressaltam Boller e Kapp (2018), com a finalidade de manter o envolvimento dos indivíduos com a experiência por um longo período, de maneira que seja possível desenvolver conexões significativas com pessoas, conteúdo ou ambiente.

A pesquisa desenvolvida por Fiziotto (2019) contemplou uma sequência didática gamificada, construída mediante a incorporação de elementos de jogos, tais como avatares, equipes e organização em fases que se relacionavam com os conteúdos abordados. Cada fase envolveu missões, suas respectivas conquistas e pontuações, representando a história da evolução dos modelos atômicos, desde o modelo grego até o modelo quântico de orbitais. Diversas metodologias e elementos foram combinados, tais como sala de aula invertida e o ensino sob medida, integrando tecnologias como WhatsApp, Google Forms, e-mail, e Objetos Educacionais Digitais (OED) como animações, vídeos e o simulador PhET e também mapas mentais (Santos; Costa, 2023).

No contexto de uma dinâmica gamificada, Fiziotto (2019) evidencia que foram propostas diferentes atividades, ou missões, que foram realizadas pelos alunos organizados em grupos, as chamadas guildas. Como ferramenta de avaliação dos conhecimentos dos alunos sobre o tema “átomo”, foram analisados os mapas mentais elaborados pelas guildas previamente ao início do desenvolvimento da sequência e ao final.

No trabalho de Oliveira (2020) foi produzido e aplicado um manual didático com abordagens fundamentadas no ensino híbrido gamificado, empregando o modelo de rotação por estações para ensinar radioatividade a estudantes do Ensino Médio. Foram organizados espaços físicos como estações de trabalho e divididos subgrupos de alunos. As estações foram denominadas de Polônio, Rádio, Urânio, Tório, Carbono e Plutônio, em alusão aos elementos radioativos, os grupos de alunos poderiam transitar entre as estações resolvendo atividades de maneira alternativa e de acordo com o tempo. Essas atividades incluíram caça-palavras, estudo dirigido, prática experimental, software PhET colorado, textos científico-didáticos e jogo em aplicativo móvel, relacionados com os conteúdos de radioatividade.

Oliveira (2020) apoiou-se também em estratégias como formação de grupos, competição, recursos diversos e na utilização do aplicativo Kahoot, como forma de revisar, posteriormente, os assuntos abordados em cada estação. Nesse aplicativo, o autor destaca que foram inseridas questões sobre os conteúdos para resolução em grupo, e as informações sobre as progressões, feedback, competição, desafios, recompensas, vitórias, níveis, pontos e ranking eram fornecidas em tempo real. Os resultados da aplicação do manual didático indicaram boa receptividade pela maioria dos alunos, mas que alguns relataram dificuldades devido a terem muitas estações. Nesse aspecto, Oliveira (2020) esclarece que o professor precisa verificar a viabilidade da utilização de todas as estações. As estações com utilização do software PhET colorado e do jogo foram melhores avaliadas pelos estudantes, demonstrando o potencial das plataformas digitais.

A proposta de Lopes (2022) baseou-se na construção, aplicação e avaliação de uma Sequência Didática Interativa (SDI) integrando atividades gamificadas com recursos digitais acerca da temática referente ao modelo atômico de Niels Bohr, com foco nos fenômenos envolvidos na obtenção das diferentes cores observadas nos fogos de artifício e no brilho de objetos fluorescentes e fosforescentes. Em busca de uma aprendizagem ativa, o autor argumenta que recorreu à gamificação associada com a aprendizagem baseada em problemas, jogos nas plataformas Kahoot e Wordwall e murais interativos por meio do aplicativo Padlet.

De acordo com o relato de Lopes (2022), a SDI possibilitou a oportunidade de construir uma nova estratégia de ensino que trouxe para os alunos momentos significativos de aprendizado. Partindo de questões problematizadoras e por meio de recursos digitais, os estudantes puderam vivenciar momentos de investigação científica com autonomia e sem muitas dificuldades. Após a implementação da SDI, o autor narra que a maioria dos estudantes foram capazes de explicar quimicamente como se obtém as variadas cores dos fogos de artifício com base em conceitos científicos (Lopes, 2022).

Verificamos, assim, que as abordagens das pesquisas nesse âmbito têm sido diversificadas, podendo gerar alguns conflitos conceituais a respeito da gamificação e/ou oferecer bases teóricas e práticas de como pode ser mais explorada na educação. Cabe destacar, que o uso de jogos didáticos não é imprescindível, pois o design de uma metodologia gamificada engloba a estrutura semelhante de um game, mas não reduzida a ele e nem com a intenção de criar um jogo completo. Sendo recomendável a combinação de mecânicas, dinâmicas e componentes de games (gamificação estrutural) e/ou a modificação dos conteúdos (gamificação de conteúdo) para o alcance de uma interação mais imersiva do público-alvo (Zichermann; Cunningham, 2011). A escolha dos elementos dos games e as abordagens a serem adotadas dependem do contexto e dos objetivos planejados para cada proposta.

Sob o prisma da gamificação integrada com as TD, como nos exemplos acadêmicos mostrados, Leite (2020) aponta a necessidade de evitarmos o encantamento de que simplesmente adotar uma tecnologia ou sistema específico automaticamente melhorará o desempenho no trabalho, na escola ou em qualquer outro contexto. Segundo o autor, as TDIC carregam consigo valores que podem resultar em consequências tanto positivas quanto negativas, dependendo da maneira como são incorporadas no ambiente educacional. Por isso, a formação docente para utilização de tecnologias é urgente, uma vez que o potencial que esses recursos oferecem depende da mediação que é realizada.

É importante ressaltar que a gamificação não depende necessariamente do uso de tecnologias digitais (TD), podendo-se utilizar recursos de forma analógica. No ensino presencial ou remoto, em situações de limitações de condições estruturais e de ferramentas tecnológicas no ambiente escolar, também torna-se viável realizar o planejamento e a implementação dessa metodologia, pois outros recursos didáticos disponíveis podem ser utilizados e os elementos de jogos são adaptáveis, podendo ser explorados de forma significativa (Bacich; Moran, 2018; Leite, 2020; Santos; Costa, 2023).

Com relação as teorias de aprendizagem que fundamentam a gamificação educacional, Oliveira e Pimentel (2020) afirmam que as teorias ancoradas no cognitivismo são importantes, pois sustentam que o conhecimento precisa ser construído, e não simplesmente transmitido, em que os estudantes devem desempenhar um papel ativo no processo de aprendizagem. Nessa linha, alguns estudos sob a perspectiva sociocultural de Vigotski concebem que a interação social com o ambiente exerce influência no desenvolvimento e na aprendizagem, como explanaremos neste estudo, a partir da gamificação alicerçada na perspectiva da Teoria da Ação Mediada (TAM) de James Wertsch (1991, 1998).

3.3 Abordagem sociocultural da Teoria da Ação Mediada

As questões teóricas e epistemológicas têm uma importância fundamental, pois são responsáveis por estabelecer os critérios utilizados para fundamentar as estratégias de gamificação na educação e justificam o caminho escolhido para promover a aprendizagem dos alunos (Oliveira; Pimentel, 2020). Schnetzler (2002) salienta que a pesquisa em ensino envolve as interações entre pessoas (alunos e professores) com a dinâmica do conhecimento nas aulas de química, sendo necessário recorrer a contribuições teóricas da filosofia, da psicologia, da sociologia, da antropologia, etc. Nessa vertente, Costa (2016) evidencia a importância em desenvolver estratégias inseridas no contexto histórico e sociocultural dos alunos visando a produção de significados em ciências e para isso, temos como base referencial desta pesquisa a Teoria da Ação Mediada (TAM) de James V. Wertsch (1991, 1998).

James V. Wertsch é um psicólogo americano e professor da Washington University em Saint Louis, desempenha um papel proeminente no Departamento de Educação, sendo reconhecido como um dos teóricos mais influentes da psicologia sociocultural. Wertsch considera as perspectivas socioculturais ligadas às abordagens dos estudiosos como Vigotski para discutir sobre o processo de internalização, Bakhtin para tratar da dialogia e gêneros de discurso, e Kenneth Burke para focar sobre as múltiplas perspectivas da ação humana. O termo sociocultural é utilizado por Wertsch (1998) 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.

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”. Wertsch classifica esse conjunto de ferramentas como “kit de ferramentas” ou “caixa de ferramentas”, podendo ser físicas (imagens, textos, animação, vídeos, simulações, plataformas e aplicativos) e não físicas (fala, enunciados, expressões e conceitos), acrescentando ainda que 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).

O processo de significação dos agentes (professor e estudantes) decorre da internalização das ferramentas de determinado ambiente (Bego; Alves; Giordan, 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”. Assim, a aprendizagem não se trata

simplesmente de transmitir conhecimento de forma linear, pois há um processo que envolve transformação e interação dos conhecimentos em desenvolvimento de acordo com as subjetividades e carga cultural de cada indivíduo.

As ferramentas podem ser empregadas para conferir significado ao aprendizado quando são utilizadas com um propósito específico, permitindo que esses significados sejam internalizados pelo sujeito. No entanto, caso a internalização dessa atividade não ocorra, a ferramenta pode ser manipulada de forma mecânica sendo provida apenas de propósito, isto é, será utilizada apenas para executar uma tarefa estabelecida, sem que o sujeito compreenda os conceitos inseridos (Costa, 2016).

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.

Apresentamos a seguir algumas propriedades centrais da ação mediada, visando identificar os principais pressupostos elaborados por Wertsch (1998) para analisar os processos de domínio e apropriação das ferramentas culturais, conforme esclarecidos por Costa (2016):

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. Sendo mais adequado se referir aos “estudantes-agindo-com-ferramentas socioculturais” do que simplesmente falar de indivíduos e ferramentas isoladamente;

2) Os modos de mediação são materiais, ou seja, a materialidade é uma propriedade de qualquer modo de mediação, e as propriedades materiais externas das ferramentas culturais têm implicações importantes para a compreensão de como se desenvolvem as habilidades. Até mesmo a fala, que é uma ferramenta cultural, é material, pois a materialidade está relacionada à sua capacidade de mediação que causa modificações nos agentes e não às características físicas;

3) 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;

4) 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. Situa-se em um ou mais caminhos evolutivos, sendo inerente à noção de desenvolvimento, que supõe uma direção pré-definida, um objetivo final ideal, e que varia de acordo com o contexto de cada agente. Por exemplo, a gamificação, originalmente, foi voltada para sistemas computacionais baseados em jogos digitais e para fins de treinamentos no setor empresarial, no entanto, tem sido ressignificada e aplicada em processos educacionais ao longo do tempo visando a aprendizagem;

5) Os modos de mediação limitam e, ao mesmo tempo, possibilitam a ação. Então, com o desenvolvimento de uma nova ferramenta cultural, o objetivo é superar alguma limitação prévia, mas isso introduz novas limitações à ação mediada. Podemos citar como exemplo o uso de recursos didáticos em sala de aula, por muito tempo utilizou-se predominantemente recursos analógicos, mas com os avanços tecnológicos, tem-se empregado recursos didáticos digitais, contudo, também surgem novas limitações, como a falta de acesso à internet nas escolas e déficit na formação de professores para sua aplicação adequada;

6) Os novos modos de mediação não apenas facilitam, mas transformam a ação mediada. A nova ferramenta cultural cria uma espécie de desproporção na organização sistêmica da ação mediada e isso desencadeia mudanças nos outros elementos da ação, como por exemplo, no agente, podendo levar ao surgimento de uma ação mediada completamente diferente da anterior;

7) A relação dos agentes com os modos de mediação pode caracterizar-se sob o ponto de vista do domínio. O domínio pode ocorrer externamente, sem necessariamente passar para o plano interno, o agente pode usar uma ferramenta cultural, mas admitir uma sensação de conflito ou resistência;

8) A relação dos agentes com os modos de mediação pode caracterizar-se sob o ponto de vista da apropriação. A apropriação seria o processo de adotar algo para si, como se fosse próprio, sem resistência. O domínio e a apropriação podem ou não se relacionar, em maior ou menor grau;

9) Os modos de mediação pelas ferramentas não se dá necessariamente devido a uma intenção consciente do agente e podem se produzir por razões alheias à facilitação da ação mediada. Desse modo, também deve-se levar em conta o poder do contexto histórico que configura sobre o desenvolvimento das ferramentas culturais;

10) 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. O agente não é necessariamente um indivíduo, mas pode representar uma comunidade, um grupo social, onde o indivíduo esteja inserido ou de onde “tomou emprestada” a ferramenta cultural.

No cenário do ensino e aprendizagem em química, utilizamos os princípios da TAM para o planejamento e construção de uma sequência didática gamificada, considerando as ferramentas culturais, como a linguagem e os instrumentos de trabalho que moldam a ação humana diante dos conceitos científicos abordados. Desse modo, Costa (2016) questiona sobre como aproximar o pensamento químico das concepções prévias dos alunos em uma abordagem sociocultural, considerando também que pertencem a uma geração tecnológica, propondo uma perspectiva:

A resposta está em trabalhar com ferramentas culturais pertencentes ao meio cultural e histórico em que os estudantes vivem, tais como Objetos de Aprendizagem (OA) e gêneros discursivos do meio virtual, dando espaço para inserir o gênero discursivo inerente à Química e observar a sala de aula como um espaço dialógico de aprendizagem (Costa, 2016, p. 71).

Diante do exposto, torna-se crucial considerar os estudos da matéria e seus constituintes como representações fundamentais para compreender o mundo submicroscópico e macroscópico da química, uma vez que a ação mediada por ferramentas socioculturais engloba as relações entre a subjetividade do agente, as ferramentas e as convenções culturais, a internalização, a apropriação e a criatividade.

4 METODOLOGIA DA PESQUISA

Esta pesquisa tem natureza qualitativa, pois seu foco é compreender os significados do fenômeno a partir de quem os vivenciam, dos tempos e espaços de atuações e reflexões. Considerando a Ciência como uma área de conhecimento produzida por seres humanos que significam o mundo e construída pelas interações sociais no contexto sociocultural que os cercam (Gil, 2019; Mól, 2017). Nesse âmbito, adotamos o estudo de caso como modalidade da pesquisa qualitativa, que 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 (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). Ludke e André (2018) acrescentam que, 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.

Mattar e Ramos (2021) afirmam que Casos não devem ser compreendidos como amostras que possam ser generalizadas estatisticamente, mas como oportunidades de avançar em análises, interpretações e teorias. De acordo com os autores, 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).

O presente estudo foi desenvolvido em uma escola pública da rede estadual do Maranhão, na cidade de São Luís-MA, 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 no decorrer da disciplina de química, durante o período de um bimestre do ano letivo.

Considerando as tendências de pesquisa no ensino de ciências, este estudo apoia-se na linha teórico-metodológica da *Design Based Research* (DBR-Collective, 2003), que tem uma abordagem fundamentada na natureza aplicada da pesquisa educacional, gerenciando 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).

4.1 *Design Based Research* como referencial teórico-metodológico

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) para planejar, implementar e avaliar sequências de ensino e aprendizagem. Constitui-se em uma linha teórico-metodológica para desenvolver uma nova intervenção que busca unir a teoria e a prática para estudos sobre a implementação de alguma inovação ou sobre a ação docente. De acordo com essa vertente, o processo de inovação curricular e/ou pedagógica alia-se com princípios teóricos para o design da metodologia aplicada a um ambiente real, como a sala de aula (Kneubil; Pietrocola, 2017).

Segundo Wang e Hannafin (2005), a DBR foi proposta, inicialmente, pelos pesquisadores Ann Brown (1992) e Alan Collins (1992) para referirem-se a uma metodologia de pesquisa em Educação que se predispõe a resolver problemas complexos em contextos reais, em colaboração com os professores; realizar investigação rigorosa e reflexiva para testar e aperfeiçoar ambientes de aprendizagem inovadores. No início dos anos 90, a metodologia da DBR já tinha uma longa história no desenho de pesquisas científicas em campos como o da Engenharia, contudo era nova para a maioria dos pesquisadores em Educação. Representando, assim, um sistema complexo e interativo envolvendo múltiplas variáveis de diferentes tipos e níveis.

Reeves, Herrington e Oliver (2005) argumentam que a difusão e produção acadêmica da DBR se desenvolveram, especialmente, nos últimos dez anos, uma vez que sua abordagem

vem sendo integrada como uma perspectiva alternativa a modelos tradicionais de pesquisas. Schnetzler (2002) salienta que esses modelos envolviam investigações em laboratórios ou com os parâmetros de grupos experimentais/controlados na educação, os quais não produzem resultados relevantes sobre a aprendizagem e que pouco contribuem para a melhoria da qualidade dos processos educativos.

Essa 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).

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). Nesse sentido, Kneubil e Pietrocola (2017) ressaltam:

[...] é essencial que haja uma análise do processo inteiro e não apenas do produto final, pois os resultados tirados dessa análise deverão ser incorporados na própria metodologia visando seu aprimoramento. Por isso, uma importante característica da DBR é seu funcionamento em ciclos, já que o que é aprendido de um primeiro design deve ser utilizado nos próximos designs (Kneubil; Pietrocola, 2017, p.3).

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 e os limites, mas também 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).

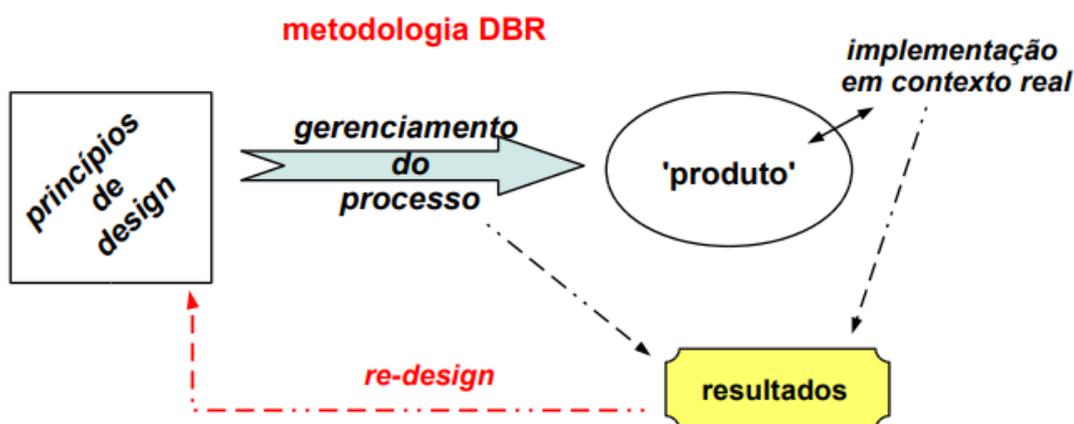
No âmbito da investigação educacional, a DBR comunica os conhecimentos de muitas formas, incluindo densos relatos de práticas pedagógicas projetadas, princípios teóricos conectando designs implementados a resultados educacionais de interesse e narrativas

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.

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 amplia-se para além das especificidades de um contexto particular (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). Assim, o pesquisador interage no sistema continuamente dotando-o de um movimento cíclico e momentos de redesign, conforme a Figura 3:

Figura 3 - Metodologia da DBR



Fonte: Kneubil e 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.

Segundo Cobb (2003), essa metodologia 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 do seu sucesso na prática.

O gerenciamento deste processo é feito entre os 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).

As características das investigações baseadas em design 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). 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, neste estudo, o aporte sociocultural da Teoria da Ação Mediada (TAM).

Estruturamos a presente pesquisa 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) desenvolvimento do design ou processo pedagógico 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 design, permitindo revisitar cada fase do processo, refinar a intervenção e gerar conhecimentos sobre os pressupostos e teorias adotados.

Nos tópicos a seguir, descrevemos os principais aspectos gerenciados em cada fase do processo cíclico e a forma como os conhecimentos didáticos foram incorporados ao longo da metodologia, visando o aperfeiçoamento do design da pesquisa.

4.1.1 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.*, 2016; 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 questionamento norteador: De que forma a implementação da gamificação educacional pode contribuir para a motivação e engajamento dos alunos na disciplina química? Consideramos como orientação desta pesquisa, os princípios norteadores pautados pelos estudos da gamificação na educação (Busarello, 2016; Costa; Cruz; Marques, 2021; Kapp, 2012; Kapp; Blair; Mesch, 2014; Fardo, 2013a, 2013b; Oliveira; Pimentel, 2020; Vianna *et al.*, 2013; Werbach; Hunter, 2012; Zichermann; Cunningham, 2011).

Tendo em vista também as teorias de aprendizagem para sustentar a compreensão do problema educativo, além da própria DBR preocupar-se com os processos mentais dos estudantes, evidenciamos a TAM como um dos principais referenciais que embasam o contexto sócio-histórico e cultural na educação. A unidade de análise que Wertsch utiliza para sustentar suas pesquisas sobre os processos mentais é a ação mediada que está vinculada a instrumentos de mediação, como as ferramentas materiais e a linguagem (Costa, 2016).

A proposta da implementação da estratégia da gamificação na escola pública da rede estadual do Maranhão originou-se pela pesquisadora em conjunto com o professor orientador e

sendo planejada a partir do aceite da professora regente da disciplina química. Inicialmente realizamos o contato com a professora regente e a gestão pedagógica no ambiente da escola *locus* desta investigação com a devida formalização da documentação para a condução da pesquisa.

Por meio de uma entrevista semiestruturada 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 no ensino de química, abrangendo também questões relativas às temáticas que envolvem jogos digitais, gamificação e uso de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC), que são ênfase deste estudo. 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 professora, que seguiram todas as fases da pesquisa e 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 com o entendimento de conceitos químicos básicos de estrutura da matéria.

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

4.1.2 Fase 2 – Desenvolvimento do design pedagógico

Esta fase envolveu o desenvolvimento do design pedagógico, constituindo-se no planejamento e descrição da sequência didática (SD) gamificada com o uso de ferramentas socioculturais, tendo como suporte uma teoria norteadora adotada (Struchiner; Giannella, 2016). Nessa vertente, consideramos os princípios do Modelo Topológico de Ensino (MTE) proposto por Giordan (2008) para a organização dos dados da SD, aliados ao suporte teórico da TAM, referenciais que fundamentam a análise do contexto sócio-histórico e cultural da investigação.

Para tanto, a pesquisadora e 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 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.

Consideramos para a elaboração da SD, as aulas com duração de 1 horário semanal de cinquenta minutos 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, tendo como referencial teórico a TAM, em que cada ferramenta utilizada tinha uma finalidade correspondente para cada ação.

Esta etapa foi marcada por interações com a professora regente, reflexões e negociações sobre as abordagens dos conteúdos a serem desenvolvidos na intervenção pedagógica. Os registros em diário de campo serviram de fonte de informação para a tomada de decisões e análise de cada atividade durante o desenvolvimento. Com isso, a estratégia foi redesenhada e os conteúdos foram sendo adequados conforme apontamos no processo de planejamento e na descrição da SD gamificada.

4.1.2.1 Planejamento da sequência didática

Para o planejamento de uma estratégia de ensino, torna-se necessária fundamentação teórica e metodológica explícita, além de considerar os contextos sociais e institucionais de sua implementação (Giordan, 2008). Morais, Bego e Giordan (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”. 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 (Bego; Alves; Giordan, 2019).

Nessa direção, pesquisas sobre 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 (Giordan; Guimarães; Massi, 2012). Neste estudo trabalhamos com a sequência didática, 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”.

“O planejamento de ensino ressignificado e incorporado à pesquisa é uma das dimensões essenciais para o desencadeamento de inovações educacionais” (Bego, Alves e Giordan, 2019, p. 626). Ao analisarem as tendências de pesquisa sobre SD, Giordan, Guimarães e Massi (2012) identificaram que vários trabalhos não trazem referenciais teóricos para nortear sua elaboração e análise. Na presente investigação, o modelo de planejamento adotado baseia-se nos princípios do Modelo Topológico de Ensino (MTE) proposto por Giordan (2008), que fundamenta-se na perspectiva sociocultural da Teoria da Ação Mediada (TAM) de James Wertsch (1998) como construção teórica do modelo de organização de ensino.

O planejamento da SD gamificada teve 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 e 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; Alves; Giordan, 2019, p.628)

A SD se enquadra no plano da unidade didática, que seria equivalente ao plano bimestral. Na Figura 4 demonstramos o plano bimestral da disciplina de Química para o 1º ano do ensino médio elaborado inicialmente pela professora antes da intervenção. Observamos que o referido plano docente descreve as habilidades específicas para a área de Ciências da Natureza previstas na BNCC, assim como o átomo e a tabela periódica como objetos do conhecimento. Em se tratando de uma breve análise das metodologias e recursos, vê-se a reprodução de um padrão de aula expositiva e dialogada frequentemente usada em planos de aula, mas principalmente, abertura para abordagens mais ativas pelos alunos, ao mencionar resolução de problemas, pesquisas, atividades experimentais individuais e em equipes por meios físicos e/ou eletrônicos.

Figura 4 - Plano Bimestral da disciplina Química para o 1º ano

PERÍODO	DESCRIÇÃO DAS HABILIDADES ESPECÍFICAS	OBJETOS DO CONHECIMENTO	CONTEÚDOS	METODOLOGIAS	AValiação
2º Bimestre	<p>EM13CNT201 - Analisar e discutir modelos, teorias e leis propostos em diferentes épocas e culturas para comparar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da vida, da Terra e do Universo com as teorias científicas aceitas atualmente.</p> <p>EM13CNT204 - Elaborar explicações, previsões e cálculos a respeito dos movimentos de objetos na Terra, no Sistema Solar e no Universo com base na análise das interações gravitacionais, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).</p> <p>EM13CNT209 - Analisar a evolução estelar associando-a aos modelos de origem e distribuição dos elementos químicos no Universo, compreendendo suas relações com as condições necessárias ao surgimento de sistemas solares e planetários, suas estruturas e composições e as possibilidades de existência de vida, utilizando representações e simulações, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais.</p>	Átomo e tabela periódica.	<p>ESTUDO DO ÁTOMO Modelos e teorias de Dalton, Thomson, Rutherford e Bohr</p> <p>TABELA PERIÓDICA E SUAS PROPRIEDADES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elementos químicos: síntese, descoberta e simbologia • Breve histórico da classificação dos elementos. • Classificação moderna dos elementos químicos. • A Lei Periódica. • Propriedades periódicas. 	<p>Trabalhar com situações-problema que permitam ao aluno identificar, em seu cotidiano, os conceitos, códigos e representações químicas, permitindo a produção de conhecimento por meio da explicação de fatos do dia a dia.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aula expositiva dialogada. • Proposição de situações-problema para resolução individual ou em grupos. • Proposição de pesquisas utilizando meios físicos e/ou eletrônicos para resolução de situações-problema. • Demonstrações experimentais em sala de aula e no laboratório • Estudo Dirigido 	<p>Qualitativos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Assiduidade • Pontualidade • Entrevistas e conversas informais. <p>Quantitativos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Registro diário. • Provas e testes. • Trabalhos individuais ou em equipe. <p>Relatórios experimentais.</p>

Fonte: Dados da pesquisa (2024)

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 a professora, pudemos refletir sobre o problema educativo, elucidando a forma como são abordadas as situações que envolvem a complexidade do ensino de química na rede pública. Essa análise teve como propósito abranger os objetivos da professora, 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. 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 (Costa; Souza, 2017).

Como a construção da SD relaciona-se com o planejamento de ensino, o que implica na definição dos objetivos e metas a partir dos conteúdos a serem trabalhados, adaptamos um Plano de aula ou Framework de elaboração SD com base em Giordan e Guimarães (2012). O Framework (Apêndice E) apresenta os seguintes eixos: Título, Público Alvo, Problematização, Objetivo Geral, Objetivos Específicos, Conteúdos, Dinâmica, Avaliação e Referências Bibliográficas. E assim, acrescentamos e incluímos nesse modelo as teorias envolvidas e os elementos do design de games que norteiam a gamificação.

Castellar e Machado (2016) reiteram que as atividades que constituem uma SD não são escolhidas aleatoriamente, visto que, parte das hipóteses do professor sobre as necessidades

de aprendizagem e o modo que cada atividade pode potencializar a outra, permitindo que os estudantes reelaborem conhecimentos. Os autores defendem que a elaboração do plano de aula de uma SD “é o momento em que o professor procura se aproximar da realidade do alunado e da instituição para definir as direções de ensino e, simultaneamente, refletir sobre os conteúdos em relação ao contexto social e cognitivo dos alunos” (Castellar; Machado, 2016, p. 32). Com prioridade no diálogo e, sempre recorrendo às reuniões com a docente, consideramos que a ação mediada supõe um caminho pré-definido e um objetivo final e ideal, que possa sofrer mudanças de acordo com o contexto de cada agente.

4.1.2.2 Descrição da sequência didática

Tendo em vista as articulações teóricas para o planejamento e com base no trabalho desenvolvido por Costa, Cruz e Marques (2021), a SD gamificada foi organizada a partir da criação de uma narrativa fictícia em torno dos conteúdos, englobando atividades pautadas em elementos de games e a utilização de uma plataforma digital de gerenciamento de atividades.

Neste estudo, temos como enredo da SD gamificada “A Expedição dos elementos: Explorando o Mundo da Química” demonstrado no Quadro 8, em que foram elaboradas quatro jornadas que traziam os alunos como protagonistas e as atividades contemplavam 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 5 - Enredo da Expedição Científica

A Expedição dos elementos: Explorando o Mundo da Química
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! A 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!

Fonte: Adaptado de Costa, Cruz e Marques (2021)

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.

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 no Quadro 9:

Quadro 6 - Esquema sintético da SD gamificada

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: Diagrama de Linus Pauling.	Lista de Exercícios sobre distribuição eletrônica.
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.
	Pesquisas sobre os elementos	Apresentação com uso da realidade

Desafio final: Momento criatividade	químicos, suas propriedades e usos.	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.

Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Conforme com o esquema representado no Quadro 9, as jornadas contemplavam os desafios 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) evidencia que os mecanismos de jogos auxiliam na obtenção de maior engajamento por meio de uma narrativa mais persuasiva de tarefas a serem desempenhadas, dividindo-as em tarefas menores que possam ser alcançadas em curto prazo e com feedback contínuo, para manter-se engajados ao longo do projeto. Além disso, outras metodologias ativas apoiaram as atividades, tais como aprendizagem baseada em times, problemas e sala de aula invertida.

A cada jornada, os estudantes avançam os níveis à medida que 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. Em todos os desafios os alunos usavam aplicativos ou outros recursos, recomendados pela professora, 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.

Entre as ferramentas culturais e materiais selecionadas, podemos citar os dispositivos móveis, aplicativos como Whatsapp, Mirror, Dollify, Plickers, Quizizz, Nearpod, simulação no PhET Colorado, vídeos, site de realidade aumentada (Apêndice F) e uma plataforma de gerenciamento de atividades desenvolvida por Costa, Cruz e Marques (2021), como pode ser ilustrada na Figura 5 para visualização da disposição dos elementos e do layout.

Figura 5 - Plataforma de gerenciamento de atividades

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	PONTUAÇÃO
		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 (Plickers)	No Mundo Quântico (Quizizz)	A Química tem História (Video e Nearpod)	Desvendando os elétrons (Exercícios)	Uma aventura pela tabela periódica (Pesquisa e Realidade Aumentada)	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

Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Apesar da plataforma ser digital, ela não é caracterizada como um jogo digital e nem utiliza jogos digitais em seu planejamento e execução. Foi projetada a partir da integração com o Google Planilhas por ser gratuito, de fácil acesso e por permitir uma visualização em tempo real dos feedbacks. A interface dessa plataforma é dividida basicamente em 3 tipos de planilhas integradas: Pontuação; Recompensas, Poderes e Restrições; e Status Individual (de cada aventureiro), que pode ser visualizada no Apêndice G. Também respaldamos a estruturação da SD a partir de algumas referências do design de jogos (Schell, 2008; Salen; Zimmerman, 2012), com a incorporação de atributos específicos, como mecânica, história, estética e tecnologia; além disso, associamos com a classificação de Werbach e Hunter (2012), que delinea as categorias: dinâmicas, mecânicas e componentes.

As dinâmicas abrangem as regras, emoções (curiosidade, frustração, felicidade), narrativa (um enredo consistente e contínuo), progressão (crescimento do jogador), relacionamentos (interações sociais); as mecânicas inseridas contemplam 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) e recompensas (benefícios por alguma ação

ou conquista). Os componentes incorporam os 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) e missões (desafios pré-definidos com objetivos e recompensas) (Werbach; Hunter, 2012).

Na construção dessa plataforma, foram implementados: Pontos, Emblemas e Tabela de classificação; Estética, para envolver visualmente os alunos, e outros elementos como Avatares, jornadas (Níveis), Recompensas, Poderes, Progresso, Retrocessos (Restrições), 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.

O sistema de recompensas baseia-se no ganho de pontos, moedas e emblemas ao serem cumpridos os desafios. Os pontos de experiência (pontos XP) já estão vinculados à execução e apresentação das atividades, quanto às moedas fictícias e os emblemas, estes representariam uma bonificação a mais, além dos pontos. De acordo com a Tabela de Recompensas demonstrada na Figura 6, cada ação corresponde a um quantitativo de moedas.

Figura 6 - Tabela de Recompensas

RECOMPENSAS			
REPRESENTAÇÃO	AÇÕES	REGRAS	MOEDAS
	Atividade Concluída	A cada atividade concluída completamente e apresentada o aventureiro ganha até 5 moedas.	Até 5
	Desenvoltura	O aventureiro que defender suas ideias com desenvoltura, convicção e segurança obterá as moedas.	5
	Criatividade	Apresentar criatividade nas atividades. O(A) aventureiro (a) deve explicar qual o ponto de criatividade e estas serão confirmadas pelo professor e demais colegas.	5
	Pontualidade	Cada atividade entregue no prazo estipulado o aventureiro ganha 5 moedas.	5

Fonte: Adaptado de Costa, Cruz e Marques (2021)

Segundo Costa, Cruz e Marques (2021, p. 176) “ao finalizar cada atividade, os alunos ganhavam moedas, uma forma de incentivo e motivação extrínseca para dar fluxo ao sistema gamificado”. Desse modo, as moedas conquistadas vinculavam-se aos atributos referentes a cada desafio: atividade concluída, desenvoltura, criatividade e pontualidade (Figura 7).

Figura 7 - Atributos de cada desafio

1º JORNADA		
RECOMPENSA	Desafio 1	Desafio 2
Atividade Concluída	5	0
Desenvoltura	0	0
Criatividade	5	0
Pontualidade	5	0

Fonte: Adaptado de Costa, Cruz e Marques (2021)

A cada atividade proposta, são analisados pela avaliação docente o nível de conclusão parcial ou total do desafio, a desenvoltura do aluno em apresentar ou discutir, a demonstração da criatividade na execução e o cumprimento dos prazos, para dessa forma, haver o acréscimo proporcional na quantidade de moedas. Além disso, a pontualidade também torna-se um fator importante, pois possibilita o acompanhamento em tempo real e um panorama simultâneo da turma e da participação nas atividades, resultando em um melhor acompanhamento do engajamento. As moedas acumuladas, ao longo do somatório dos desafios de cada jornada, poderiam ser trocadas por poderes que oferecem benefícios aos jogadores (Figura 8).

Figura 8 - Tabela de Poderes

PODERES			
ITEM	NOME	DESCRIÇÃO	MOEDAS
	O Perguntador	O aventureiro (a) poderá elaborar uma pergunta significativa sobre o tema em estudo para um aluno ou time específico.	30
	Ajuda em apuros	O(A) aventureiro(a) que possuir essa habilidade, pode pedir socorro a um dos colegas de sua escolha em qualquer situação de apuros.	40
	Socorro do Mentor	Possibilita ao aventureiro (a) uma ajuda especial na defesa de suas ideias ou em dicas para avançar no jogo.	30
	Quebra corrente	Quebra as correntes de qualquer restrição, exceto "O escritor".	40

Fonte: Adaptado de Costa, Cruz e Marques (2021)

Em caso de algum retrocesso, como faltar a aula, atrasos, atividades com erros de português, os alunos são direcionados para cumprir a restrição correspondente (Figura 9) para não perder as moedas já conquistadas e consequentemente ainda ter saldo de moedas.

Figura 9 - Tabela de Restrições

RESTRIÇÕES				
ITEM	NOME	DESCRIÇÃO	REGRAS	MOEDAS
	O Ilustrador	Deverá ilustrar um átomo de um elemento químico escolhido.	O(A) aventureiro(a) que faltar a aula, deverá ilustrar o átomo de um elemento químico escolhido, representando o núcleo, a eletrosfera e as partículas subatômicas.	-20
	Cientista da área	Deverá pesquisar sobre a biografia de um (a) cientista (a) que contribuiu para a química.	O(A) aventureiro(a) que chegar atrasado na aula deverá entregar uma pesquisa sobre a biografia de algum (a) cientista (a) da área da química, entregar e apresentar na aula seguinte para a turma.	-10
	O escritor	Deverá escrever uma análise crítica resumida do texto.	O(A) aventureiro(a) que apresentar sua atividade com muitos erros de português deverá produzir uma análise crítica do texto em questão ou outro.	-20
	Cultura e Arte	Deverá produzir uma mini paródia, poesia ou poema ou arte gráfica ou relacionado, de um tema da química em estudo.	O(A) aventureiro(a) que entregar a atividade com atraso, terá que produzir uma dessas artes a partir de um tema escolhido e apresentar ao professor.	-10

Fonte: Adaptado de Costa, Cruz e Marques (2021)

Importante frisar que, as atividades realizadas no âmbito das restrições, prevendo a ocorrência de possíveis retrocessos ao longo das jornadas, são tarefas que visam fomentar o aprendizado, a reflexão dos conteúdos, a pesquisa e uma forma mais divertida que estimule a curiosidade dos estudantes, distanciando-se de uma forma punitiva, com ênfase em trazer possibilidades dos alunos permanecerem dentro do círculo mágico do sistema gamificado e manter o estado de Flow na SD.

Os emblemas constituem elementos essenciais da gamificação estrutural, representando aspectos associados à estética, proporcionando aos jogadores a visualização de status, no intuito de despertar sensações de realização e alcance de metas, assim como os emblemas associados às restrições, que indicam as situações em que o aluno poderia ter obtido mais êxito para melhorar.

Apesar de alguns desafios serem propostos em times (equipes), o acompanhamento das participações e a avaliação dos alunos também pôde ser realizada individualmente, sendo lançados além dos pontos XP e do ganho e perda de moedas, os emblemas correspondentes aos

itens de progresso, poderes e restrições em uma tabela de Status de Status Individual presente na plataforma (Figura 10).

Figura 10 - Tabela de Status Individual do aventureiro

STATUS DO AVENTUREIRO						
	BigGugs07					
ITENS DE PROGRESSO	DESCRIÇÃO	PODERES	MOEDAS GASTAS	RESTRICÇÕES	MOEDAS PERDIDAS	60
					20	

1ª JORNADA		
RECOMPENSA	Desafio 1	Desafio 2
Atividade Concluída	5	0
Desenvoltura	0	0
Criatividade	5	0
Pontualidade	5	0

Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Diante do exposto, a SD gamificada teve sua estruturação pelo MTE no propósito de estabelecer 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. Nessa vertente, a plataforma de gerenciamento de atividades, por meio das planilhas inseridas, forneceu uma combinação de elementos estruturais (gamificação estrutural) adicionais aos próprios desafios planejados em torno da ementa curricular (gamificação de conteúdo).

4.1.3 Fase 3 – Intervenção e avaliação

Esta fase incluiu a aplicação da SD gamificada na sala de aula, no contexto da disciplina de química, tendo duração de 1 horário de cinquenta minutos por semana. O acompanhamento e a descrição detalhada realizaram-se por meio de observação participante

em sala de aula. O *Design Research* gerenciou a flexibilização e adequação às necessidades e expectativas dos participantes em cada etapa.

Durante o período bimestral de duração da intervenção, decisões foram tomadas em conjunto com a professora participante, a fim de realizar uma adequação a SD com a análise situacional do momento. É importante pontuar que a proposta original teve modificações que foram incorporadas, ao longo da implementação, de acordo com o feedback obtido a cada atividade proposta e com a análise que a professora regente fazia conforme as participações dos alunos frente as aulas gamificadas.

Durante a avaliação formativa, os ciclos iterativos de implementação e estudo possibilitaram reunir informações sobre como a intervenção estava se desenvolvendo e as formas que poderiam levar a um melhor design (DBR-Colletive, 2003). Assim, a avaliação dos estudantes a respeito das atividades desenvolvidas estava sendo realizada a medida em que os alunos concluíam os desafios, com os devidos feedbacks e resultados na plataforma de gerenciamento de atividades.

Além disso, as reuniões recorrentes, a aplicação dos questionários finais de pesquisa com os estudantes e a realização de entrevista com a professora posteriormente à aplicação da SD ofereceram subsídios para consolidação dos dados sobre as percepções dos participantes em relação a experiência gamificada.

4.1.4 Fase 4 – Documentação para produzir princípios de design

Todo o ciclo de pesquisa e desenvolvimento foi recorrentemente refinado para a incorporação da gamificação no contexto da sala de aula. Segundo Wang e Hannafin (2005), os princípios emergem após cada ciclo de análise do design desenvolvido, do contexto particular e da teoria norteadora. 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 durante todo o percurso da DBR: as transcrições das gravações em áudio das entrevistas com a professora regente da turma, os registros em diário de campo da observação participante e questionários de avaliação da intervenção com os estudantes.

Produzimos reflexões acerca dos limites e das possibilidades da gamificação no ensino de química, a partir de alguns princípios de design construídos de acordo com os dados coletados, resultados discutidos e experiência vivenciada, de maneira a fomentar uma análise global do processo e o caminho percorrido, delineando perspectivas para serem aplicadas em outros contextos.

4.2 *Lócus* e participantes da pesquisa

O presente estudo teve como *lócus* de pesquisa uma escola pública da rede estadual de educação localizada no município de São Luís-MA. A instituição situa-se no bairro São Cristovão, zona urbana, e dispõe de turmas nas séries do 1º ao 3º ano do Ensino Médio na modalidade regular de ensino, nos turnos matutino e vespertino. Os participantes da pesquisa foram a professora regente da disciplina química, formada em Licenciatura Plena em Química, especialista e mestranda na área de conhecimento, que atua lecionando com uma carga horária 40 horas semanais na escola e 25 alunos de uma turma do 1º ano do Ensino Médio do turno matutino, na faixa etária dos 14 aos 18 anos.

4.3 Procedimentos éticos

As condutas da pesquisa foram norteadas pela Resolução nº 196/96 do Conselho Nacional de Saúde, que propõe diretrizes e normas que regulamentam as pesquisas envolvendo seres humanos (Brasil, 1996). O projeto de pesquisa foi encaminhado à avaliação pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário da UFMA, tendo como protocolo de aprovação o número do CAAE 71741623.7.0000.5087. Destacamos que os nomes dos participantes desta pesquisa (professora e alunos) foram preservados e substituídos por códigos, além disso, foi feita a apresentação e leitura dos Termos de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e Termos de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE), em que os participantes da pesquisa e os responsáveis pelos alunos assinaram, conforme previsto pela resolução.

4.4 Instrumentos de produção de dados

Os instrumentos de produção de dados foram os documentos de ensino (planos de ensino e planos de aula), entrevistas, questionários, observação participante e diário de campo. 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. Na presente pesquisa, os planos de ensino foram cruciais para o planejamento e design da sequência didática em parceria com a professora regente.

Os questionários inicial e final, aplicados com os alunos, consistiram basicamente em traduzir objetivos da pesquisa, contemplando questões abertas e fechadas. O questionário inicial (Apêndice A) possibilitou realizar uma caracterização do perfil dos alunos e as concepções prévias sobre os conteúdos da disciplina, enquanto que, os questionários finais (Apêndice B) 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 permitindo explorar mais amplamente alguns aspectos necessários para o planejamento da sequência didática (Apêndice C). Com intuito de compreender o desenvolvimento da gamificação na sala de aula, posteriormente à aplicação da sequência didática, foi realizada uma entrevista final (Apêndice D) para obter uma avaliação da professora a partir de um processo de interação.

Durante o processo de intervenção, o pesquisador se une a cultura estudada para registrar ações, interações ou eventos que ocorrem, permitindo obter informações a partir da experiência dos fenômenos. Desse modo, “a observação participante consiste na participação real do pesquisador na vida da comunidade, da organização ou do grupo em que é realizada a pesquisa. O observador assume, pelo menos até certo ponto, o papel de membro do grupo” (Gil, 2019, p. 110). 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.

4.5 Análise e interpretação dos dados

Para a análise dos dados coletados recorreremos à técnica de Análise de Conteúdo (AC), que segundo Bardin (2016):

Consiste num conjunto de técnicas de análise das comunicações, visando, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, obter indicadores quantitativos ou não, que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) das mensagens (Bardin, 2016, p. 48)

Dessa forma, a AC é utilizada para “descrever, quantificar ou interpretar certo fenômeno em termos de seus significados, intenções, consequências ou contextos” (Sampaio; Lycarião, 2021, p. 17). Esse método é composto por três fases, a saber: 1) Pré-análise: nesta etapa, o pesquisador vai realizar a escolha dos documentos a serem submetidos à análise, a formulação das hipóteses e dos objetivos e a elaboração de indicadores que fundamentem a interpretação final; 2) Exploração do material: o material é submetido a um estudo aprofundado orientado pelas hipóteses e pelo referencial teórico, procedimentos como a codificação, a categorização e a classificação são básicos nesta fase; 3) Tratamento dos resultados: a inferência e a interpretação com embasamento nos materiais empíricos, aprofundando as conexões das ideias.

Na pré-análise, realizamos a organização do material, sistematizando as primeiras ideias por meio de revisão de literatura e seleção de documentos analisados *a priori*, também demarcamos o campo do *corpus* a ser submetido aos procedimentos analíticos, delimitando-o como os planos da docente, entrevistas, questionários e notas de campo. Esta etapa constitui o primeiro contato com os dados a serem examinados, visto que, antes da análise propriamente dita, o material reunido foi preparado, por meio da leitura dos documentos, das transcrições das entrevistas e anotações das respostas dos questionários.

Na segunda etapa, procedemos com a exploração dos dados coletados de forma sistemática, por meio da codificação, agrupando-os em unidades e categorias que permitem uma descrição e representação das características pertinentes do conteúdo. O procedimento de categorização visou a diferenciação de informações e posterior reagrupamento de acordo com as semelhanças. No presente estudo, ao mesmo tempo em que a DBR funciona como aporte metodológico em um processo iterativo, também constitui eixo norteador da elaboração das categorias. Foram estabelecidas três categorias de análise dos dados que emergiram da própria estrutura do ciclo da DBR: 1) Concepções prévias dos participantes; 2) Experiência no processo; 3) Princípios de design.

Por fim, para a interpretação dos dados obtidos, realizamos a síntese e seleção dos resultados, a partir da confrontação teórico-metodológica com os principais referenciais teóricos, conforme enuncia Bardin (2016), que possam servir de base para outra análise disposta em torno de novas dimensões teóricas ou praticadas em outras técnicas.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com as categorias de análise previamente estabelecidas, os resultados apresentam a interpretação e discussão dos dados produzidos em conformidade com a estrutura do ciclo da DBR. Em um primeiro momento de delimitação do problema educativo e desenvolvimento da SD gamificada, analisamos as concepções prévias dos participantes a partir da entrevista inicial com a professora e das percepções iniciais dos alunos obtidas por meio dos questionários aplicados antes da intervenção.

Para a análise da intervenção e avaliação, caracterizamos a experiência no processo, com o relato de como ocorreu a intervenção na sala de aula e a discussão sobre aspectos do design pedagógico que direcionaram para as motivações extrínsecas e/ou intrínsecas e para os níveis de engajamento. Para tal, consideramos a análise das participações dos alunos frente aos desafios propostos, dos questionários finais aplicados e da avaliação docente obtida pela entrevista final. Com isso, produzimos reflexões e documentação de princípios de design dessa experiência gamificada no Ensino de Química, traçando um paralelo com os aportes teóricos.

5.1 Concepções prévias dos participantes

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:

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 de 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 e 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 à 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 tu vai trabalhar algum determinado assunto, eles não têm conhecimento de cálculo, não têm conhecimento de interpretação de texto pra desenvolver a questão, e aí complica, porque não é só ensinar química, 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: frequentes episódios de desinteresse, desmotivação, dificuldades em correlacionar conhecimentos básicos de química, como os dos níveis microscópico e representacional, além de enfatizar que é um público heterogêneo, pois coexistem as subjetividades socioculturais de cada aluno. São esses elementos citados por P1 que esclarecem mais o problema educativo em foco, fornecendo informações fundamentais para o planejamento da gamificação na 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. 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 e aprendizagem, que evocam a produção de significados em ciências.

No contexto do Ensino de Química atualmente, tendo como parâmetros a Lei nº13.415/2017 e as orientações da BNCC, 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 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 da disciplina de química nas escolas, assim como da física e biologia, com uma estruturação curricular pautada nos itinerários formativos e projeto de vida. Desse modo, P1 evidencia os desafios em desenvolver o trabalho docente e seguir a ementa curricular da disciplina em apenas 1 horário de cinquenta minutos por semana.

Em relação às estratégias de ensino e recursos didáticos utilizados frequentemente nas suas aulas, constatamos que a experiência da docente com os recursos tecnológicos voltavam-se 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 *locus* 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 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, P1 sinaliza que dispõe de livros da área de ciências da natureza, portanto, contemplando a química, a física e a biologia. 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, às 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.

Verificamos alguns atributos importantes dos jogos evidenciados pela fala de P1, tais como: feedback, 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 inicial e das reuniões sequenciadas com P1, em que foram definidos os conteúdos Estrutura Atômica e Tabela Periódica como objetos de conhecimentos para a intervenção pedagógica no período bimestral seguinte. Essas temáticas, 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 (Brasil, 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.

Para os estudantes, questionamos se tiveram contato com atividades lúdicas ou jogos em algum momento da vida escolar, 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. 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.

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. 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.

No tocante às dificuldades na disciplina química, os alunos mencionaram 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. 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.

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.

5.2 Experiência no processo

A intervenção pedagógica foi desenvolvida no âmbito da sala de aula, relatamos como procedeu-se a experiência no processo, propondo uma discussão acerca das atividades gamificadas realizadas e uma avaliação sob o ponto de vista da motivação e engajamento dos alunos, tendo como ponto de partida os aspectos da SD gamificada que direcionaram para as motivações extrínsecas e/ou intrínsecas e para os níveis de engajamento. Para isso, consideramos a análise das participações com base nos resultados da plataforma de gerenciamento de atividades, das respostas aos questionários finais aplicados e da avaliação feita pela docente na entrevista final.

Antes da intervenção na disciplina de química, P1 trabalhou com os estudantes os conceitos sobre modelos atômicos e números quânticos, conteúdos que compõem a ementa curricular e serviram como organizador prévio para ativarem conhecimentos já trabalhados em aula e se prepararem para integrar os novos conceitos relacionados à estrutura atômica e elementos químicos.

Na apresentação da proposta da estratégia gamificada, foram explicados aos estudantes os objetivos, a narrativa em torno da sequência didática e a plataforma de gerenciamento de atividades. Além disso, foi demonstrado um panorama dos conteúdos e ferramentas que seriam utilizadas. Os alunos fizeram algumas perguntas, tanto sobre a questão das atividades baseadas em elementos de jogos, quanto sobre os conteúdos abordados. O clima foi de ansiedade no início, contudo, com a informação de que as orientações necessárias estariam explicitadas no decorrer de todo o percurso e a partir dos primeiros contatos com os materiais, os estudantes compreenderam a proposta.

De acordo com as teorias norteadoras e levando em conta o levantamento dos perfis e dos conhecimentos prévios dos alunos, notamos que houve mudanças entre o que fora planejado no design inicial elaborado em parceria com P1. A pesquisa, portanto, sofreu um redesign, uma vez que fizemos algumas adaptações na organização dos conteúdos apresentados, iniciando as

discussões a partir da estrutura atômica, semelhanças atômicas e prosseguindo pelo estudo dos elementos químicos.

A medida que foram sendo realizadas as aulas, observamos atentamente os níveis de compreensão, participação e engajamento dos alunos com os conceitos científicos para adaptações às atividades, e assim, os desafios foram sendo organizados de acordo com a imersão dos alunos, as dúvidas e abordagens das aulas inicialmente previstas.

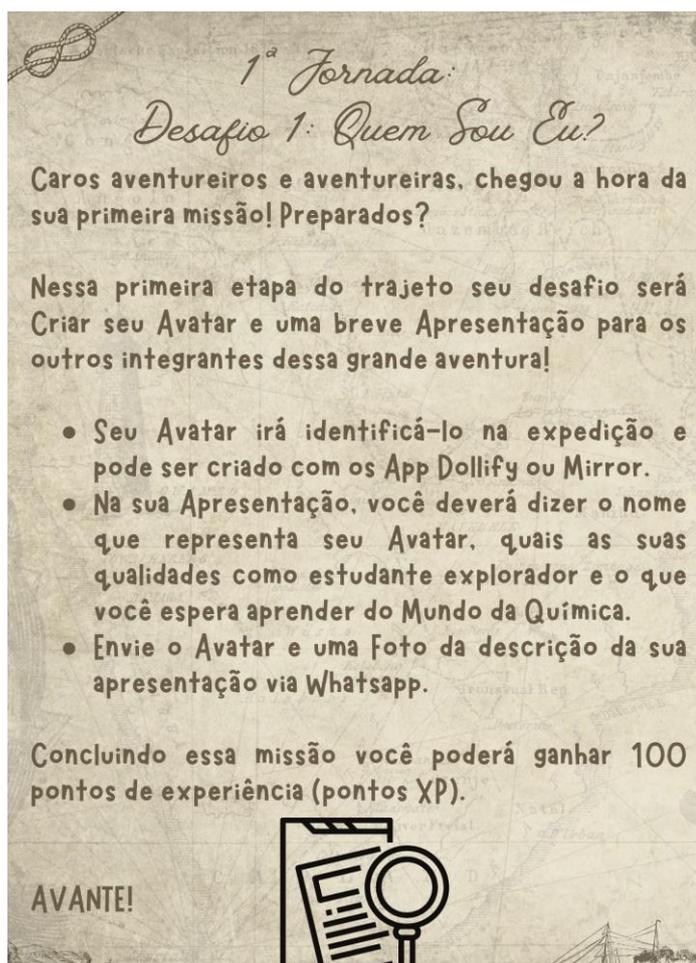
A SD e, conseqüentemente, a plataforma de gerenciamento de atividades seguiram a dinâmica do desbloqueio semanal de missões, cada semana eram reveladas aos alunos um novo nível e objetivos.

• 1ª Jornada da Expedição pelo Mundo da Química

A SD teve início com a apresentação da narrativa da Expedição pelo Mundo da Química, como já explicitado no Quadro 8, por meio da projeção visual e entrega do enredo da Expedição científica aos alunos em formato de mapa de viagem, elaborados no aplicativo Canva Education. Criou-se também um grupo no aplicativo Whatsapp com os alunos e a professora para o detalhamento das regras e envio assíncrono das orientações. A 1ª Jornada da Expedição Científica contemplou dois desafios (Mapa 1 e Mapa 2, respectivamente), visando a criação de avatares e o estudo da estrutura atômica por meio de simulações.

Em posse do Mapa 1 que refere-se ao 1º desafio intitulado “Quem sou eu?”, contendo as orientações para a criação dos avatares e para uma breve apresentação, cada aluno aventureiro deveria apresentar suas características como estudante e expectativas para a exploração no mundo da química. Os avatares são recursos para personificar e criar uma responsabilidade individual de cada estudante, corroborando com a vivência narrativa. Os alunos foram orientados a enviar pelo Whatsapp o avatar e a descrição realizada.

Nesse primeiro desafio utilizamos a proposta de inserir os alunos na história fictícia, orientando-os a criarem seus próprios avatares e as respectivas descrições com a intencionalidade de se familiarizarem com o enredo, focando no estímulo à identificação com o personagem e à criatividade. A vivência narrativa direciona para uma experiência cognitiva que se manifesta como um produto emocional e sensorial, à medida que o indivíduo se imerge em uma narrativa estruturada e articulada, transcendendo o mundo comum. No contexto de uma narrativa de jogo, a pessoa assume o papel de protagonista, participando ativamente da história e podendo influenciar seu curso (Busarello, 2016). O Mapa 1 referente a este 1º desafio pode ser observado de acordo com a Figura 11.

Figura 11 - Mapa 1 do desafio da 1ª Jornada

Fonte: Elaboração própria (2024)

Percebemos que uma parte dos alunos recepcionou prontamente a ideia de criação dos avatares com seus respectivos nomes e também uma breve descrição solicitada, enviando via Whatsapp ou entregando presencialmente na escola. Entretanto, percebemos também outras situações: alguns alunos enviaram apenas o avatar e o nome correspondente, sem enviar a descrição com sua apresentação; outros alunos demoraram enviar os avatares e a descrição até o dia do encontro para o 2º desafio.

Por meio de interações via grupo de Whatsapp, P1 reforçou a importância do envio para a organização dos personagens no percurso da dinâmica. Dessa forma, incentivando o andamento das atividades, notou-se o engajamento por parte de P1 e iniciativa em contribuir com o seguimento das jornadas.

Para maior incentivo no primeiro desafio, foi disponibilizado um emblema (Figura 12) para os alunos que cumprissem o desafio completo e no prazo.

Figura 12 - Emblema de desafio completado

Fonte: Elaboração própria (2024)

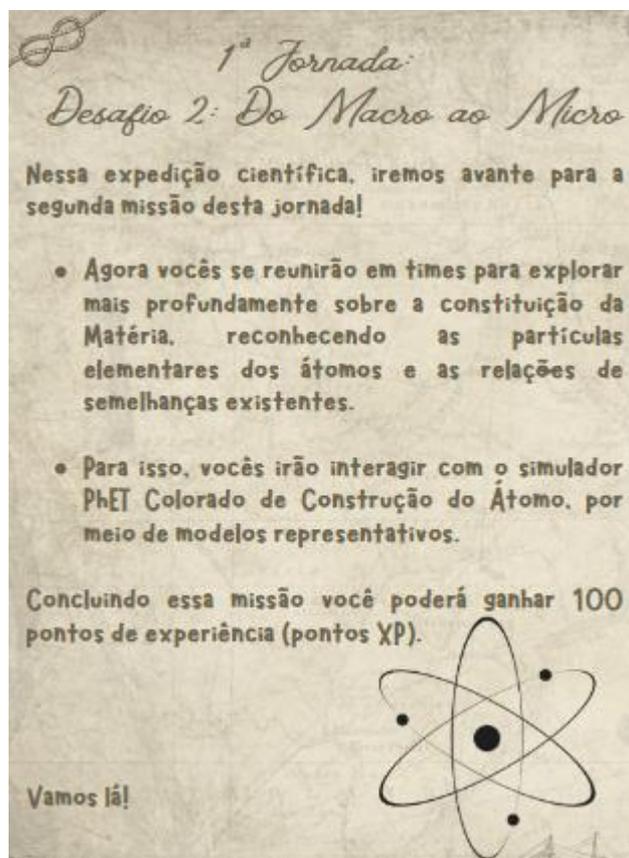
Essas dificuldades em relação à criação dos avatares e descrições foram trazidas e discutidas com os alunos na sala de aula, obtivemos o feedback deles principalmente no que tange ao manuseio dos aplicativos de criação (Mirror/Dollify), P1 também relatou ter tido, a princípio, problema com o uso do aplicativo Mirror, optando por usar o aplicativo ToonArt. No intuito de facilitar o manuseio e ação mediada frente a essas ferramentas para os alunos, foi repassado um tutorial do Youtube para melhores esclarecimentos sobre a utilização dos aplicativos indicados. Com relação às descrições solicitadas, alguns alunos demonstraram não ter compreendido a proposta de caracterizar o seu personagem, sendo novamente exemplificada pela professora, que também fez sua descrição e suas expectativas para a Expedição.

Alguns alunos relataram ter preferido usar a opção de criar avatar do próprio Whatsapp, devido condições de ter acesso à internet ilimitado a esse aplicativo em comparação aos outros mencionados. Aos alunos que não conseguiram criar os avatares por limitações de dispositivos próprios ou internet, puderam entrar em colaboração com os demais colegas que tinham mais recursos disponíveis e/ou com P1 para a criação do personagem. Os avatares dos alunos e da professora com suas descrições foram disponibilizados no grupo do Whatsapp para visualização de todos e na plataforma de gerenciamento de atividades.

Ainda no âmbito da 1ª Jornada, P1 procedeu aula teórica a partir de slides próprios sobre a estrutura atômica do átomo atual. A partir disso, procedemos para a aula seguinte referente ao 2º desafio “Do Macro ao Micro”, com os objetivos de utilizar o simulador PhET Colorado “Monte um Átomo” para representar os átomos e as partículas (prótons, nêutrons e elétrons) do modelo do átomo; identificar o elemento, e determinar a massa e a carga; prever como a adição ou a subtração de um próton, nêutron ou elétron, modificam o elemento, a carga e a massa, associando as temáticas relacionadas à estrutura atômica, modelos atômicos e números quânticos.

Para tanto, foi apresentada a narrativa deste desafio por meio do Mapa 2, demonstrado na Figura 13:

Figura 13 - Mapa 2 do desafio da 1ª Jornada



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Para a realização da atividade, inicialmente, os alunos organizaram-se em 6 times (equipes) e recorreram a materiais próprios, como caderno para anotações e tabela periódica fornecida. Para cada time foi entregue um Mapa 2, para que pudessem realizar a leitura da narrativa do desafio e informar os nomes dos integrantes do seu time com a identificação do seu respectivo avatar.

P1 projetou no data-show a simulação no PhET Colorado para interagir visualmente com os alunos, explicando os objetivos da atividade, como continuidade da temática de estudo da estrutura do átomo, sendo que, por meio da simulação virtual, os alunos poderiam visualizar uma representação do átomo de acordo com o modelo estudado de Rutherford-Bohr (Figura 14). Também escreveu na lousa as equações matemáticas que relacionam as partículas subatômicas e o número de massa e revisou sobre átomos isótopos, isóbaros e isótonos.

Figura 14 - Projeção da simulação

Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Importante ressaltar que há três atividades dentro desse Objeto de Aprendizagem “Monte um Átomo”, que são intituladas: Construir Átomo, Símbolo e Jogo (Figura 15):

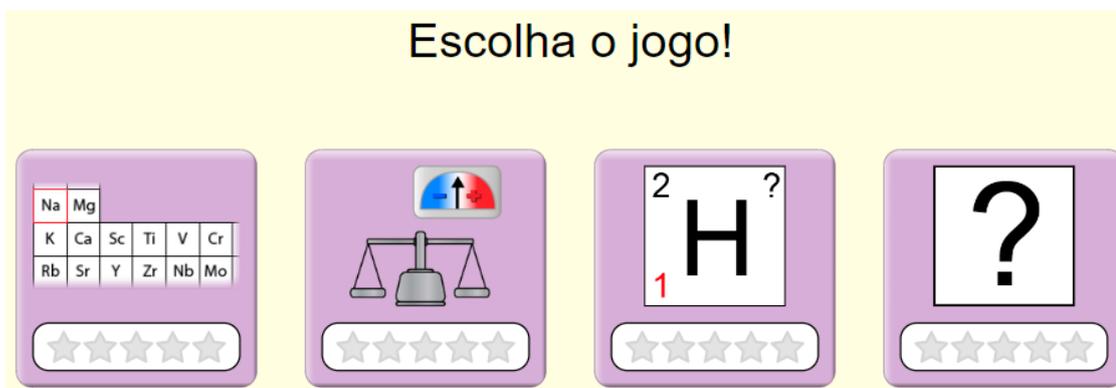
Figura 15 - Tela do Simulador PhET “Monte um Átomo”

Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Após demonstrar as 3 áreas do simulador aos alunos, devido o tempo disponível de aula, optou-se por utilizar a atividade Jogo, que na verdade constitui as seguintes ações: Jogo 1 – Identifique o elemento quando for fornecido um modelo ou contagem de partículas

subatômicas (uso da tabela periódica impressa); Jogo 2 – Calcule o número de massa ou carga de um átomo ou íon; Jogo 3 – Interprete símbolos atômicos; Jogo 4 – Revisão mista, conforme demonstrada a Tela com essas opções na Figura 16:

Figura 16 - Tela inicial do Jogo



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Assim, P1 esclareceu antecipadamente as regras, o funcionamento do simulador com relação às partículas, os prótons, elétrons, nº de massa e carga de íon no símbolo da simulação. Também anotou na lousa como seriam as pontuações atribuídas na tabela de acertos de acordo com o tempo de cada time: cada acerto valeria 25 pontos XP e o tempo seria critério de desempate. Verificamos que a restrição de tempo foi um fator importante para o desenvolvimento da atividade, pois além de ser critério de desempate, auxiliou no maior engajamento da turma.

A cada rodada do desafio, cada time selecionado visualizou o átomo e suas partículas, podendo escolher qual das 4 opções de jogo gostaria de responder e sendo anotados na lousa os acertos de cada time. Por meio do uso do cronômetro do simulador, estabeleceu-se o tempo para solucionar o que fosse pedido e podendo repassar apenas 1 vez para outra equipe. Todos os times ficaram atentos ao desafio, pois tiveram a chance de responder caso o time não conseguisse responder (repasse).

Percebemos que P1 mostrou-se engajada em motivar os alunos a participarem, sempre dialogando e relembrando os conteúdos e aulas anteriores. Nesse cenário, a princípio, houve dificuldades de alguns alunos compreenderem como associar as partículas elementares com a massa ou carga dos átomos quando P1 relacionava somente com as equações matemáticas na lousa. Em contrapartida, quando explicada com o uso da própria simulação e com apoio de uma discussão teórica, os desafios que apresentaram a ilustração do átomo, com núcleo e as camadas

da eletrosfera tornou-se mais didático para que os times pudessem compreender sobre a massa e carga dos átomos, diferenciando-os de íons.

Como observado, os simuladores são objetos digitais de aprendizagem que podem ser utilizados para desenvolver conceitos de modelagem atômica e, além da ferramenta, o diálogo sempre presente nas discussões dos temas, cria uma tensão irreduzível entre os agentes e tais ferramentas, tornando-se viável falarmos de indivíduos-agindo-com-ferramentas-socioculturais e não do indivíduo ou ferramenta isoladamente (Wertsch, 1991, 1998).

Nessa perspectiva do uso de simulações sobre a estrutura dos átomos, evidenciando as regiões núcleo e eletrosfera, as camadas de energia e as partículas subatômicas, torna-se fundamental colocar em evidência que são modelos didáticos representativos que auxiliam na abstração de conceitos complexos.

Com relação à apropriação dos conhecimentos científicos durante as aulas, constatamos que houve um desenvolvimento nos conceitos químicos pelos alunos com a utilização da simulação “Monte um Átomo” da plataforma PhET Colorado, em que foram abordadas a montagem de átomos com partículas elementares, como os prótons e nêutrons no núcleo e distribuindo elétrons na eletrosfera (níveis de energia pelo modelo de Rutherford-Bohr). Contudo, o simulador PhET Colorado inclusive, apresenta a possibilidade de representar como uma nuvem eletrônica pertencente ao modelo quântico. Diante disso, em outras aulas posteriores também foi discutido novamente com os alunos sobre aspectos da mecânica quântica do átomo.

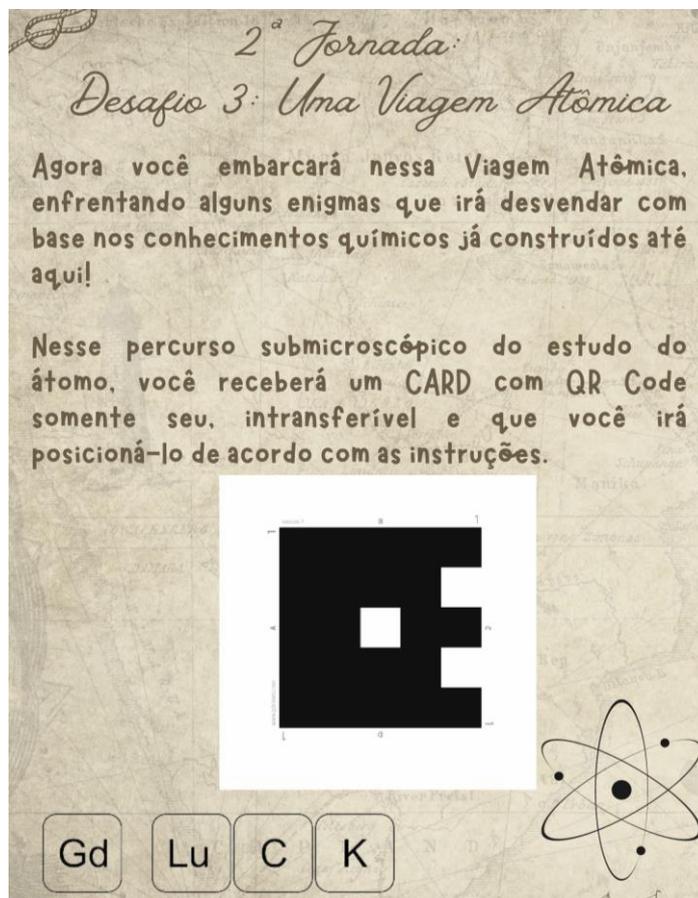
Após o desenvolvimento da atividade no simulador PhET Colorado “Monte um Átomo”, as pontuações e as moedas foram novamente dispostas e atualizadas na plataforma de gerenciamento de atividades, sendo disponibilizada para visualização e acompanhamento dos alunos. Na aula seguinte, P1 realizou o feedback com os alunos e relacionou a simulação utilizada com a evolução dos modelos atômicos e as características presentes no modelo atômico de Rutherford-Bohr, modelo pelo qual auxilia no entendimento de muitos dos conceitos e propriedades sobre ligações químicas.

• 2ª Jornada da Expedição pelo Mundo da Química

Assim, a partir da reunião com a docente, evidenciou a necessidade de realização das avaliações dos conhecimentos adquiridos pelos alunos após a exposição teórica e a prática realizada por meio do simulador. Nesse propósito, deu-se início da 2ª Jornada, com o 3º desafio “Uma Viagem Atômica” (Figura 17), que contemplou uma atividade de perguntas e respostas

de forma mais interativa com a turma, com o uso da plataforma Plickers, em substituição à avaliação bimestral da disciplina.

Figura 17 - Mapa 3 do desafio da 2ª Jornada



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Para participar, os alunos respondem as perguntas usando cartões de resposta com códigos individuais, gerados pelo cadastro dos alunos previamente na plataforma Plickers. Antecipadamente foi repassado um tutorial no Youtube para uso do Plickers e feita uma reunião com P1 para esclarecimentos de eventuais dúvidas, observamos que a professora, embora ainda não tivesse contato com esse aplicativo, apresentou habilidade em utilizá-lo.

No desenvolvimento do desafio na sala de aula, foram distribuídos para cada aluno seu respectivo cartão com código e a professora utilizou o notebook e projetor para apresentar as perguntas de múltipla escolha e ilustradas, assim como, seu smartphone pessoal com o aplicativo instalado para a captura dos códigos dos cartões e registro automático das respostas dos alunos por meio câmera do aplicativo Plickers (Figura 18).

Figura 18 - Registro de captura das respostas no Plickers

Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Além das pontuações estabelecidas em cada questão, outros elementos se sobressaíram ainda mais nesse desafio, como a importância de estabelecer regras claras no início e assegurar que todos estivessem atentos ao funcionamento da atividade, isso deve-se ao fato de alguns alunos não terem compreendido que o posicionamento do cartão indicava a alternativa que havia escolhido para a resposta, o que de certa forma, desfavoreceu seu bom desempenho, mas isso foi identificado ainda durante a atividade. Nesse aspecto, observamos o feedback como contínuo, pois à medida que respondiam as questões, o próprio aplicativo apresentou a funcionalidade de exibir feedback em tempo real após a captura das respostas de todos os alunos, o que impulsionou os estudantes a manifestarem os problemas na compreensão do desafio e também corroborando para o engajamento da turma na continuidade da atividade e percepções dos erros e acertos conforme os comentários de P1.

Posteriormente, foram realizadas discussões sobre as abordagens teóricas, os percentuais de questões e conteúdos com mais acerto e menos acertos, sendo importante para delinear quais pontos dos assuntos os alunos estavam com mais dificuldades e quais deveriam ser mais explorados nas aulas seguintes. Com este desafio, foi possível obter uma referência

para a professora e para os próprios alunos saberem onde precisavam aprofundar os conceitos científicos, e conseqüentemente, um panorama do progresso dos alunos e da correlação desafio-habilidades, visando elevar o nível ou reformular as próximas etapas do design.

Entendemos que em um sistema assemelhado aos jogos, há existência de possíveis retrocessos, o que pode culminar em uma perda pontual de chance de alguns jogadores em conquistar a vitória e até mesmo da perda temporária do estado de Flow. Dessa forma, estratégias precisam ser disponibilizadas visando mantê-los no círculo mágico e assim, tendo em vista os alunos que haviam faltado em alguma aula ou com atividades pendentes, situaram-se as atividades bônus, como desafios de recuperação dos conteúdos, pontos e moedas.

O desafio Bônus 1 “No Mundo Quântico” ocorreu em um sábado letivo, como atividade assíncrona com a turma, por meio da realização de um quiz com os alunos na plataforma Quizizz. O quiz foi proposto como tarefa adicional e de revisão dos conteúdos que os alunos apresentaram maiores dificuldades, conforme a avaliação de P1 dos resultados do desafio anterior. Como P1 frequentemente utiliza lista de exercícios com as turmas, as perguntas foram retiradas dessas listas, envolvendo os números quânticos e a distribuição dos elétrons nas camadas da eletrosfera.

• 3ª Jornada da Expedição pelo Mundo da Química

Para o prosseguimento da Expedição Científica com a 3ª Jornada, visando aprofundar na compreensão das configurações eletrônicas dos átomos, constituiu-se também em dois desafios, o 4º desafio relacionado à aula expositiva e interativa com a turma sobre a História da Configuração Eletrônica e a distribuição dos elétrons por meio do aplicativo Nearpod e vídeo; e um segundo desafio bônus, para revisão e prática da distribuição eletrônica nos elementos químicos, a partir de uma lista de exercícios previamente elaborada por de P1 para verificar a apropriação de conhecimentos pelos alunos.

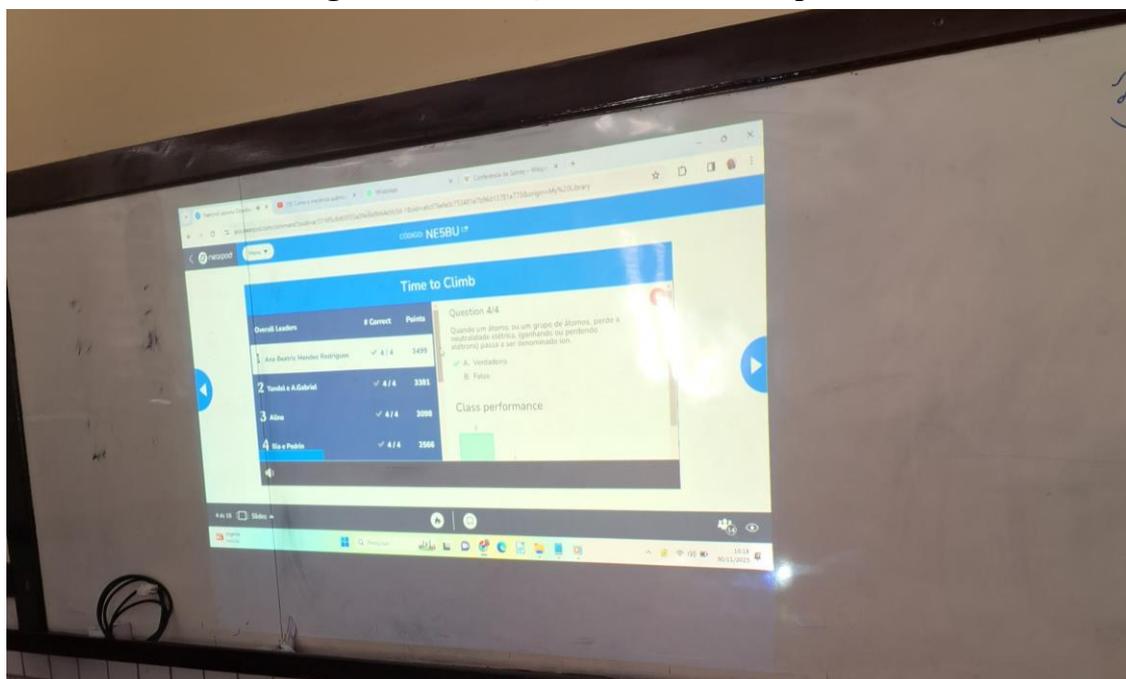
No 4º desafio “A Química tem história”, foi pensado em viabilizar uma aula teórica mais interativa, com os slides elaborados pela própria professora sobre o tema da História da Configuração eletrônica, resgatando alguns fatos históricos desde a descoberta dos elétrons e a importância e necessidade de conhecer a configuração eletrônica dos átomos para o entendimento das propriedades atômico-moleculares da matéria e seus constituintes.

Os slides foram inseridos dentro da plataforma Nearpod e adicionados uma variedade de outros desafios alternados entre os slides. Inicialmente foi solicitado aos alunos que acessassem através do link da lição fornecido no Nearpod ou diretamente no site com o código

informado. Alguns alunos que não dispunham de smartphone nessa aula ou acesso à internet, foram organizados em duplas. Para outros, foi disponibilizada a internet por roteamento wi-fi 4G.

A partir da explicação de como funcionaria a aula no aplicativo Nearpod, foi solicitado que os estudantes escolhessem um avatar para que a professora pudesse ter o controle dos que acessavam a lição e dos alunos que já tinham entrado no desafio a partir da escolha do avatar. Os alunos realizaram os desafios divertidos (hora de subir, quiz e perguntas sobre um vídeo). O vídeo “Como a Mecânica Quântica explica a estrutura do átomo?” foi inserido junto com os slides no aplicativo. À proporção que participavam, era exibido na tela do projetor o desenvolvimento de cada dupla (Figura 19).

Figura 19 - Exibição da tela do Nearpod



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Todos ficaram atentos observando as participações em tempo real dos colegas, após isso, foram feitas discussões e os alunos forneceram o feedback que o aplicativo favorecia a atenção, pois tinham que acompanhar a lição no aplicativo de forma síncrona, evitando distrações.

Como atividade Bônus 2, foi adotada a resolução de uma lista de exercícios sobre distribuição eletrônica dos elementos químicos, com o objetivo de fomentar os conhecimentos científicos conceituais e matemáticos relacionados. Os alunos receberam um texto disponibilizado pela professora sobre configuração eletrônica, distribuição no diagrama de

Linus Pauling em níveis e subníveis de energia para poderem estudar e resolver a lista de exercícios.

• 4ª Jornada da Expedição pelo Mundo da Química

A última jornada da expedição científica, que refere-se a 4ª Jornada intitulada “Uma aventura pela Tabela Periódica”, teve por objetivo o estudo dos elementos químicos da Tabela Periódica, englobando as aulas sobre a Tabela Periódica dos elementos químicos e um desafio final. Com essa abordagem, P1 ministrou aulas sobre a história da classificação periódica, leis periódicas e classificação atual dos elementos químicos utilizando slides elaborados pela própria P1 e um vídeo “História da Tabela Periódica” disponibilizado no Youtube.

A partir disso, buscou-se estimular os estudantes a mobilizarem seus conhecimentos sobre Estrutura Atômica e Tabela Periódica para realizar o desafio final, que consistiu em pesquisar e apresentar, de forma criativa, informações sobre os elementos químicos usando realidade aumentada.

Cada aluno realizou uma pesquisa prévia de mapeamento de três elementos químicos, com informações específicas, como distribuição eletrônica, classificação na tabela periódica, curiosidades históricas, aplicações industriais e propriedades.

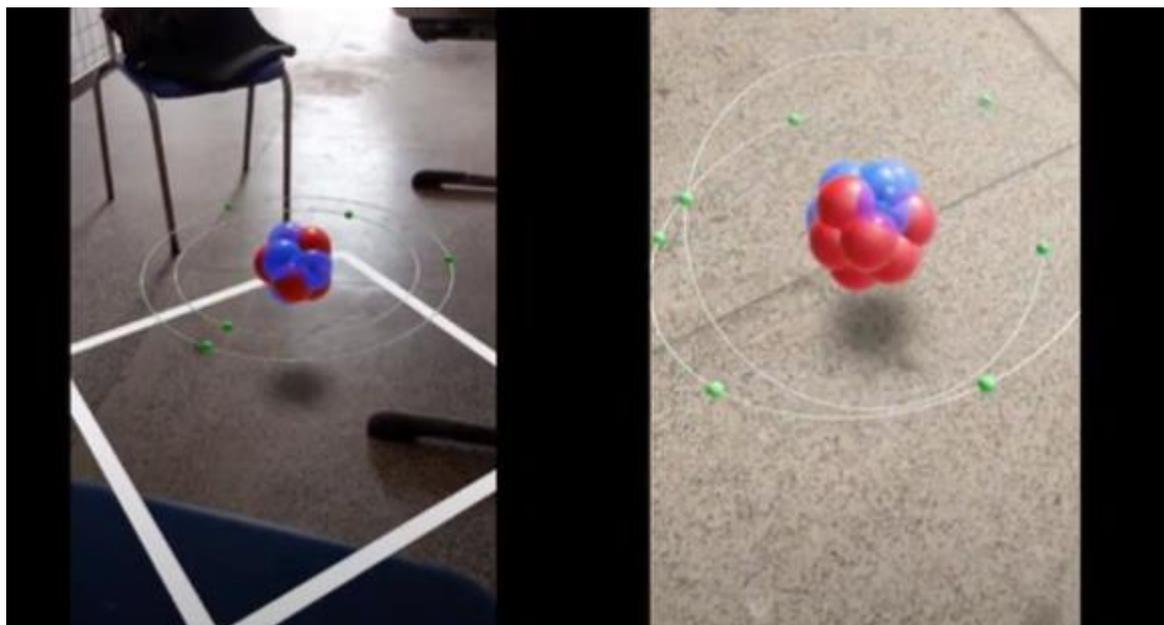
Verificamos que boa parte da turma havia realizado a pesquisa sobre os elementos químicos, porém alguns alunos ainda não haviam realizado e fizeram na própria sala de aula sob orientação de P1. Essa pesquisa foi entregue, houve a avaliação e feedback correspondente aos principais pontos que deveriam ser ajustados pelos alunos.

Na sala de aula, em posse das pesquisas realizadas, os alunos foram desafiados a utilizar um site de realidade aumentada pelo smartphone e registrar os elementos encontrados pela câmera do aplicativo de realidade aumentada, explicando suas características e usos para turma presencialmente ou por meio de vídeo.

Nesse momento, foram utilizados horários extras disponibilizados na escola, em um total de 3 horários, para as orientações e para que os alunos evitassem repetir os mesmos elementos químicos nas apresentações.

Conforme demonstrado na Figura 20, são apresentados alguns dos registros feitos pelos próprios alunos utilizando a realidade aumentada no espaço da sala de aula, registrado por meio de foto e vídeo.

Figura 20 - Registro de elementos químicos em realidade aumentada



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Assim, com a finalização da Expedição Científica, os alunos compartilharam informações e características de elementos químicos mapeados na pesquisa de aventura pela tabela periódica. Sobre o desafio final, os alunos evidenciaram nos feedbacks:

A2: Aprender sobre os átomos e o que os compõem foi bem interessante. E a tabela periódica também, já que eu tinha um pouco de dificuldade e aprendi de uma forma melhor.

A4: A tabela periódica, ela serviu para eu aprender sobre os elementos, como eles funcionam e para que serve cada um deles.

A5: Tive dificuldade por conta do meu celular não conseguir acessar o aplicativo.

Uma dificuldade observada e evidenciada por alguns alunos foi na utilização do site de realidade aumentada, pois alguns smartphones não suportaram a tecnologia, devido a versão do sistema operacional, sendo necessário que a turma se organizasse novamente em grupos para poder observarem os elementos químicos escolhidos. Além das apresentações em sala de aula, os vídeos e imagens registrados pelo site da realidade aumentada foram compartilhados via grupo de Whatsapp. Em suma, a proposta consolidou-se como uma forma de possibilitar que explorassem os elementos químicos da tabela periódica de uma maneira interativa.

Por fim, realizamos um panorama acerca das dinâmicas, mecânicas e componentes e das abordagens conceituais que mais influenciaram em direção às motivações e ao engajamento.

• Avaliação dos aspectos relativos à motivação e ao engajamento

Werbach e Hunter (2012) refletem que a palavra “motivação” vem do latim *motivus*, que significa “servir para mover”. Estar motivado é ser movido a fazer alguma coisa e argumentam que as pessoas possuem uma certa inércia que precisa ser superada para que possam se mover. Segundo os autores, não existe tarefa desprovida de motivação ou totalmente intrinsecamente motivada. A motivação envolve uma interação entre uma pessoa e uma tarefa, numa situação e num momento.

Segundo Pimentel e Moura (2022), a aplicabilidade da gamificação em ambientes de aprendizagem pode trazer benefícios, tais como:

Engajamento, imersão, prazer em aprender, retenção de atenção, interação, concentração, desenvolvimento dos conceitos de cooperação, colaboração e coletividade, de modo que o discente entre num estado de fluxo a tal ponto que atinja um grau de envolvimento com o que for proposto em sala de aula, de forma proativa, como um sujeito construtor do próprio conhecimento (Pimentel; Moura, 2022, p. 2).

Analisamos esses aspectos relacionados à incorporação dos elementos de games no decorrer da intervenção, avaliando os níveis de engajamento e tendências nas motivações a partir do progresso dos alunos quanto à frequência, à participação e ao desempenho nas atividades, bem como, a relação de equilíbrio entre desafios propostos e habilidades requeridas pela ótica da gamificação estrutural e de conteúdo realizada. Também discutimos sobre os resultados dos alunos na plataforma de gerenciamento de atividades em termos do fluxo de pontuações e recompensas, traçando um paralelo com os aportes teóricos que sustentam esta pesquisa.

Ao questionarmos sobre quais elementos de games mais chamaram atenção ou influenciaram na participação individual, os alunos revelaram:

A1: 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.

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.

A3: A tabela de pontos foi o que mais chamou minha atenção, pois é gratificante ver minha pontuação.

A4: Acho que quanto mais eu estiver acima [no ranking], prova que eu estou aprendendo um pouco mais de química.

Com base nos pontos de vista dos alunos, verificamos na percepção do aluno A1 que a modificação dos assuntos de Estrutura Atômica e Tabela Periódica na disciplina de química na perspectiva da gamificação de conteúdo foi determinante para reter a atenção, pois cada aula envolvia missões em torno da Exploração pelo Mundo da Química. A adição de elementos voltados para a gamificação estrutural também foram enfatizados na fala dos estudantes A1, A3 e A4, principalmente em relação às pontuações atribuídas, status no ranking, recompensas e à tabela de gerenciamento de atividades como fatores motivacionais extrínsecos.

A interação possibilitada por meio dos kits de ferramentas, como os recursos didáticos e a ação mediadora da linguagem, também foram relevantes para despertar o interesse dos alunos, conforme explica A2, pois impulsionaram mudanças de comportamento diante da nova proposta metodológica. O aluno A3 traz o fator emocional de ser gratificante ver seu status de progresso, como forma de satisfação pessoal, enquanto o aluno A4 ressalta que na sua concepção, o posicionamento no ranking pode demonstrar que está aprendendo mais sobre os conteúdos de química, contribuindo para as motivações intrínsecas dos indivíduos.

Além disso, torna-se importante compreender quais as combinações de elementos de games mais impactaram na estratégia, Kapp (2012) ressalta que as escolhas desses elementos e a forma como são integrados são decisivos para o percurso da gamificação na aprendizagem. Nessa direção, os alunos trazem algumas perspectivas:

A5: Por conta da competitividade, o modo individual que foi aplicado na segunda jornada me deixou em um certo momento de adrenalina onde eu senti que poderia vencer todos e ficar em primeiro.

A6: Gostei dos avatares e de ganhar pontos por isso.

A7: Acho que a afinidade e a facilidade que eu tenho com a tecnologia me fez mais motivado a participar.

A8: Pois é bom estar com os amigos e com os desafios tudo fica mais divertido.

As razões que podem ter contribuído para as motivações dos alunos foram variadas, os quais relataram: a competitividade e o sentimento de satisfação pessoal, ao mesmo tempo que estarem em equipes e socializarem com os amigos também favoreceu; a identificação com os avatares e pontuações; e a afinidade que alguns estudantes tiveram com o uso dos aplicativos propostos, neste último aspecto, vale ressaltar que Marc Prensky (2012) os descreve como nativos digitais, uma vez que “falam” a linguagem digital desde que nasceram, sendo acostumados a obter informações de forma rápida e a interagir com diversas mídias em função de sua convivência diária.

Considerando a classificação de Werbach e Hunter (2012) para os elementos de games, percebemos que as Dinâmicas mais citadas foram: emoções (motivação, atenção, competitividade, satisfação pessoal, adrenalina e diversão), progressão (status, ranking, vitória) e relacionamentos (interação, amigos e equipes); as Mecânicas mais evidenciadas foram desafios, competição, cooperação e recompensas; os Componentes mais citados foram as missões, avatares, pontos e conquistas. Cada pessoa é diferente e a motivação envolve uma interação entre um indivíduo e uma atividade, em determinada situação e tempo, assim, as atividades oferecem tendências sobre quais tarefas ou elementos têm maior probabilidade de se enquadrar em uma categoria ou outra (Werbach; Hunter, 2012).

Assim, a combinação entre elementos direcionados para as motivações extrínsecas e intrínsecas mostraram-se promissores, pois as abordagens das temáticas despertaram a atenção dos alunos, mas a utilização de tecnologias como ferramentas, as recompensas e os pontos também contribuíram para o estado de fluxo com a iminência das conquistas e a consequente manutenção do engajamento na execução dos desafios. Aliando-se, portanto, aspectos correspondentes à gamificação estrutural com a gamificação dos conteúdos na disciplina.

Sobre a utilização das TD, como os sites e aplicativos, perguntamos aos alunos de que forma teriam influenciado no desenvolvimento das atividades e/ou na aprendizagem, tendo alguns enfoques:

A1: De forma positiva, a forma didática com aplicativos me motivou a estudar de forma espontânea e ter um aprendizado.

A7: Pelos celulares poderíamos responder os desafios e as missões das jornadas e procurar mais informações do assunto que tinha dificuldades, ajudou bastante.

A8: O celular foi utilizado para a aprendizagem, não para jogar ou ficar em redes sociais, isso ajuda para que nós usemos de outra forma.

A9: Com os aplicativos fica mais fácil aprender, sabendo mexer direito [...].

Desse modo, a maioria dos alunos tinham acesso à smartphones ou puderam formar duplas e equipes para a utilização dos recursos, voltando-se para interação com simulações, quizzes, lições e pesquisas. A inserção das TD pode ser um reforço nas estratégias de gamificação na sala de aula, associando com atividades de forma presencial e digital, ampliando a construção de saberes, tornando-a prazerosa e desafiadora (Pimentel; Moura, 2022).

Evidentemente, que a mediação docente para a utilização adequada e correta das tecnologias é um fator crucial, apesar de serem considerados por Prensky (2012) como nativos digitais, os jovens necessitam de orientações constantes, pois a utilização de cada ferramenta proposta tinha uma intencionalidade pedagógica que precisava ser desenvolvida para a melhor

apropriação dos conceitos científicos. Os alunos A8 e A9 corroboram com essa concepção, ao demonstrarem que compreenderam a proposta em utilizar os recursos tecnológicos para fins dos estudos sobre as temáticas e que o domínio dessas ferramentas, isto é, saber usar habilmente, também é fundamental.

Nesse propósito, incluiu-se o manuseio da plataforma de gerenciamento pelos alunos, que tiveram o acesso como leitores para visualização por meio do Google Planilhas. Para isso, foi criado um vídeo instrucional pela pesquisadora orientando o manuseio e todas as opções disponíveis na tabela, sendo divulgado no grupo de Whatsapp com o intuito de esclarecer dúvidas e incentivar a exploração desse recurso pelos alunos e pela professora. Nota-se, também, o uso do aplicativo Whatsapp como suporte a toda a metodologia do sistema gamificado, visando também auxiliar no engajamento e imersão nos desafios.

Observamos que P1, de forma geral, não mostrou resistência em conhecer e utilizar as TD, pois algumas já estavam previstas nos planos docentes. Contudo, antes do uso de cada recurso, foram articulados os planos de aula e repassados tutoriais do Youtube de como criar as atividades, organizar nos aplicativos e utilizar durante os desafios da gamificação, além das reuniões de alinhamento entre a pesquisadora e a professora. Para os alunos também foram disponibilizados tutoriais, quando necessário, em algumas situações de uso de determinados aplicativos e sempre auxiliando-os durante a intervenção.

Apesar de P1 demonstrar ter uma certa habilidade e familiaridade com TD na sua prática, é importante frisar que, essas competências digitais exercidas pela docente não refletem a realidade de muitos contextos educacionais. Em algumas instituições escolares, os professores têm dificuldades em implementar TDIC nas suas aulas, em virtude de vários fatores, que incluem ausência de políticas públicas educacionais de investimentos em recursos e formação docente para a apropriação crítica e criativa das TDIC, por conseguinte, escassez de infraestrutura, resistência do sistema escolar a mudanças, resistência de professores por medo e falta de preparo (Santos, 2018). Entre outros motivos que requerem uma análise mais aprofundada em cada ambiente institucional.

De acordo com Pimentel, Nunes e Sales Júnior (2020), o cenário de cultura digital que vivenciamos implica num redimensionamento da formação docente, com especificidades em competências digitais necessárias para uma educação de qualidade que atenda as demandas atuais. Entretanto, também constitui um desafio, quando não estão habituados a exercer sua função docente com uso de tecnologias ou o repensar inovador de estratégias de aprendizagem, pois além da carência de infraestrutura de equipamentos nas escolas, nem todos os professores da rede pública possuem a formação inicial e contínua adequada para a aplicação de

metodologias ativas e tecnologias digitais, sendo um fator determinante para o desenvolvimento dessas práticas.

No tocante as dinâmicas de organização da turma em equipes e utilização das TD, P1 relata que:

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.

A socialização permite maior interação entre os agentes em um sistema colaborativo de modo a favorecer o aprendizado e a diversão, se aproximando de uma abordagem sociocultural de ensino. Nesse pressuposto e para minimizar os problemas de acesso a recursos, em determinados desafios os alunos organizaram-se em times (equipes), de forma a facilitar o acesso aos aparelhos smartphones e conexão via rede 4G, caso houvesse necessidade, pois a escola não dispunha de rede wifi para os alunos e também visando essa colaboração entre pares, atributo importante dos jogos e para aprendizagem.

Sob esse prisma, percebemos aspectos ligados tanto à competição quanto à colaboração entre os estudantes. Em vista disso, apontaram:

A2: 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 bom porque eu gosto de quizzes.

A3: Eu gosto de ser motivada a desafios e recompensas, eu achei muito legal aprender jogando e além do mais, em equipes.

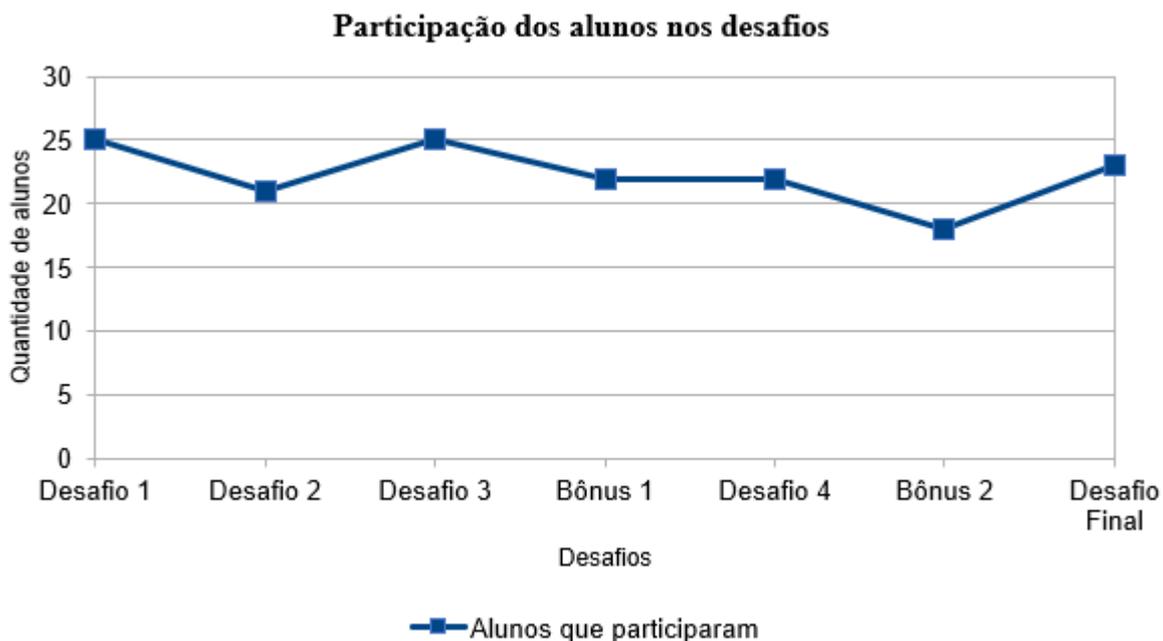
A6: Porque com um grupo fica um pouco mais fácil de responder, porque assim a gente vai ficando com mais conhecimento, trabalhando em equipe, aprendendo com eles.

Partindo do exposto, apesar de algumas tarefas envolverem um caráter competitivo, os alunos, em sua maioria, ajudavam-se mutuamente, por meio de explicações aos que estavam com dúvidas e expondo seus pontos de vista sobre os problemas em tela. De acordo com os registros de observação participante, alguns alunos sobressaíam-se e tinham uma melhor desenvoltura para expressarem-se quando inseridos em um grupo.

Além das percepções dos estudantes, analisamos acerca do fluxo de frequência, participação e desempenho dos alunos da plataforma de gerenciamento de atividades e uma avaliação dos conhecimentos apropriados nos desafios cumpridos.

Com relação ao engajamento dos alunos no que diz respeito à frequência e participação nos desafios, representamos por meio do gráfico da Figura 21:

Figura 21 - Gráfico da Participação dos alunos nos desafios



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Assim, verificamos que do total dos 25 alunos participantes da pesquisa, 12 alunos cumpriram todos os desafios, 11 alunos deixaram de cumprir somente algum desafio, 1 aluno deixou de cumprir apenas a 3ª Jornada completa e 1 aluno participou somente até a conclusão da 2ª Jornada. Como pode ser observado no gráfico, o desafio 1 “A Expedição Científica: Quem sou eu?” e o desafio 3 “Uma Viagem Atômica”, foram os que constaram maior frequência dos alunos, com a presença de todos os alunos da turma. Isso deve-se, em parte, ao primeiro desafio ter tido um tempo maior de execução, pois a criação dos avatares ocorreu de forma assíncrona, e o terceiro desafio ter sido proposto por P1 em substituição a avaliação bimestral da turma.

Ainda em termos de frequência dos alunos, a Atividade Bônus 2 “Desvendando os elétrons” da 3ª Jornada, foi a que teve menor participação, contabilizando ausência de 7 alunos na entrega da tarefa estipulada com a aplicação da lista de exercícios sobre distribuição eletrônica. Diante desse quadro, os alunos relataram sobre esse desafio:

A1: Tive certa dificuldade com a configuração eletrônica na lista, o modo de reagrupamento dos elétrons me deixou muito confusa.

A2: A terceira jornada foi um pouco difícil porque eu ainda não tinha aprendido direito como resolver [...].

A3: [Facilidade] Porque eu já tinha um pouco de conhecimento sobre esse assunto.

A4: [Dificuldade] Porque tem muitas regras e acabo esquecendo.

Apesar dos materiais de pesquisa fornecidos por P1, como textos de elaboração própria e vídeos a respeito do Diagrama de Linus Pauling, observamos que houve uma diminuição no engajamento dos estudantes quando proposta a lista de exercícios como Atividade Bônus da 3ª Jornada. Essa oscilação no engajamento pode ser relacionada com dois fatores: o nível de apropriação dos conhecimentos sobre distribuição eletrônica pelos alunos naquele momento; e também, uma outra hipótese, pode ser em virtude da dinâmica do desafio ter semelhanças com as atividades frequentemente repassadas no modelo tradicional de ensino, o que pode ter reduzido o estado de Flow de uma parte da turma.

Em relação ao nível de apropriação dos conhecimentos, a partir de uma breve análise das listas de exercícios respondidas, destacamos algumas situações: acertos na distribuição dos elétrons por subníveis energéticos, tanto na questão de ordem quanto de quantidades de elétrons, e reconhecimento adequado das camadas de valência dos átomos; erros consecutivos no estabelecimento da ordem energética dos subníveis nas questões; e também equívocos no que diz respeito à quantidade de elétrons distribuídos nos subníveis. Constatamos que nesse momento houve um desequilíbrio na relação entre os desafios propostos e as habilidades requeridas, pois como relatado, alguns alunos ainda não haviam conseguido compreender efetivamente do assunto de distribuição dos elétrons por subníveis nos átomos, culminando em uma participação menos efetiva e menor êxito no desafio.

No que refere-se ao desempenho acadêmico dos alunos, evidenciamos que o desafio 4 “A Química tem história”, referente à 3ª Jornada, teve melhor rendimento dos estudantes em quesito de pontuação e também participação qualitativa na aula, sendo realizado por meio de uma lição síncrona com atividades interativas no aplicativo Nearpod. Essa aula aconteceu com formação de duplas, pela disponibilidade de smartphone e internet, na qual foram abordados de forma dialogada sobre os acontecimentos históricos que culminaram na descoberta e nos estudos dos elétrons, assim como o desenvolvimento da mecânica quântica. Percebemos que o vídeo discutido chamou atenção dos alunos, assim como outros conceitos importantes, como orbitais, nuvem eletrônica e quantização de energia, que propiciaram mais discussões em aulas posteriores quando comparados em relação ao modelo atômico estudado de Rutherford-Bohr.

Em contrapartida, o desafio que teve menor rendimento de pontuação na plataforma de gerenciamento de atividades foi a Atividade Bônus 1 “No Mundo Quântico” da 2ª Jornada, realizada no aplicativo Quizizz como atividade em um sábado letivo. Apesar de alguns alunos terem demonstrado ainda dificuldades em resolver questões relacionadas à estrutura eletrônica dos átomos, observamos uma outra situação que pode ter influenciado na variação de pontuações neste desafio, que refere-se ao fato de a própria plataforma Quizizz fornecer uma

nota com base na média dos acertos e também no menor tempo de realização das questões. Ou seja, embora os alunos tivessem tido as mesmas quantidades de acertos, o tempo era fator de desempate do site, aumentando uma pontuação relativa para àqueles que faziam em um tempo mais curto.

Em linhas gerais, recorremos a uma avaliação da docente em relação à participação dos alunos, P1 destaca:

P1: O que mais me chamou atenção foi a interação dos alunos. A gente tem uma turma bem apática, a gente tem um grupo de alunos, a turma é dividida, a gente tem um grupo de alunos que sempre participa, tem aquele que a maioria das vezes participa, mas também não participa e geralmente não fazem nada. E eu percebi que o grupo daqueles que às vezes fazem e às vezes não fazem atividades, participaram bastante e até aqueles mesmos que não fazem, tentaram e fizeram algumas atividades. Então levar uma metodologia diversificada, diferente do que eles estão acostumados serviu pra motivar eles e era comum durante os dias que eu não ia, que eu não ia lá [na turma], eles já ficavam perguntando se amanhã tem joguinho, qual é a atividade amanhã? Então teve aí o feedback que foi muito positivo em relação a participação e o interesse.

No que tange à dinâmica proposta, percebemos a importância dada para a necessidade de cumprir a sequência dos conteúdos da ementa curricular e os horários estabelecidos na escola campo, o que corroborou com alternâncias entre momentos de aulas em que os alunos tivessem por realizar as atividades em uma abordagem mais conteudista, conforme relata P1:

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 e em relação a metodologia, é extremamente positiva eu acho que foi validada da melhor forma possível.

Dessa forma, uma dificuldade relatada por P1 trata-se da abordagem dos conteúdos da disciplina química no tempo de aula de cinquenta minutos, em virtude da redução da carga horária para o 1º ano do ensino médio com a reformulação 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 e a complexidade da química dentro do tempo disponível de aula. Sendo necessário, recorrentemente, que houvesse materiais e atividades extraclasse para complementação dos conteúdos.

Cabe ressaltar, outros elementos inseridos no design pedagógico que auxiliaram no andamento e engajamento dos alunos nas atividades. As pontuações atribuídas nos desafios correspondiam 100 pontos de experiência (pontos XP) para cada tarefa realizada, totalizando 800 pontos XP ao final da SD. Por meio da avaliação docente diante da entrega e/ou apresentação de cada atividade, obteve-se o ranking que permitiu analisar o desempenho dos

alunos nesse quesito, verificamos um aproveitamento de 90%, 77% e 75% dos pontos totais para o 1º, 2º e 3º colocado, respectivamente no ranking, conforme destacado na Figura 22.

Figura 22 - Ranking final na plataforma de gerenciamento



RANKING	NOME	PONTUAÇÃO
1	Bia	721,1
2	Gi	629,3
3	Biel	599
4	Fran	598
5	BigGugs07	580,4

Fonte: Dados da pesquisa (2024)

O ranking é um elemento que comumente caracteriza a saída quantificável de jogos, ou seja, o estado de vitória quantificável do jogador. Nessa configuração, enfatizamos que essa perspectiva quantitativa não define o nível de aprendizado dos alunos, mas permite traçar um panorama do desempenho frente às atividades propostas, principalmente quanto à frequência de participação, progresso e êxito na execução do que era solicitado. Tanto que, sobressai-se nessa análise, a proximidade de pontuações entre o 3º, 4º e 5º colocados, que também participaram ativamente. Conforme corrobora P1:

P1: O próprio Biel foi um resultado que me surpreendeu, porque nas notas ele não é um aluno que é tão participativo, mas quando a gente trouxe essa metodologia, eu vi que ele participou bem mais, ele estava interagindo bem mais, então o primeiro e o segundo lugar já são os alunos que no tradicional realmente se esforçam mais. Agora o terceiro lugar foi de surpreender, que ele melhorou e muito depois que a gente aplicou essa metodologia.

Outro aspecto que constitui o pilar dos estudos sobre gamificação, refere-se à utilização das regras de forma clara e objetiva para o melhor desenvolvimento da metodologia. A princípio, quando alguns alunos não compreendiam nitidamente o propósito da ação, o domínio das ferramentas e a apropriação dos conhecimentos científicos ficava dispersa, então, a medida que era esclarecido o proposto da atividade, os melhores caminhos eram norteados pela professora.

O feedback possibilitou aos alunos saberem em que conteúdos estavam errando e acertando, além de mobilizar os conhecimentos e a curiosidade sobre o aprofundamento dos temas. Segundo Fardo (2013a), o feedback fornece respostas continuamente aos jogadores, que normalmente é instantâneo, claro e direto. Os jogadores podem mudar seu comportamento perante o jogo com base no feedback que recebem, tanto positivo como negativo. Os feedbacks, sendo realizado de forma mais imediata possível, também torna-se importante para despertar a atuação dos alunos que estavam menos proativos nos desafios, pois puderam analisar seu nível de progresso e desempenho.

Ao questionarmos a docente sobre como foi a experiência com a utilização da plataforma de gerenciamento de atividades, P1 ressalta sua visão:

P1: Eu achei bem interessante a questão da plataforma, porque o aluno tem acesso ao desempenho dele. Então ele consegue ver e comparar até o resultado dele com os outros alunos. Eu sei que essa questão da comparação às vezes não é tão interessante pra gente. Mas ele vê que ele tem um colega que está pontuando mais do que ele, ele vai ali, corre atrás [...]. E a plataforma eu acho que motiva eles. Porque ele vê o desempenho dele e corre atrás, eles estão sempre perguntando o que tem que fazer, se estão devendo alguma atividade. Então eu achei bem interessante a questão da plataforma. É uma forma de acompanhamento né? Uma forma de gerenciar esses desafios.

As recompensas por meio de moedas fictícias chamaram a atenção dos alunos, que ficaram interessados como recompensas, além das pontuações, pois poderiam adquirir poderes ou abonar alguma restrição. As restrições incorriam na perda de moedas, englobando os possíveis retrocessos, como ausência ou atraso na aula, atividades com erros gramaticais e em atraso; entretanto, eram lúdicas e educativas, no sentido de encorajar os alunos nos estudos dos temas abordados. Nesse sentido, alguns alunos sinalizaram que iriam evitar faltar a aula e não deixar de fazer atividades para também não perder essas moedas fictícias.

Na planilha individual de cada aluno, semanalmente, obtinham o saldo (ganho e perda) de moedas acumulado de acordo com a avaliação dos critérios cumprimento de atividade, desenvoltura, criatividade e pontualidade, utilização de poderes e com as restrições. O fluxo de utilização da tabela de recompensas quanto ao acúmulo de moedas de acordo com os critérios de avaliação sobressaiu-se em relação aos poderes, pois estes não foram utilizados pelos alunos,

embora incentivados, e também em relação às restrições, estas sendo sinalizadas por meio de seus respectivos emblemas adicionados nas planilhas individuais de cada estudante.

As pontuações com formação de ranking, a utilização de recompensas, como o somatório de moedas durante as jornadas, também constituiu fatore importante para estimular as motivações extrínsecas dos alunos, elevando os níveis de ansiedade em executar as tarefas. Mas, enfatizamos o foco também na gamificação dos conteúdos, uma vez que, ao longo da implementação da gamificação, destacamos que os elementos de games são intensificados em um sistema complexo abrangendo aulas contextualizadas, em que os desafios e missões estivessem inseridos e fossem significativos para os alunos.

Torna-se importante pontuar que o design original da SD gamificada passou por algumas readequações, que foram incorporadas ao longo da implementação, de acordo com o feedback obtido a cada atividade e com a análise que P1 fazia conforme as participações dos alunos frente as aulas gamificadas. Com efeito, as demandas pedagógicas dos alunos, da professora e as particularidades do *locus* escolar também modificaram, como contratempos institucionais decorrentes de tempo de aula um pouco mais reduzido, eventos esportivos na escola, greves e outras eventualidades extraclasse; questões infraestruturais e problemas de conexão com internet na escola.

De modo geral, os alunos e a professora regente mostraram-se atentos às propostas e a organização da SD em jornadas com desafios, sendo receptivos à metodologia da gamificação. Constatamos que a maioria dos estudantes participaram ativamente dos desafios, a partir de atividades individuais e em equipes, de forma síncrona e assíncrona.

5.3 Princípios de design

Segundo Wang e Hannafin (2005), princípios emergem após cada ciclo de análise do design 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 design 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.

O ciclo de pesquisa e desenvolvimento da DBR foi recorrentemente refinado para a incorporação da gamificação no contexto da sala de aula. Produzimos reflexões acerca das contribuições da estratégia gamificada com base nos resultados discutidos e na experiência

vivenciada, de maneira a fomentar a construção de conhecimentos didáticos que podem oferecer direções para uma análise global do processo e o caminho percorrido, delineando perspectivas para serem aplicadas em outros ciclos de design.

O primeiro princípio sobre a implementação da gamificação 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 resultante do trabalho colaborativo”. Nesse prisma, 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.

Apontamos que a gamificação educacional apresentou-se como uma estratégia com design complexo e indissociável do contexto sociocultural dos professores e estudantes, suscitando como outro princípio, o embasamento teórico para seu planejamento, de forma que contemple uma combinação de elementos e atributos dos jogos em um cenário voltado para a aprendizagem, no caso, a sala de aula. Assim, o planejamento e execução das atividades à luz da perspectiva sociocultural TAM auxiliou tanto na estruturação das atividades gamificadas quanto nas adequações para a mediação docente ao longo do processo, 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.

A flexibilidade no processo da gamificação proporcionada por meio da DBR está associada à produção sistemática de conhecimentos 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.

Tendo em vista os estudos teóricos e práticos discutidos, reitera-se como pressuposto, que a gamificação pode ser aplicada nos diferentes segmentos formais da educação e com as diferentes faixas etárias. No ensino presencial ou remoto, em situações de limitações de condições estruturais e de tecnologias digitais no ambiente escolar, também há viabilidade para o planejamento e implementação dessa metodologia. Isso deve-se ao fato de que os elementos dos jogos são adaptáveis, e de a gamificação não está restrita ao uso de TD, podendo-se recorrer a recursos analógicos.

Para essa articulação, salientamos 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. 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.

Outros preceitos norteadores referem-se às combinações dos elementos de games para o design pedagógico da gamificação, que devem-se aliar aos objetivos pretendidos, aos conhecimentos prévios e perfis do público que se pretende alcançar. Verificamos que, para fins de elevar os níveis de motivação e engajamento, definir as regras de forma clara e possibilitar feedbacks imediatos ou mais breves possíveis para os estudantes auxiliam na manutenção do engajamento. Alguns elementos em direção aos aspectos motivacionais sobressaíram-se, como a realização de desafios em equipes, tanto de forma competitiva quanto colaborativa, a integração de recompensas como pontuações e emblemas ou moedas e formação de rankings.

Como meios de mediação, percebemos que as problematizações e discussões em torno dos conceitos científicos, em que os alunos pudessem expressar suas dúvidas e aprendizados, assim como, a utilização de aplicativos também contribuíram para dar significado aos conteúdos muitas vezes abstratos da química, considerando as interações e os comportamentos emergentes dos alunos em resposta às atividades. A partir dessa ótica, os alunos e a professora receberam a proposta da gamificação de forma positiva e esses elementos forneceram informações para reorganização das atividades com o propósito de acompanhar a evolução da compreensão dos conhecimentos pelos alunos mediados por ferramentas socioculturais.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Aproximações da pesquisa acadêmica com a prática profissional podem ser cruciais para conceber a força ou fragilidade de certa metodologia de ensino (Costa, 2016). Baseando-se na abordagem teórico-metodológica da 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, que tornou-se possível pelos aprendizados compartilhados e pela oportunidade de refletir sobre as experiências e conhecimentos.

Guimarães e Giordan (2012) pontuam que as SD vêm sendo discutidas na perspectiva de instrumentos de planejamento de ensino e assim, o professor desempenha papel fundamental na elaboração de atividades, pois é por meio dessa mediação que o aluno estabelecerá relação entre sua realidade e a produção de significados em ciências. Considerando a diversidade e heterogeneidade dos alunos e os recursos disponíveis, verificamos que processo de planejamento e elaboração de uma SD gamificada é complexo e flexível de acordo com as demandas e os objetivos a serem alcançados em cada etapa.

A Teoria da Ação Mediada (TAM) revelou-se como um aporte teórico viável para investigações em educação em ciências e para orientar a estratégia da gamificação educacional, subsidiando a contextualização e articulação de atividades gamificadas para o Ensino de Química mediada por ferramentas socioculturais. A partir desse referencial, foram delineados os objetivos das atividades e o papel de cada recurso utilizado, com ênfase em abranger as formas de domínio e apropriação dos conhecimentos pelos agentes. Além disso, a TAM considera que a interação social precisa ser continuamente analisada, tendo em vista que os alunos não conseguem compreender os conceitos da mesma forma que são ministrados, pois os processos externos são constantemente transformados e alterados durante a internalização para a aprendizagem dos conceitos científicos de acordo com a subjetividade de cada indivíduo.

Diante do momento de cultura digital que estamos vivenciando, a integração das TD auxiliaram 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 autonomia em explorar as potencialidades das ferramentas com a turma, incorporando elementos da sua própria prática docente com TD no curso dos desafios.

Constatamos a partir desta vivência relatada, que algumas das limitações na implementação da gamificação estão relacionadas às particularidades do cenário institucional de cada escola, às condições de infraestrutura ou de formação docente de cada ambiente educacional para a aplicação dessa metodologia. Nessa direção, os aspectos que dificultaram o encaminhamento nessa intervenção decorreram de fatores como à redução da carga horária da disciplina de química na nova estrutura curricular do Ensino Médio e às carências em infraestrutura, como a ausência de equipamentos de climatização e/ou de conexão com a internet, no entanto, foram ajustados da melhor forma possível para o desenvolvimento da SD. De modo geral, 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.

Os conhecimentos didáticos gerados em cada fase foram incorporados na própria metodologia visando seu aprimoramento, sendo relevantes para o refinamento do design da gamificação aplicada à disciplina química. 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 planejar e aplicar a SD gamificada com sua turma de alunos.

Nesse panorama, os estudos que desenvolvem sequências didáticas são abordagens que trazem elementos importantes e podem 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. A adoção de princípios teóricos e a estruturação das fases em ciclo fomentaram a geração de princípios de design e re-design da gamificação na educação, de forma que outros profissionais da educação possam ressignificá-la localmente para seus próprios contextos de atuação.

REFERÊNCIAS

ALVES, F. **Gamification: como criar experiências de aprendizagem engajadoras um guia completo: do conceito à prática**. Edição Kindle, 1. ed. São Paulo: DVS Editora, 2014.

ALVES, Lynn Rosalina Gama; MINHO, Marcelle Rose da Silva; DINIZ, Marcelo Vera Cruz. Gamificação: Diálogos com a Educação. In: FADEL, Luciane Maria *et al.*(Org.). **Gamificação na Educação**. 1. ed. São Paulo: Pimenta Cultural. Cap. 3, p. 74-97. v. Único. 2014.

ANDRADE, L. G. S. B.; FERRETE, R. B. Metodologias ativas e a educação profissional e tecnológica: invertendo a sala de aula em vista de uma aprendizagem significativa. **Educação Profissional e Tecnológica em Revista**, [S. l.], v. 3, n. 2, p. 86-98, 2019. DOI: 10.36524/profept.v3i2.451. Disponível em: <https://ojs.ifes.edu.br/index.php/ept/article/view/451>. Acesso em: 13 jan. 2024.

BACICH, L.; MORAN, José (org.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. 1. ed. Porto Alegre: Penso, 2018.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2016.

BEGO, A. M.; ALVES, M.; GIORDAN, M. 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)**, v. 25, n. 3, p. 625–645, 2019. DOI: 10.1590/1516-731320190030016. Acesso em: 15 jan. 2024

BITTENCOURT, L. P.; STRUCHINER, M. A articulação da temática da doação de sangue e o ensino de biologia no Ensino Médio: uma pesquisa baseada em design. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 21, n. 1, p. 159–176, 2015. DOI: 10.1590/1516-731320150010011. Acesso em: 15 jan. 2024

BOLLER, Sharon.; KAPP, Karl. **Jogar para aprender: tudo o que você precisa saber sobre o design de jogos de aprendizagem eficazes**. Trad. Sally Tilelli. São Paulo: DVS Editora, 2018.

BOTTENTUIT JUNIOR, J. B. **Gamificação na Educação: revisão sistemática de estudos empíricos disponíveis na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações**. Temática, v. 16, n. 3, p. 285-301, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/ojs2/index.php/tematica/article/view/50871/29737>.

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

BRASIL. **Lei nº 13.415, de 16 de fevereiro de 2017**. Diário Oficial da União, Brasília, DF. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/113415.htm. Acesso em: 06 mar. 2023.

BRASIL. **Resolução nº 196, de 10 de outubro de 1996**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, Disponível em: https://conselho.saude.gov.br/resolucoes/reso_96.htm. Acesso em: 06 mar. 2023.

BUSARELLO, R. I. **Gamification: princípios e estratégias** (Vol. 1). São Paulo: Pimenta Cultural, 2016.

BROWN, A. L. Design experiments: theoretical and methodological challenges in creating complex interventions in classroom settings. **The Journal of the Learning Sciences**, 2(2), 141-178, 1992. DOI: [dx.doi.org/10.1207/s15327809jls0202_2](https://doi.org/10.1207/s15327809jls0202_2). Acesso em: 12 de fev. 2024.

CAILLOIS, R. **Os jogos e os homens: a máscara e a vertigem**. Tradução de M. Ferreira. Petrópolis: Vozes, 2017.

CASTELLAR, S. M. VANZELLA; MACHADO, J. C. E. **Metodologias Ativas: Sequências Didáticas**. 1. ed. São Paulo: FTD, 2016.

CHAVES, J.; MEOTTI, P. R. M. Dificuldades no Ensino Aprendizagem e Estratégias Motivacionais na Disciplina de Química no Instituto Federal do Amazonas - Campus Humaitá. **Revista EDUCAmazônia**, 22(1), 206-224, 2019.

CHEN, J. Flow in games. **Communications of the ACM**, Vol. 50, n.4, 31-34, 2007. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/1232743.1232769>. Acesso em: 10 fev. 2024.

CISCATO, Carlos Alberto Mattoso; PEREIRA, Luis Fernando; CHEMELLO, Emiliano; PROTI, Patrícia Barrientos. **Química: ensino médio**. 1. ed. v. 1. São Paulo: Moderna, 2016.

CLEOPHAS, M. das G. Integração entre a Gamificação e a Abordagem STEAM no Ensino de Química. **Revista de Educação da Universidade Federal do Vale do São Francisco**, [S. l.], v. 10, n. 23, p. 78–109, 2020. Disponível em: <https://periodicos.univasf.edu.br/index.php/revasf/article/view/1087>. Acesso em: 26 nov. 2023.

COBB, P. et al. Design experiments in educational research. **Educational Researcher**, 32(1), 9-13, 2003. DOI: <https://doi.org/10.3102/0013189X032001009>. Acesso em: 12 de fev. 2024

COLLINS, A. Towards a design science of education. In E. Scanlon & T. O’Shea (Eds.), **New directions in educational technology** (pp. 15-22). Berlin: North Atlantic Treaty Organization, 1992.

COSTA, H. R. **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, São Paulo, 2016. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/items/a98d7274-460c-4ef9-b3d5-80c815b5c827>. Acesso em: 10 jan. 2024.

COSTA, H. R.; SOUZA, A. R. A produção de significados no modelo quântico por meio de ferramentas socioculturais: **uma proposta analítica da aprendizagem**. **Revista Ensino & Multidisciplinaridade**, 3, 17-37, 2017. Disponível em: <

<http://periodicoseletronicos.ufma.br/index.php/ens-multidisciplinaridade/article/view/14788>>. Acesso em: 10 jan. 2024.

COSTA, H. Rocha; CRUZ, D. Márcia; MARQUES, C. Alberto. Gamificação no ensino de ciências: Desenvolvimento de uma plataforma de gerenciamento das atividades. **Revista Eletrônica Ludus Scientiae**, 5(1-2), 2021. DOI: <https://doi.org/10.30691/relus.v5i1-2.2963>. Acesso em: 07 jan. 2024.

COSTA, Heron Salazar; SILVA, Sávio Oliveira da. A epistemologia da gamificação e seus desafios para a educação. **Sobre Tudo**, v. 14, n. 2, p. 52-77, 2023.

CSIKSZENTMIHALY, M. **Flow: the psychology of optimal experience**. New York, NY, USA: Harper & Row, 1990.

CSIKSZENTMIHALY, M. **Flow: a psicologia do alto desempenho e da felicidade** / Mihaly Csikszentmihalyi ; tradução Cássio de Arantes Leite. — 1ª ed. — Rio de Janeiro: Objetiva, 2020.

DBR-Collective. Design-Based Research: An emerging paradigm for education inquiry. **Educational Researcher**, 32(1), 5–8, 2003. Disponível em: <http://www.designbasedresearch.org/reppubs/DBRC2003.pdf>. Acesso em: 10. jan. 2024.

DETERDING, *et al.* From game design elements to gamefulness: defining "gamification". **In: Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference**, 2011, p. 9-15.

DIANA, J. B.; GOLFETTO, I. F.; BALDESSAR, M. J.; SPANHOL, F. J. Gamification e a Teoria do Flow. In: FADEL, Luciane Maria *et al.* (Org.). **Gamificação na Educação**. 1. ed. São Paulo: Pimenta Cultural. Cap. 2, p. 38-73. v. Único. 2014.

FARDO, Marcelo Luis. **A gamificação como método: Estudo de elementos dos games aplicados em Processos de ensino e aprendizagem**. 2013a. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade de Caxias do Sul, Rio Grande do Sul.

FARDO, M. L. A gamificação aplicada em ambientes de aprendizagem. **Renote**, Porto Alegre, v. 11, n. 1, 2013b. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/41629>>. Acesso em: 10 jan. 2024.

FIZIOTTO, R. B. S. **Gamificação: uma proposta de abordagem de modelos atômicos para estudantes do ensino médio**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade Federal do ABC, 2019.

FONSECA, Martha Reis Marques da. **Química: ensino médio**. 2. ed. v. 1. São Paulo: Ática, 2016.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

GIORDAN, M. **Computadores e linguagens nas aulas de ciências**. Ijuí: Unijuí, 2008.

GIORDAN, M., GUIMARÃES, Y. A. F. **Estudo Dirigido de Iniciação à Sequência Didática**. Especialização em Ensino de Ciências, Rede São Paulo de Formação Docente (REDEFOR). Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 2012.

GIORDAN, M.; GUIMARÃES, Y.; MASSI, L. Uma análise das abordagens investigativas de trabalhos sobre sequências didáticas: tendências no ensino de ciências. In: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências e I Congresso Iberoamericano de Educação em Ciências, 2012, Campinas, SP. **Atas do VIII ENPEC – I CIEC**. Rio de Janeiro, RJ: ABRAPEC, 2012.

GUIMARÃES, Y. A. F.; GIORDAN, M. Instrumento para construção e validação de sequências didáticas em um curso a distância de formação continuada de professores. In: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências e I Congresso Iberoamericano de Educação em Ciências, 2012, Campinas, SP. **Atas do VIII ENPEC – I CIEC**. Rio de Janeiro, RJ: ABRAPEC, 2012.

GOMES, M. de F. C.; MORTIMER, E. F. Histórias sociais e singulares de inclusão: exclusão na aula de química. **Cadernos de Pesquisa**, v. 38, n. 133, p. 237–266, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-15742008000100011>. Acesso em: 13 fev. 2024.

HUIZINGA, J. **Homo ludens: o jogo como elemento da cultura**. São Paulo: Perspectiva, 2019.

KAPP, K. M.; BLAIR, L.; MESCH, R. **The gamification of learning and instruction fieldbook – ideas into practice**. EUA: Wiley, 2014.

KAPP, K. **The gamification of learning and instruction: game-based methods and strategies for training and education**. San Francisco: Pfeiffer, 2012.

KNEUBIL, F. B.; PIETROCOLA, M. A Pesquisa Baseada Em Design: Visão geral e contribuições para o ensino de ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 22, n. 2, p. 16, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.22600/15188795.ienci2017v22n2p01>>. Acesso em: 10 fev. 2024.

LEITE, B. S. Tecnologias digitais e metodologias ativas no ensino de química: análise das publicações por meio do corpus latente na internet. **Revista Internacional de Pesquisa em Didática das Ciências e Matemática**, v. 1, 2020. Disponível em: <https://periodicoscientificos.itp.ifsp.edu.br/index.php/revin/article/view/18>. Acesso em: 10 nov. 2023.

LOPES, Maycon Douglas Belém. **Conectividade, Interatividade, Gamificação e Ensino de Química: uma proposta de sequência didática para o ensino do modelo atômico de Bohr**. Dissertação (Mestrado em Programa de Pós-Graduação em Ensino para a Educação Básica) - Instituto Federal Goiano, 2022.

LUDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. 2. ed. Rio de Janeiro: E.P.U., 2018.

MARANHÃO. Secretaria de Estado da Educação. **Documento curricular do território maranhense: ensino médio**. São Luís, v. 2, 2022.

MARTINS, C. **Gamificação nas práticas pedagógica: um desafio para a formação de professores em tempos de cibercultura**. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Pontifícia Católica do Rio Grande do Sul, 2015.

MARTINS, C.; GIRAFFA, L. M. **Gamificação, pensamento computacional e cultura maker: potencialidade advindas de estratégias docentes alinhadas à cultura digital**. Edipucrs. 2018. Disponível em: <<https://editora.pucrs.br/edipucrs/acessolivre//anais/cidu/assets/edicoes/2018/arquivos/210.pdf>>. Acesso em: 07 fev. 2024.

MATTAR, J.; RAMOS, D. K. **Metodologia da Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas, quantitativas e mistas**. São Paulo: Edições 70, 2021.

MCKENNEY, S.; REEVES, T. Conducting educational design research. **Abingdon: Routledge**, 2012.

MELO, M. R.; LIMA NETO, E. G. de. Dificuldades de ensino e aprendizagem dos modelos atômicos em Química. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 2, p. 112-122, 2013. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc35_2/08-PE-81-10.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2024.

MENESES, F. M. G. de.; NUÑEZ, I. B. Erros e dificuldades de aprendizagem de estudantes do ensino médio na interpretação da reação química como um sistema complexo. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 24, n. 1, p. 175–190, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/1516-731320180010012>. Acesso em: 10 fev. 2024.

MÓL, G.; da SILVA, R.; NERI DE SOUZA, F. Dificuldades e perspectivas para a pesquisa no ensino de química no Brasil. **Indagatio Didactica**, v. 5, n. 2, p. 178-199, 2013. DOI: <https://doi.org/10.34624/id.v5i2.4344>. Acesso em: 10 fev. 2024.

MÓL, G. de S. Pesquisa qualitativa em ensino de química. **Revista Pesquisa Qualitativa**, v. 5, n. 9, p. 495–513, 2017. Disponível em: <https://editora.sepq.org.br/rpq/article/view/140>. Acesso em: 10 fev. 2024.

MORAIS, R. P. de; BEGO, A. M.; GIORDAN, M. 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, p. 1–32, 2021. DOI: <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2021u531562>. Acesso em: 10 fev. 2024.

MORES, D.; ROSA, R. A.; MATOS, S. de; VANIN, A. B. Avaliação da aplicação de oficinas na minimização de dificuldades de aprendizagem no ensino da Química. **Anuário Pesquisa E Extensão Unoesc Joaçaba**, v. 1, p. e12802, 2016. Disponível em: <<https://periodicos.unoesc.edu.br/apeuj/article/view/12802>>. Acesso em: 10 fev. 2024.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H.; ROMANELLI, L. I. **Quim. Nova** n.32, p. 273-277, 2000.

MORTIMER, Eduardo Fleury; MACHADO, Andréa Horta. **Química: ensino médio**. 3. ed. v. 1. São Paulo: Scipione, 2016.

NOBRE, A.; MARTIN-FERNANDES, I. Abrir caminhos para a investigação em educação: design-based research. **Revista Práxis Educacional**, v. 17, n. 48, p. 234-254, 2021. DOI: <https://doi.org/10.22481/praxisedu.v17i48.8821>. Acesso em: 10 fev. 2024.

OLIVEIRA, J. E. S. **Ensino híbrido gamificado: o modelo de rotação por estações no ensino da radioatividade**. Dissertação (Mestrado em Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2020.

OLIVEIRA, J. K. C.; PIMENTEL, F. S. C. Epistemologias Da Gamificação Na Educação: Teorias De Aprendizagem Em Evidência. **Revista FAEEBA – Educação e Contemporaneidade**, v. 29, n. 57, p. 236-250, 2020. Disponível: < <https://www.revistas.uneb.br/index.php/faeaba/article/view/8286>>. Acesso em: 10 fev. 2024.

PEREIRA, A. P. de; OSTERMANN, F. A aproximação sociocultural a mente, de James V. Wertsch, e implicações para a educação em ciências. **Ciência e Educação**, v. 18, n. 1, p. 23-29, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-73132012000100002>. Acesso em: 10 fev. 2024.

PIMENTEL, F. Considerações do planejamento da gamificação de uma disciplina no curso de Pedagogia. In: FOFONCA, E; BRITO, G. S.; ESTEVAM, M.; CAMAS, N. P. V. **Metodologias pedagógicas inovadoras: contextos da educação básica e da educação superior**. v. 1. Curitiba: Editora IFPR, 2018. p. 76-87.

PIMENTEL, F. S. C.; MOURA, E. C de M. Gamificação e Aprendizagem: Cognição e Engajamento como possibilidades diante da pandemia. **Holos**, [S. l.], v. 1, 2022. Disponível em: <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/10896>. Acesso em: 20 abril. 2024.

PIMENTEL, F. S. C.; NUNES, A. K. F.; SALES JÚNIOR, V. B. D. Formação de professores na cultura digital por meio da gamificação. **Educar Em Revista**, v. 36, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/0104-4060.76125>. Acesso em: 10 fev. 2024.

PRENSKY, M. **Aprendizagem baseada em jogos digitais**. São Paulo: Editora Senac, 2012.

RAMOS, P. **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, Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: http://objdig.ufrj.br/55/teses/NUTES_D_%20PaulaRamos.pdf. Acesso em: 10 fev. 2024.

REEVES, T. C. Socially responsible educational technology research. **Educational Technology**, v. 40, n. 6, p. 19–28, 2000. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/44428634>. Acesso em: 10 fev. 2024.

REEVES, T. C.; HERRINGTON, J.; OLIVER, R. Design research: A socially responsible approach to instructional technology research in higher education. **Journal of Computing in Higher Education**, v. 16, n. 2, p. 96-116, 2005. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/BF02961476>. Acesso em: 10 fev. 2024.

REGO, F. R. M. L.; SANTOS, L. R. L.; PIMENTEL, F. S. C. A promoção do estado de flow no desenvolvimento da gamificação como estratégia de ensino. **Temática** - Revista eletrônica

de publicação mensal, v. XVI, p. 318-335, 2020. Disponível em: <<https://periodicos.ufpb.br/index.php/tematica/article/view/54411/31044>>. Acesso em: 25 fev. 2024.

REZENDE, A. C. **Gamificação como prática docente: possibilidades e dificuldades**. Pouso: Univás, 2018.

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

SAMPAIO, R.C.; LYCARIÃO, D. **Análise de Conteúdo Categórica: Manual de Aplicação**. Brasília: ENAP, 2021. Disponível em: Disponível em: <<https://repositorio.enap.gov.br/handle/1/6542>>. Acesso em: 30 mar. 2024.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos (coord). **Química cidadã: ensino médio**. 3. ed. v. 1. São Paulo: Editora AJS, 2016.

SANTOS, A. O. *et al.* Dificuldades e motivações de aprendizagem em Química de alunos do Ensino Médio investigadas em ações do (PIBID/UFS/Química). **Scientia Plena**, v. 9, n. 7, p. 1-6, 2013. Disponível em: <<https://scientiaplena.org.br/sp/article/view/1517/812>>. Acesso em: 10 fev. 2024.

SANTOS, Juline Maria Fonseca dos. **Produção de disciplina gamificada: Uma proposta de letramento midiático com aproximações entre mídia-educação e aprendizagem baseada em jogos**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós Graduação em Educação, Florianópolis, 2018.

SANTOS, P. M. A; COSTA, H. R. Mapeamento sistemático de pesquisas sobre a gamificação mediada por tecnologias no ensino de química. **Anais IX Congresso Nacional de Educação**. Campina Grande: Realize Editora, 2023. Disponível em: <<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/96825>>. Acesso em: 27/03/2024

SCHELL, J. **The art of game design: A book of lenses**. Morgan Kaufmann, 2008.

SCHELL, J. **A Arte de Game Design: o livro original**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011

SCHNETZLER, R. P. A pesquisa em ensino de química no Brasil: conquistas e perspectivas. **Química Nova**, v. 25, p. 14-24, 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/KFnNCTjJ73v88VvnS4hGRDc/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 27 mar. 2024.

STRUCHINER, M.; GIANELLA, T. R. 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**, v. 14, n. 03, p. 942-969, 2016. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/curriculum/article/view/28701/20842>. Acesso em: 27 mar. 2024.

STUDART, N.. A gamificação como design instrucional. **Revista Brasileira De Ensino De Física**, v. 44, e20210362, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2021-0362>. Acesso em: 27 mar. 2024.

TAMIOSSO, R. T.; PIGATTO, A. G. S. A Pesquisa Baseada em Design: mapeamento de estudos relacionados ao Ensino das Ciências da Natureza. **Revista Educar Mais**, v. 4, n. 1, p. 156–171, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.15536/reducarmais.4.2020.156-171.1756>. Acesso em: 27 mar. 2024.

TOLOMEI, Bianca Vargas. A gamificação como estratégia de engajamento e motivação na educação. **EaD em foco**, v. 7, n. 2, 2017.

VAN DEN AKKER, J. Principles and methods of development research. In: VAN DEN AKKER, J. et al. (Org.). *The Design methodology and developmental research in education and training*. **The Netherlands: Kluwer Academic Publishers**, 1999. p. 1-14.

VIANNA, Y.; VIANNA, M.; MEDINA, B.; SAMARA, T. **Gamification, Inc.: Como reinventar empresas a partir de jogos**. Rio de Janeiro: MJV Press, 2013.

WANG, F.; HANNAFIN, M. J. Design-based research and technology-enhanced learning environments. **Educational Technology Research and Development**, v. 53, n. 4, p. 5-23, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/BF02504682>. Acesso em: 27 mar. 2024.

WARTHA, E. J.; REZENDE, D. de B. Os níveis de representação no ensino de química e as categorias da semiótica de Peirce. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 2, p. 275–290, 2016. Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/230>. Acesso em: 27 mar. 2024.

WERBACH, K.; HUNTER, D. **For The Win: How Game Thinking Can Revolutionize Your Business**. Filadélfia, Pensilvânia: Wharton Digital Press, 2012.

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

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

ZABALA, A. **A prática educativa: Como ensinar**. Porto Alegre: Artmed Editora, 1998.

ZICHERMANN, G.; CUNNINGHAM, C. **Gamification by design: implementing game mechanics in web and mobile apps**. Sebastopol: O'Reilly Media, 2011.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Questionário inicial para os alunos

QUESTIONÁRIO INICIAL PARA OS ALUNOS

Prezado aluno(a),

Este questionário faz parte de uma pesquisa do Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal do Maranhão-UFMA, Campus São Luís-MA, tendo como objetivo a elaboração e desenvolvimento de uma sequência didática gamificada no ensino da disciplina química. Esperamos contribuir para sua compreensão nos estudos dos conhecimentos científicos de uma forma lúdica, mas para isso, precisamos que você responda com seriedade os questionamentos abaixo.

Observação: Suas respostas estarão sob sigilo.

A sua participação é fundamental, desde já grata!

Nome do (a) aluno (a): _____

1. Você pertence a que gênero?

Feminino Masculino

2. Qual a sua idade?

14 a 15 16 a 17 18 ou mais

3. Você faz uso equipamentos eletrônicos (smartphone, tablet, notebook, videogame...)?

Sim Não Quais? _____

4. Você tem acesso à internet? (selecione quantas opções achar adequada)

Em casa Na escola Outro _____

5. Você utiliza jogos digitais (por aplicativos, computador, videogame)?

Sim Não

Quais?

6. Você utiliza jogos de tabuleiro/analógicos?

Sim Não

Quais?

7. Nos jogos, você se considera um jogador: (selecione quantas opções achar adequada)

Competitivo, o importante é vencer!

Explorador, vontade de descobrir o máximo por meio do jogo!

Socializador, onde o jogo é apenas um canal para se socializar com outros jogadores

8. Os jogos já trouxeram ou trazem benefícios para você?

Sim Não

Quais?

9. 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?

Sim Não

Conte sobre a sua experiência na escola:

10. Enumere por ordem de preferência os elementos que você acha que um jogo deve conter:

- Diversão
- Competição
- Cooperação
- Aprender enquanto joga
- Níveis ou fases
- História de jogo
- Personalização de personagens (avatars)
- Recompensas ao alcançar objetivos
- Interação social com outros jogadores
- Feedback
- Ranking
- Punições

11. Sobre a disciplina Química. Você acha interessante? Por quê?

12. Quais conteúdos você tem mais dificuldade na disciplina de Química?

13. Qual sua motivação para estudar Química? (selecione apenas uma opção em cada alternativa)

- a)
 - Estudo Química para passar nas provas escolares
 - Estudo Química porque tenho vontade de aprender assuntos novos
 - Estudo Química porque quero tirar notas altas
- b)
 - Estudo porque me dá prazer e alegria
 - Procuro saber mais sobre os assuntos que gosto, mesmo sem meus professores pedirem
 - Faço apenas as tarefas escolares pedidas
- c)
 - Prefiro estudar assuntos fáceis
 - Gosto de assuntos mais complexos e fico tentando resolver uma tarefa, mesmo sendo difícil
 - Desisto de fazer alguma tarefa, quando encontro dificuldade
- d)
 - Me esforço para aprender conteúdos de Química, mas tenho dificuldade de entender
 - Tenho facilidade em compreender os conteúdos da Química
 - Não tenho interesse na Química

14. Você acha que a Química está presente e/ou pode ajudá-lo no seu dia a dia? Dê exemplos.

APÊNDICE B – Questionário final para os alunos

QUESTIONÁRIO FINAL PARA OS ALUNOS

Prezado aluno(a),

Este questionário faz parte de uma pesquisa do Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal do Maranhão-UFMA, Campus São Luís-MA, tendo como objetivo a elaboração e desenvolvimento de uma sequência didática gamificada no ensino da disciplina química. Para isso, precisamos que você responda com seriedade os questionamentos abaixo.

Observação: Suas respostas estarão sob sigilo.

A sua participação é fundamental, desde já grata!

Nome do (a) aluno (a): _____

1. Quais desafios propostos na gamificação da disciplina química você teve mais facilidade para realizar? (marque todos os desejados)

- () 1ª Jornada: Atividade em equipes com a simulação “monte um átomo” no PhET colorado
 () 2ª Jornada: Questões sobre estrutura atômica com Plickers (Cartões) e Quizizz (Online)
 () 3ª Jornada: Mecânica quântica e Configuração eletrônica usando Nearpod e lista
 () 4ª Jornada: Mapeamento na tabela periódica e Realidade Aumentada dos elementos

Porquê?

2. Quais desafios propostos na gamificação da disciplina química você teve mais dificuldade para realizar? (marque todos os desejados)

- () 1ª Jornada: Atividade em equipes com a simulação “monte um átomo” no PhET colorado
 () 2ª Jornada: Questões sobre estrutura atômica com Plickers (Cartões) e Quizizz (Online)
 () 3ª Jornada: Mecânica quântica e Configuração eletrônica usando Nearpod e lista
 () 4ª Jornada: Mapeamento na tabela periódica e Realidade Aumentada dos elementos

Porquê?

3. Quais os elementos de jogos você mais se identificou durante a sequência didática gamificada? (marque todos os desejados).

- () Pontos () Equipes () Desafio/Missão () Ranking () Avatares
 () Recompensas () Poderes () Conteúdos () Feedback ()
 Restrições

Porquê?

4. De que forma as tecnologias/aplicativos utilizados como recurso (meio) influenciaram no desenvolvimento das suas atividades e/ou na sua aprendizagem? Explique.

5. Quais fatores mais motivaram você a realizar as atividades propostas na gamificação da disciplina química? (marque todos os desejados)

() interesse pelos conteúdos

() conquistar pontos

() recompensas/poderes

() satisfação em cumprir os desafios

() atender aos prazos

() outro (s) _____

6. Que assuntos ou conteúdos abordados durante a gamificação você identifica que foram relevantes para sua aprendizagem em química? Faça um relato.

7. Deixamos aqui um espaço aberto para que possa falar sobre como você avalia a estratégia gamificada “Uma Expedição Científica: Explorando o Mundo da Química”, o que mais chamou sua atenção e/ou sugestões.

APÊNDICE C – Roteiro de Entrevista inicial com a docente**ROTEIRO DE ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA INICIAL**

Nome do entrevistado (a): _____

Nome da pesquisadora: Paula Maria de Almeida Santos

Data da entrevista: ____ / ____ / ____

Local da entrevista: _____

Contato inicial:

Agradecer a disponibilidade em receber a pesquisadora.

Apresentar, de forma breve, os objetivos da pesquisa.

Explicar as informações contidas no termo de consentimento.

Solicitar a assinatura do termo de consentimento e entregar uma via assinada pelo pesquisador para o(a) entrevistado (a).

Vamos começar falando sobre sua experiência profissional...

1. Gostaria que você me contasse quanto tempo está na docência, rede pública e/ou rede privada de educação.
2. Você poderia nos contar sobre sua experiência como professora no Ensino Médio?
3. Você poderia falar um pouco sobre as suas dificuldades ao longo da docência da disciplina Química?
4. Sobre a reformulação do ensino médio, o que você acha das modificações no contexto do ensino de química?
5. Ainda com relação a essas mudanças, com o novo ensino médio, você alterou suas práticas pedagógicas de alguma forma? Como?

Agora vamos falar um pouco sobre sua prática na escola...

6. Além da disciplina Química, você ministra mais alguma outra? Quais?
7. Em relação às turmas que leciona na escola, quais as séries ministra no ensino médio e carga horária semanal?
8. Nas turmas, quais conteúdos de química você observa que os alunos têm mais dificuldade?
9. Sobre o uso de tecnologias digitais, gostaria de saber se antes da pandemia da covid-19, você utilizava tecnologias digitais nas suas aulas? Quais?

10. E durante a pandemia, poderia nos contar como foi a sua experiência com as tecnologias digitais, facilidades/dificuldades? E aproveitando, se atualmente faz uso em sala de aula?

Vamos falar sobre estratégias pedagógicas e outros recursos didáticos na disciplina de química...

11. Quais estratégias ou metodologias você costuma utilizar nas suas aulas? E para motivar os alunos?

12. Você já teve experiência com atividades lúdicas em sala de aula? Poderia exemplificar.

13. Você já utilizou jogos didáticos em suas aulas? Se sim, nos conte como foi a experiência.

14. Comente um pouco mais sobre quais jogos utilizou, tratando sobre quais temas e os impactos que observou na aprendizagem dos discentes.

Sobre a Gamificação...

15. O que você entende por Gamificação? Poderia nos explicar sobre o que conhece a respeito.

16. Você acha que a Gamificação pode motivar ainda mais os alunos? Por quê?

17. A Gamificação utiliza elementos de jogos (narrativas, pontuações, níveis, fases, rankings, competição e colaboração entre pares) em contextos que não são propriamente jogos, inicialmente aplicada em treinamentos corporativos para engajar colaboradores a realizar tarefas e recentemente tem sido muito utilizada na educação. Você tem interesse em conhecer mais sobre essa metodologia e elaborar, com auxílio desta pesquisa, uma estratégia gamificada para aplicar com seus alunos?

Certo professor (a)....Agora, para terminar...

18. Gostaria de saber, há alguma informação adicional que gostaria de acrescentar em relação aos assuntos abordados durante a entrevista, ou que tenha ficado com alguma dúvida?

Agradecer novamente a disponibilidade em participar da pesquisa.

APÊNDICE D – Roteiro de Entrevista final com a docente**ROTEIRO DE ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA FINAL**

Nome do entrevistado (a): _____

Nome da pesquisadora: Paula Maria de Almeida Santos

Data da entrevista: ____ / ____ / ____

Local da entrevista: _____

Gostaria de agradecer a disponibilidade em participar desta entrevista.

Vamos falar um pouco sobre a sua experiência com a sequência didática gamificada que foi realizada na disciplina de química.

1. Inicialmente, gostaríamos que você contasse sobre a sua percepção da experiência com o planejamento das atividades e desenvolvimento da gamificação na sua disciplina, o que chamou mais sua atenção e poderia nos relatar.
2. De que forma você observa a influência do uso das tecnologias/aplicativos nas aulas e desafios propostos? Poderia exemplificar. Você teve facilidades na mediação com essas ferramentas ou dificuldades que possa nos evidenciar?
3. Como você avalia o uso da plataforma de gerenciamento de atividades (planilha) para o acompanhamento e gerenciamento de atividades durante a gamificação? Teve dificuldades no manuseio?
4. Sobre os alunos, como você avalia a participação da turma durante os desafios propostos na gamificação?
5. Como você avalia a aprendizagem dos alunos frente às abordagens dos conteúdos de química durante a sequência didática?
6. Quais as principais dificuldades que você observou na aplicação da gamificação como estratégia na disciplina Química?
7. Em resumo, qual sua percepção sobre trabalhar com elementos de jogos digitais nas aulas de química?

Certo professora, gostaríamos de agradecer novamente a disponibilidade.

APÊNDICE E – Framework da Estrutura da SD gamificada

Título:	A Expedição dos Elementos: Explorando o Mundo da Química				
Público-Alvo:	Alunos do 1º ano do Ensino Médio				
Problematização:	A Estrutura Atômica e os Elementos Químicos que compõem a matéria são conceitos fundamentais que abordam desde a escala subatômica até a macroscópica. Como os modelos teóricos são construídos, avaliados e, eventualmente, substituídos no campo da Ciência? De que forma a Ciência pode ser entendida como um constructo social, dinâmica e em constante evolução? Como fazer uma análise e discussão crítica dos fenômenos diante dos diferentes níveis de descrição da matéria (macroscópico, microscópico e representacional)? De que maneira a estrutura atômica influencia nas propriedades dos elementos químicos?				
Objetivo Geral:	Compreender de forma mais abrangente e crítica os conceitos fundamentais sobre Estrutura Atômica e os Elementos químicos, identificando as relações com as propriedades químicas da matéria e reconhecendo o potencial explicativo dos modelos teóricos e suas limitações, por meio da incorporação de mecânicas do design de games nas aulas, promovendo a construção de uma visão mais integrada e dinâmica dos conhecimentos científicos.				
Teoria(s) de aprendizagem e/ou de motivação adotada(s):	Teoria de Aprendizagem: Teoria da Ação Mediada (TAM) Modelo teórico motivacional: Teoria do Flow (Fluxo)				
Metodologia de Ensino: Gamificação Educacional					
Aulas	Objetivos Específicos	Conteúdos	Elementos de Jogos		
			Dinâmicas	Mecânicas	Componentes
1	Apresentar a pesquisa e os objetivos.	Ambientação dos discentes.	Narrativa; Relacionamento (Interatividade);	Questionários prévios;	Tabela de Classificação (Plataforma de gerenciamento de atividades);
2	Criar os personagens da narrativa e realizar o levantamento de conhecimentos prévios dos estudantes.	Levantamento de Conhecimentos Prévios dos alunos.	Narrativa; Regras; Emoções; Relacionamento (Interatividade); Progressão;	Desafio individual; Recompensas; Feedback; Recursos como os aplicativos Mirror, Dollify e ToonArt;	Avatares; Emblemas; Níveis; Pontos; Tabela de Classificação; Ranking; Bens virtuais (moedas);

3	Compreender a constituição básica da matéria e as relações entre as partículas elementares.	Constituição da Matéria, partículas elementares dos átomos e as relações de semelhanças existentes. Símbolos químicos, número atômico, número de massa, massa atômica, íons.	Narrativa; Regras; Limitação de tempo (cronômetro); Emoções; Progressão; Relacionamento (Interatividade);	Desafio em times; Competição; Colaboração; Estado de vitória; Desbloqueio de conteúdo; Simulação PhET Colorado “Monte um átomo”; Recompensas; Feedback; Restrições;	Avatares; Emblemas; Níveis; Pontos; Tabela de Classificação; Ranking; Bens virtuais (moedas);
4	Reconhecer espécies químicas: partículas subatômicas, como prótons, nêutrons, elétrons e os íons cátions e ânions.	Estrutura atômica e íons.	Narrativa; Regras; Limitação de tempo (cronômetro); Emoções; Progressão;	Desafio individual; Cartões individuais e aplicativo Plickers; Estado de vitória; Desbloqueio de conteúdo; Recompensas; Feedback; Restrições;	Avatares; Conquistas; Níveis; Pontos; Tabela de Classificação; Ranking; Bens virtuais (moedas);
5	Identificar os números quânticos e revisar sobre as contribuições e a dinâmica de representação dos modelos atômicos ao longo do tempo.	Números quânticos e modelos atômicos.	Narrativa; Regras; Limitação de tempo (cronômetro); Emoções; Progressão;	Desafio individual; Aplicativo Quizizz; Estado de vitória; Desbloqueio de conteúdo; Recompensas; Feedback; Restrições;	Avatares; Conquistas; Níveis; Pontos; Tabela de Classificação; Ranking; Bens virtuais (moedas);
6	Conhecer alguns fatos históricos desde a descoberta dos elétrons e a importância e necessidade de conhecer a configuração eletrônica dos átomos para o entendimento das propriedades atômico-moleculares da matéria	História da configuração eletrônica, camada de valência e o subnível mais energético.	Narrativa; Regras; Limitação de tempo (cronômetro); Emoções; Progressão; Relacionamento	Desafio em duplas ou trios; Competição; Colaboração; Aquisição de recursos; Aplicativo Nearpod; Recompensas; Feedback;	Avatares; Níveis; Pontos; Tabela de Classificação; Ranking; Bens virtuais (moedas);

	e seus constituintes.		(Interatividade);	Restrições;	
7	Compreender os os conhecimentos científicos conceituais e matemáticos relacionados à distribuição dos elétrons no átomo segundo o Diagrama de Linus Pauling.	Distribuição eletrônica: Diagrama de Linus Pauling.	Narrativa; Regras; Emoções; Progressão;	Desafio individual; Material didático como Lista de Exercícios; Desbloqueio de conteúdo; Recompensas; Feedback; Restrições;	Avatares; Níveis; Pontos; Tabela de Classificação; Ranking; Bens virtuais (moedas);
8	Pesquisar informações sobre os elementos químicos da Tabela Periódica.	Tabela periódica: origem, distribuição eletrônica, estrutura atômica, classificação e usos/aplicações.	Narrativa; Regras; Emoções; Progressão;	Desafio individual; Pesquisa orientada; Tabela Periódica Interativa; Recompensas; Feedback; Restrições;	Avatares; Níveis; Pontos; Tabela de Classificação; Ranking; Bens virtuais (moedas);
9	Apresentar de forma criativa as características e propriedades dos elementos químicos.	Elementos químicos, suas propriedades e usos.	Narrativa; Regras; Emoções; Progressão; Relacionamento (Interatividade);	Desafio em times; Competição; Colaboração; Recurso como site de Realidade Aumentada; Recompensas; Feedback;	Avatares; Níveis; Pontos; Tabela de Classificação; Ranking; Bens virtuais (moedas);
10	Discutir as temáticas estudadas e socializar sobre a aplicação da SD gamificada.	Fase Final. Revisão sobre estrutura atômica e tabela periódica.	Narrativa; Emoções; Relacionamento (Interatividade);	Questionários finais;	Avatares; Tabela de Classificação (Plataforma de gerenciamento de atividades);
Avaliação:		Na dimensão avaliativa docente, consideramos que a avaliação é integrada ao longo da SD, por meio da participação qualitativa dos estudantes nos desafios, desempenho nas atividades segundo os critérios: desenvoltura, criatividade e pontualidade e pontuações na plataforma de gerenciamento de atividades. Como instrumentos avaliativos, temos: as atividades entregues de forma presencial ou virtual, os relatórios de notas gerados nos aplicativos e as apresentações dos alunos de forma individual e em equipe.			

Bibliografia:	<p>CISCATO, Carlos Alberto Mattoso; PEREIRA, Luis Fernando; CHEMELLO, Emiliano; PROTI, Patrícia Barrientos. Química: ensino médio. 1. ed. v. 1. São Paulo: Moderna, 2016.</p> <p>FONSECA, Martha Reis Marques da. Química: ensino médio. 2. ed. v. 1. São Paulo: Ática, 2016.</p> <p>GIORDAN, M., GUIMARÃES, Y. A. F. Estudo Dirigido de Iniciação à Sequência Didática. Especialização em Ensino de Ciências, Rede São Paulo de Formação Docente (REDEFOR). Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 2012.</p> <p>GIORDAN, M.; GUIMARÃES, Y.; MASSI, L. Uma análise das abordagens investigativas de trabalhos sobre sequências didáticas: tendências no ensino de ciências. In: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências e I Congresso Iberoamericano de Educação em Ciências, 2012, Campinas, SP. Atas do VIII ENPEC – I CIEC. Rio de Janeiro, RJ: ABRAPEC, 2012. v. 1. p. 1-12.</p> <p>KAPP, K. The gamification of learning and instruction: game-based methods and strategies for training and education. San Francisco: Pfeiffer, 2012.</p> <p>MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H.; ROMANELLI, L. I. Quim. Nova. n.32, p. 273-277, 2000.</p> <p>MORTIMER, Eduardo Fleury; MACHADO, Andréa Horta. Química: ensino médio. 3. ed. v. 1. São Paulo: Scipione, 2016.</p> <p>SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos (coord). Química cidadã: ensino médio. 3. ed. v. 1. São Paulo: Editora AJS, 2016.</p> <p>SCHELL, J. A Arte de Game Design: o livro original. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011</p> <p>WERBACH, K.; HUNTER, D. For The Win: How Game Thinking Can Revolutionize Your Business. Filadélfia, Pensilvânia: Wharton Digital Press, 2012.</p>
---------------	--

ORIENTAÇÕES:

Este Framework adaptado pode ser uma contribuição para guiar os professores em um planejamento didático da gamificação voltado para ambientes de aprendizagem.

Considerando o aspecto macroestrutural da SD, em primeiro lugar, deve apresentar atividades ordenadas sequencialmente para atender ao objetivo educativo a que se destina, para assim, determinar quais relações podem ser estabelecidas entre os conteúdos e as próprias atividades. Os elementos da gamificação podem ser integrados segundo os níveis hierárquicos listados abaixo:

- **Dinâmicas:** São os aspectos gerais do sistema gamificado que deve-se considerar e gerenciar durante todo o desenvolvimento.

- **Mecânicas:** Constituem os processos básicos e os meios mediacionais utilizados que impulsionam a ação e geram o envolvimento dos indivíduos. Cada mecânica está vinculada a uma ou mais dinâmicas.
- **Componentes:** Consistem nas formas mais específicas que a mecânica ou a dinâmica podem assumir, especialmente por meio de elementos ligados à estética. Cada componente está vinculado a um ou mais elementos de nível superior.

Os métodos de avaliação devem ser condizentes com os objetivos e conteúdos (Conceituais, Procedimentais e Atitudinais) propostos. Recomenda-se verificar se a avaliação é integrada ao longo da SD ou apresentada no final, ou seja, avalia-se todo o percurso do aluno ou a avaliação é prioritariamente classificatória vinculada aos resultados a serem atingidos.

APÊNDICE F – Tabela de Recursos Digitais utilizados

Recurso	Descrição	Link para acesso
Canva Education	O Canva para Educação está disponível para professores da educação básica (ensino fundamental e médio), para seus alunos e para escolas e instituições qualificadas. Oferece ferramentas para educadores, como integrações com sistemas de gestão de aprendizagem, compartilhamento de tarefas com os alunos e milhares de modelos educacionais de alta qualidade. Com uma conta do Canva é possível fazer o upgrade para o Canva Education.	https://www.canva.com/pt_br/educacao/
Mirror, Dollify, ToonArt	Direcionados para criação de emojis, avatares personalizados, memes e fotos em desenho de inteligência artificial. O usuário pode usar emojis inteligentes e enviar suas histórias a todas as redes sociais, chat e messenger.	Mirror: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.mirrorai.app&hl=pt_BR Dollify: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.davexp.dollify&hl=pt_BR ToonArt: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.lyrebirdstudio.toonart&hl=pt_BR
Whatsapp	Por meio de uma conexão com a internet, o aplicativo Whatsapp permite a troca entre usuários de diversos tipos de mídias, como imagens, documentos, áudios, vídeos e mensagens escritas. O Whatsapp como ferramenta pedagógica pode contribuir para o processo de ensino e aprendizagem na medida em que facilita o engajamento e auxilia na comunicação.	https://play.google.com/store/apps/details?id=com.whatsapp&hl=pt_BR
PhET Colorado	O projeto Simulações Interativas PhET da Universidade do Colorado cria simulações interativas gratuitas de Ciências e Matemática. As Sims PhET baseiam-se em extensa pesquisa em educação e envolvem os alunos através de um ambiente intuitivo e lúdico. Professores têm acesso a dicas para cada simulador e orientações em vídeos, recursos para ensinar com as simulações e atividades compartilhadas pela comunidade de professores.	https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/build-an-atom
Plickers	É uma plataforma de avaliação semelhante ao Kahoot e ao Socrative, porém com uma vantagem distinta: os alunos não precisam de	https://www.plickers.com/library

	dispositivos conectados à internet para participar dos testes. Isso o torna uma opção viável para salas de aula com recursos tecnológicos limitados, como ausência de laboratório de informática ou de smartphones para os alunos.	
Quizizz	É uma plataforma que permite produzir questionários de uma forma divertida. Através da formulação de itens de seleção, permite a recolha de informação e o feedback necessário em tempo real, seja em contexto de sala de aula (síncrono), seja enquanto tarefa realizada em casa (assíncrono).	https://quizizz.com/?lng=pt-BR
Nearpod	A plataforma permite criar lições interativas, a partir da inserção de recursos (painel colaborativo, vídeos, jogo, quizzes, conteúdos da web etc.) em um slide criado na plataforma ou importado de outra ferramenta. A função básica é criar ou importar slides e incluir tais recursos entre as páginas da apresentação. É possível projetar os slides e para o acompanhamento dos alunos, eles precisam acessar com o código da lição pelo app da plataforma ou no site na web.	https://nearpod.com/
3D Periodic Table	A plataforma permite que seus usuários interajam com representações de átomos em realidade aumentada. Por meio de um smartphone com sistema operacional Android é possível escolher o elemento químico de interesse e apontar a câmera do celular para uma área específica do ambiente e será projetada a estrutura atômica representativa.	https://artsexperiments.withgoogle.com/periodic-table/

APÊNDICE G – Planilhas da Plataforma de gerenciamento de atividades

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	PONTUAÇÃO	RANKING	NOME	PONTUAÇÃO
		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 (Plickers)	No Mundo Quântico (Quizizz)	A Química tem História (Vídeo e Nearpod)	Desvendando os elétrons (Exercícios)	Uma aventura pela tabela periódica (Pesquisa e Realidade Aumentada)	Total das atividades	1	Bia	721,1
	BigGugs07	100	0	75	65,4	100	100	140	580,4	2	Gi	629,3
	Bia	50	25	50	59,3	80	77,5	180	521,8	3	Biel	599
	Pedrin	100	25	25	0	80	65	100	395	4	Fran	598
	Lanna	100	0	25	60,8	100	55	180	520,8	5	BigGugs07	580,4

RECOMPENSAS				PODERES				RESTRICÇÕES				
REPRESENTAÇÃO	AÇÕES	REGRAS	MOEDAS	ITEM	NOME	DESCRIÇÃO	MOEDAS	ITEM	NOME	DESCRIÇÃO	REGRAS	MOEDAS
	Atividade Concluída	A cada atividade concluída completamente e apresentada o aventureiro ganha até 5 moedas.	Até 5		O Perguntador	O aventureiro (a) poderá elaborar uma pergunta significativa sobre o tema em estudo para um aluno ou time específico.	30		O Ilustrador	Deverá ilustrar um átomo de um elemento químico escolhido.	O(A) aventureiro(a) que falte a aula, deverá ilustrar o átomo de um elemento químico escolhido, representando o núcleo, a eletrosfera e as partículas subatômicas.	-20
	Desenvoltura	O aventureiro que defender suas ideias com desenvoltura, convicção e segurança obterá as moedas.	5		Ajuda em apuros	O(A) aventureiro(a) que possuir essa habilidade, pode pedir socorro a um dos colegas de sua escola em qualquer situação de apuros.	40		Cientista da área	Deverá pesquisar sobre a biografia de um (a) cientista (a) que contribuiu para a química.	O(A) aventureiro(a) que chegar atrasado na aula deverá entregar uma pesquisa sobre a biografia de algum (a) cientista (a) da área da química, entregar e apresentar na aula seguinte para a turma.	-10
	Criatividade	Representar o acontecimento nas atividades. O(A) aventureiro(a) deve explicar qual o ponto de criatividade e estas serão confirmadas pelo professor e demais colegas.	5		Socorro do Mentor	Possibilita ao aventureiro(a) uma ajuda especial na defesa de suas ideias ou em dicas para avançar no jogo.	30		O escritor	Deverá escrever uma análise crítica resumida do texto.	O(A) aventureiro(a) que apresentar sua atividade com muitos erros de português deverá produzir uma análise crítica do texto em questão ou outro.	-20
	Pontualidade	Cada atividade entregue no prazo estipulado o aventureiro ganha 5 moedas.	5		Quebra corrente	Quebra as correntes de qualquer restrição, exceto "O escritor".	40		Cultura e Arte	Deverá produzir uma mini paródia, poesia ou poema ou arte gráfica ou relacionado, de um tema da química em estudo.	O(A) aventureiro(a) que entregar a atividade com atraso, terá que produzir uma desza antes a partir de um tema escolhido e apresentar ao professor.	-10

STATUS DA AVENTUREIRA						
	BIA MENDES					
ITENS DE PROGRESSO	DESCRIÇÃO	PODERES	MOEDAS GASTAS	RESTRICÇÕES	MOEDAS PERDIDAS	73
						

1ª JORNADA		
RECOMPENSA	Desafio 1	Desafio 2
Atividade Concluída	3	5
Desenvoltura	0	5
Criatividade	0	0
Pontualidade	5	5

2ª JORNADA		
RECOMPENSA	Desafio 3	Bônus 1
Atividade Concluída	5	5
Desenvoltura	5	5
Criatividade	0	0
Pontualidade	5	5

3ª JORNADA		
RECOMPENSA	Desafio 4	Bônus 2
Atividade Concluída	5	0
Desenvoltura	5	0
Criatividade	5	0
Pontualidade	5	0

4ª JORNADA	
RECOMPENSA	DESAFIO FINAL
Atividade Concluída	0
Desenvoltura	0
Criatividade	0
Pontualidade	0