


ABORDAGENS GAMIFICADAS PARA O ENSINO DE FÍSICA: SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ESTUDO DE SATÉLITES E GPS

 <https://doi.org/10.56238/arev6n3-150>

Data de submissão: 13/10/2024

Data de publicação: 13/11/2024

Silvio Luiz Rutz da Silva

Doutor em Ciência dos Materiais – UFRGS – RS; 2001
Departamento de Física; Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física – Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física – Polo 35; Universidade Estadual de Ponta Grossa
E-mail: rutz@urpg.br
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1859-9018>
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2928452720980161>

Luis Henrique Mendes de Souza

Mestre em Ensino de Física – UEPG – PR; 2024
Secretaria de Estado da Educação – PR
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física – Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física – Polo 35; Universidade Estadual de Ponta Grossa
E-mail: luisfisicaufpr@hotmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1622-3797>
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9031783040721557>

RESUMO

O presente trabalho aborda o uso de gamificação e Role Playing Game (RPG) como metodologias para o ensino de Física, especificamente no estudo de satélites e do Sistema de Posicionamento Global (GPS). A questão-problema levantada foi a dificuldade de manter os alunos motivados e engajados com conceitos abstratos de Física no ensino médio. O objetivo da pesquisa foi desenvolver, implementar e avaliar uma sequência didática que integrasse esses conceitos utilizando práticas interativas, com foco em aumentar a motivação e o desenvolvimento cognitivo dos estudantes. A metodologia foi baseada nos referenciais da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que promove a aprendizagem ativa e o protagonismo estudantil, e na Teoria das Múltiplas Inteligências de Howard Gardner, que valoriza diferentes formas de aprender. A sequência didática, denominada Missão Aeroespacial Ultra-Secreta (M.A.U.S.), utilizou simuladores, Google Maps e atividades práticas em um contexto gamificado. Os resultados indicaram uma melhora significativa na compreensão dos conceitos físicos pelos alunos. O engajamento e a motivação também cresceram substancialmente. Apesar dos desafios relacionados ao acesso a tecnologias, a metodologia mostrou-se eficaz no ensino de conceitos abstratos e na promoção do trabalho colaborativo. Conclusões sugerem que a abordagem pode ser adaptada para outras disciplinas e contextos educacionais, além de apontar para futuras pesquisas sobre a aplicação de tecnologias emergentes, como a realidade aumentada, no ensino.

Palavras-chave: Ensino de Física, GPS, Lançamento de Satélites, Sequência Didática, Aprendizagem Significativa.

1 INTRODUÇÃO

O professor de Física no ensino médio muitas vezes enfrenta o desafio de manter os estudantes engajados e interessados em conceitos abstratos e, por vezes, distantes de sua realidade cotidiana. Este cenário é agravado quando se trata de tópicos complexos, como o lançamento de satélites e o funcionamento do Sistema de Posicionamento Global (GPS) (Woolnough, 1998; Bravo et al., 2017; Berge et al., 2019; Bouchée et al., 2021).

Esses temas, embora cada vez mais presentes na vida moderna, são ensinados de maneira que não conecta de forma prática os estudantes com suas aplicações no mundo real. Além disso, as dificuldades em integrar abordagens pedagógicas inovadoras ao currículo tradicional limitam a aprendizagem ativa e a motivação dos estudantes para temas científicos (Aji e Khan, 2019; Ferreira e Ferreira, 2019; López-Fernández et al., 2019; Ma et al., 2021; Oliveira et al., 2022).

A motivação principal deste estudo surgiu da necessidade de encontrar novas abordagens educacionais que possam não apenas aproximar os estudantes dos conceitos físicos complexos, mas também engajá-los de forma mais ativa no processo de ensino-aprendizagem. A utilização de metodologias como a gamificação e o Role Playing Game (RPG) foi vista como uma solução potencial para transformar o ensino de Física em algo mais interativo, contextualizado e relevante para os estudantes. Estas abordagens visam aumentar o engajamento e a motivação dos alunos, promovendo uma aprendizagem mais significativa (Ferreira e Ferreira, 2019; Saleem et al., 2021; Oliveira et al., 2022; Katanosaka et al., 2023).

Neste contexto, o uso do tema de satélites e GPS foi escolhido por sua relevância prática, uma vez que esses sistemas são amplamente utilizados em tecnologias cotidianas, como smartphones e dispositivos de navegação. O principal objetivo deste trabalho foi investigar, desenvolver e avaliar uma sequência didática que integrasse o lançamento de satélites e o Sistema de Posicionamento Global (GPS) ao ensino de Física, utilizando metodologias para melhorar a compreensão e engajamento dos estudantes. Neste contexto o produto educacional desenvolvido, denominado Missão Aeroespacial Ultra-Secreta (M.A.U.S.), foi implementado em uma turma do ensino médio, promovendo uma experiência de aprendizagem baseada em RPG.

A pesquisa buscou não apenas melhorar o entendimento conceitual dos estudantes sobre física espacial, mas também avaliar o impacto da sequência didática na motivação e desenvolvimento cognitivo, bem como na sua percepção sobre a importância prática dos conceitos abordados.

Essas questões foram exploradas por meio da análise dos resultados obtidos durante a aplicação da sequência didática, que envolveu a simulação do lançamento de satélites, resolução de problemas práticos e utilização de ferramentas digitais como o Google Maps e simuladores.

1.1 DIRETRIZES DA BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR (BNCC)

O projeto de pesquisa alinhou-se com as diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2018), ao promover uma aprendizagem ativa, focada no protagonismo estudantil, no uso de tecnologias digitais e na integração de conhecimentos científicos e tecnológicos ao estimular habilidades investigativas, competências científicas e a capacidade dos estudantes de interpretar, experimentar e argumentar sobre os conceitos de Física de forma prática e contextualizada. No contexto da sequência didática proposta, esses princípios foram aplicados por meio de atividades interativas e práticas que conectam o lançamento de satélites e o funcionamento do GPS com o cotidiano dos estudantes.

A sequência didática proposta no estudo foi elaborada em conformidade com as competências gerais e específicas estabelecidas pela BNCC. De maneira particular, a competência de pensamento científico, crítico e criativo foi abordada ao promover a investigação e a resolução de problemas práticos relacionados ao lançamento de satélites e ao funcionamento do Sistema de Posicionamento Global (GPS).

Esse enfoque visou estimular os estudantes a interpretarem fenômenos físicos de maneira crítica, utilizando o conhecimento científico para tomar decisões responsáveis e fundamentadas. A dimensão investigativa das Ciências da Natureza, conforme descrita na BNCC, também foi contemplada, incentivando os estudantes a identificarem problemas, formular questões, propor hipóteses e elaborar explicações.

A sequência didática estimulou essas práticas investigativas ao incluir atividades que envolviam a simulação de lançamentos de satélites e o uso de ferramentas digitais, como o Google Maps. Por meio dessas atividades, os estudantes puderam experimentar processos de modelagem científica e realizar previsões com base em dados coletados experimentalmente.

Um dos princípios fundamentais da BNCC é a promoção do protagonismo estudantil, ou seja, a participação ativa dos estudantes no processo de aprendizagem. Esse princípio foi aplicado no projeto por meio do uso de gamificação e Role Playing Game (RPG), que incentivaram os estudantes a assumirem o papel de cientistas e a tomar decisões relacionadas ao lançamento de satélites em uma narrativa imersiva. Essa abordagem permitiu que os estudantes não apenas recebessem o conhecimento de forma passiva, mas também construíssem ativamente seu aprendizado, explorando diferentes possibilidades e resolvendo problemas complexos em um contexto colaborativo.

Ao trabalhar em equipe, os estudantes puderam desenvolver competências como a comunicação, o trabalho em grupo e a tomada de decisões, aspectos enfatizados pela BNCC como essenciais para a formação integral do estudante. Além disso, a sequência didática foi planejada para

integrar o uso de tecnologias digitais no ensino de Física, um componente também reforçado pela BNCC como um meio eficaz para conectar o conteúdo escolar ao cotidiano dos estudantes e prepará-los para a realidade tecnológica contemporânea.

Em relação aos conteúdos curriculares, a BNCC propõe a integração de diferentes áreas do conhecimento, e a sequência didática adotou essa diretriz ao conectar tópicos de Física (como a gravitação e o movimento de projéteis) com a tecnologia (uso de satélites e GPS). Essa interdisciplinaridade é crucial para que os estudantes compreendam o conhecimento científico como algo aplicável a situações reais, como o uso diário de sistemas de navegação e localização.

As habilidades específicas da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias também foram abordadas. Por exemplo, a habilidade de analisar e interpretar movimentos de objetos com base nas interações gravitacionais foi trabalhada de forma prática, utilizando simuladores para representar o movimento de satélites.

A BNCC estabelece que os estudantes devem ser capazes de interpretar fenômenos naturais com base em modelos científicos e dados empíricos, e isso foi claramente aplicado nas atividades que envolviam a análise de trajetórias de lançamento e o cálculo de parâmetros como a velocidade e a altitude de satélites.

Outro aspecto importante da BNCC abordado no projeto foi o uso de ferramentas digitais no processo de ensino-aprendizagem. A BNCC sugere que os estudantes devem ser expostos a tecnologias que permitam a simulação e experimentação de fenômenos científicos de forma prática e visual.

Na sequência didática desenvolvida, o uso de simuladores como o PhET (Physics Education Technology) permitiu aos estudantes experimentarem de maneira interativa os conceitos de Física relacionados ao lançamento de satélites. Essas ferramentas são particularmente valiosas porque oferecem aos estudantes a oportunidade de testar hipóteses, observar resultados em tempo real e, assim, aprofundar seu entendimento sobre os conceitos abordados.

A BNCC também enfatiza a competência de argumentação, incentivando os estudantes a formularem e defender argumentos com base em evidências científicas. A sequência didática explorou essa competência ao encorajar os estudantes a discutirem e justificar suas escolhas durante as atividades de simulação de lançamentos de satélites. Os estudantes precisaram usar conceitos de Física para embasar suas decisões, praticando a construção de raciocínios lógicos e o uso da linguagem científica para comunicar suas ideias.

1.2 TEORIA DAS MÚLTIPLAS INTELIGÊNCIAS DE HOWARD GARDNER

A Teoria das Múltiplas Inteligências, proposta por Howard Gardner, revolucionou a compreensão sobre como as pessoas aprendem e processam informações. Segundo Gardner, a inteligência não é uma única capacidade geral medida por testes de QI, mas sim composta por diferentes formas de inteligência, cada uma responsável por um conjunto específico de habilidades (Gardner, 1994).

Essas inteligências múltiplas refletem a diversidade de competências humanas e a variedade de formas como o aprendizado pode ocorrer. A Teoria das Múltiplas Inteligências de Howard Gardner propõe uma visão mais ampla e diversificada da inteligência humana, desafiando a abordagem tradicional centrada no QI. Embora a teoria tenha sido amplamente adotada na educação, promovendo práticas que valorizam as diferentes formas de inteligência, ela ainda carece de validação empírica robusta. No entanto, seu impacto na forma como entendemos e abordamos a educação é inegável, incentivando uma maior personalização e inclusão no ensino (Avery, 1993; Sternberg, 1994; Allix, 2000).

Gardner identificou inicialmente sete tipos de inteligência, e mais tarde acrescentou outras, somando um total de nove inteligências.

- **Inteligência Lógico-Matemática:** Relacionada à capacidade de raciocínio lógico e à aptidão para resolver problemas matemáticos.
- **Inteligência Linguística:** Envolve a sensibilidade à linguagem falada e escrita.
- **Inteligência Espacial:** Refere-se à habilidade de perceber e manipular o espaço tridimensional.
- **Inteligência Corporal-Cinestésica:** Está ligada ao uso do corpo para resolver problemas ou criar produtos.
- **Inteligência Musical:** Relacionada à capacidade de compreender, criar e apreciar padrões musicais.
- **Inteligência Interpessoal:** Refere-se à habilidade de entender e interagir eficazmente com outras pessoas.
- **Inteligência Intrapessoal:** Relacionada à capacidade de introspecção e ao entendimento das próprias emoções, motivações e desejos.
- **Inteligência Naturalista:** Introduzida posteriormente, esta inteligência envolve a capacidade de identificar e categorizar elementos da natureza, como plantas, animais e padrões ecológicos.
- **Inteligência Existencial:** Embora menos discutida, essa inteligência se refere à habilidade de lidar com questões profundas da existência humana, como o sentido da vida e a morte.

A principal contribuição de Gardner para a educação foi a ideia de que cada estudante aprende de maneira diferente. Enquanto o sistema educacional tradicional tende a valorizar principalmente a inteligência lógico-matemática e linguística, Gardner argumenta que todas as formas de inteligência devem ser reconhecidas e desenvolvidas no ambiente escolar. Isso levou a práticas educacionais que consideram as diversas formas de aprender e conhecer, adaptando currículos, instruções e avaliações para melhor atender às necessidades individuais dos alunos (Eisner, 1994; Gardner, 1994; Anmol, 2019; Cavas e Cavas, 2020).

Ao identificar as inteligências dominantes de cada estudante, o professor pode personalizar sua abordagem pedagógica, oferecendo atividades que promovam não apenas o aprendizado conceitual, mas também o engajamento individual (Avery, 1998; Eisner, 2004; Anmol, 2019).

Por exemplo, em uma aula de Física utilizando a Teoria das Múltiplas Inteligências: estudantes com inteligência lógico-matemática podem se beneficiar de problemas que envolvam fórmulas e cálculos relacionados conteúdo de estudo (Rahbarnia et al., 2014; Azinar et al., 2020; Mayasari et al., 2021; Nurhajarurahmah, 2021); estudantes com inteligência espacial podem ser desafiados a desenhar diagramas ou utilizar simuladores (Hernández-Torrano et al., 2014; Ahvan e Pour, 2016; Nurhajarurahmah, 2021); estudantes com inteligência interpessoal podem ser incentivados a trabalhar em equipe para resolver desafios, enquanto aqueles com inteligência intrapessoal podem ser encorajados a refletir sobre como o conhecimento adquirido impacta sua percepção do mundo (Barrington, 2004; Lai e Yap, 2016; Cavas e Cavas, 2020).

A aplicação desta teoria em diferentes níveis educacionais e contextos tem mostrado benefícios significativos, especialmente em termos de inclusão e eficácia pedagógica.

1.3 GAMIFICAÇÃO E ROLE PLAYING GAME (RPG)

Essas metodologias possibilitam aumentar o engajamento, motivar os estudantes e tornar o aprendizado mais interativo e significativo. A seguir, são detalhados esses dois conceitos e sua aplicação no projeto descrito.

Gamificação refere-se à aplicação de elementos de design de jogos em contextos educacionais não lúdicos, com o objetivo de tornar o processo de aprendizado mais atrativo e motivador sendo que diversos estudos têm investigado os efeitos da gamificação sobre a motivação, o engajamento e os resultados de aprendizagem dos estudantes. (Buckley e Doyle, 2016; Zainuddin, 2020; Manzano-León et al., 2021).

A gamificação é uma abordagem pedagógica que utiliza elementos de jogos para aumentar a motivação e o engajamento dos estudantes em atividades educacionais. A ideia central da gamificação

é aumentar a motivação intrínseca dos estudantes, fazendo com que se envolvam mais nas atividades e se sintam desafiados a cumprir metas e alcançar objetivos educacionais por meio de uma abordagem divertida e competitiva (Buckley e Doyle, 2016; Xu et al., 2021; Jones et al., 2022; García-López et al., 2023).

Role Playing Game (RPG) é uma metodologia educacional em que os estudantes assumem papéis fictícios e participam de narrativas imersivas, com o objetivo de resolver problemas e tomar decisões baseadas no contexto do jogo e esta abordagem tem ganhado atenção crescente no campo da educação devido ao seu potencial para engajar e motivar os alunos. (Bagès et al., 2020; Gatsakou, 2021; Ortolani e Ortolani, 2021; Afandi et al., 2022).

No entanto, a eficácia dessa metodologia depende de uma implementação cuidadosa e de uma orientação adequada para garantir que os objetivos educacionais sejam alcançados. Com mais pesquisas e desenvolvimento, os RPGs podem se tornar uma ferramenta padrão em ambientes educacionais, beneficiando tanto alunos quanto educadores (Wang, 2020; Cullinan e Genova, 2023).

A combinação de gamificação e RPG no ensino de Física, possibilita vários benefícios educacionais:

- **Engajamento e Motivação:** gamificação e RPG possibilitam um ambiente de aprendizado mais atrativo, onde os estudantes se sentiram mais envolvidos nas atividades e motivados a aprender (Subhash e Cudney, 2018; Sailer e Homner, 2019; Zainuddin et al., 2020; Zhang et al., 2021).
- **Aprendizagem Significativa:** por meio do RPG, os estudantes podem conectar os conceitos teóricos da Física com situações práticas e reais, tornando o aprendizado mais relevante e aplicável ao mundo fora da sala de aula (Wegener, 2012; Boas et al., 2017; Sitko e Costa-Lobo, 2018).
- **Colaboração e Trabalho em Equipe:** o formato de RPG possibilita o trabalho em equipe, onde os estudantes precisaram colaborar para resolver problemas complexos. Isso ajuda a desenvolver habilidades interpessoais, além de facilitar a troca de conhecimentos entre os estudantes (Zhang, 2013; Riivari, 2021).
- **Desenvolvimento Cognitivo:** a abordagem lúdica promove o desenvolvimento de habilidades cognitivas, como pensamento crítico e resolução de problemas, pois os estudantes precisaram aplicar conceitos teóricos para tomar decisões no jogo, aprimorando sua capacidade de pensar de maneira lógica e criativa (Sailer e Homner, 2019; Fonseca, 2023; Lukman, 2023; Samala, 2023).
- **Autonomia e Protagonismo Estudantil:** tanto a gamificação quanto o RPG colocaram os estudantes no centro do processo de ensino-aprendizagem, estimulando o protagonismo e a

autonomia. Os estudantes não são meros receptores de informações, mas atores ativos que constroem seu próprio conhecimento ao longo do jogo e das atividades propostas (Yildirim, 2017; Zainuddin et al., 2020; Montenegro-Rueda et al., 2023).

Neste trabalho, a aplicação da Teoria das Múltiplas Inteligências foi potencializada pela gamificação e pelo uso de RPG, por meio de atividades e abordagens proporcionada pela sequência didática baseada em RPG, pois possibilitam, os estudantes assumiram papéis de cientistas, trabalhando colaborativamente e usando suas habilidades individuais. Além disso, o formato gamificado oferece recompensas e desafios que estimularam tanto o aprendizado lógico quanto o criativo, respeitando as variações nas formas de aprendizado entre os estudantes.

2 METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada no âmbito do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), dentro do programa de pós-graduação da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), e teve como local de implementação o Colégio Estadual Conselheiro Carrão, localizado em Curitiba-PR.

A pesquisa foi realizada com estudantes do terceiro ano do ensino médio, cuja faixa etária varia entre 16 e 18 anos. Esses estudantes eram, em sua maioria, provenientes de um contexto educacional típico de escolas públicas, enfrentando desafios como falta de motivação para o aprendizado e dificuldades em compreender conceitos abstratos relacionados à Física.

A metodologia aplicada neste trabalho, incluiu sequência didática, que incorporou uma variedade de atividades que permitiram aos estudantes explorarem diferentes tipos de habilidades e inteligências. Ao trabalhar em equipe e assumir papéis específicos, os estudantes foram estimulados a desenvolver tanto suas competências individuais quanto coletivas, favorecendo um processo de aprendizagem inclusivo e colaborativo.

Utilizou-se os conceitos de gamificação e Role Playing Game (RPG) como ferramentas metodológicas para aumentar o engajamento dos estudantes. A gamificação foi empregada para tornar o processo de ensino mais dinâmico e motivador, utilizando elementos típicos de jogos, como desafios, metas e recompensas, para incentivar a participação ativa dos estudantes (referência).

O RPG foi utilizado de forma mais imersiva, onde os estudantes assumiam papéis de cientistas responsáveis por missões espaciais, simulando o lançamento de satélites e a utilização de tecnologias GPS. Esse formato de ensino foi fundamental para promover um aprendizado contextualizado,

permitindo que os estudantes experimentassem e aplicassem conceitos de Física de maneira prática e envolvente.

A gamificação foi implementada por meio da criação de metas claras, missões e pontos de recompensa. Os estudantes eram incentivados a completar tarefas específicas, como resolver problemas de Física relacionados ao lançamento de satélites e à operação do GPS, em um formato similar a um jogo, onde cada conquista gerava recompensas, como o avanço em níveis de aprendizado ou a obtenção de prêmios simbólicos.

Essa abordagem aumentou significativamente o interesse dos estudantes e os motivou a resolver problemas complexos, pois o aprendizado foi transformado em uma atividade envolvente, com elementos de competição e cooperação e proporcionou uma experiência de aprendizagem imersiva, onde os estudantes tinham que usar seus conhecimentos de Física para tomar decisões durante a missão.

A narrativa do RPG foi denominada "Missão Aeroespacial Ultra-Secreta (M.A.U.S.)" e foi aplicada em uma turma do terceiro ano do ensino médio de um colégio público na cidade de Curitiba - PR. Nessa atividade, os estudantes desempenharam papéis de oficiais científicos encarregados de planejar e executar o lançamento de satélites, seguindo instruções mínimas de um professor que atuou mais como um facilitador do processo.

O RPG foi utilizado como uma ferramenta central para engajar os estudantes em um cenário fictício em que eles assumiam o papel de cientistas responsáveis pelo lançamento de satélites e a operação do sistema GPS o que permitiu que os estudantes trabalhassem em equipe, desenvolvessem habilidades de resolução de problemas e pensamento crítico, e aplicassem conceitos teóricos de Física de forma prática.

Os estudantes precisavam calcular trajetórias de satélites, determinar o momento ideal para o lançamento e prever o comportamento do sistema GPS, utilizando simuladores para testar suas hipóteses. Cada estudante tinha um papel específico na missão, e a colaboração entre os diferentes cientistas era crucial para o sucesso da operação.

2.1 A SEQUÊNCIA DIDÁTICA: MISSÃO AEROESPACIAL ULTRA SECRETA (M.A.U.S.),

A sequência didática tem como foco o ensino de conceitos de Física relacionados ao lançamento de satélites e ao Sistema de Posicionamento Global (GPS), foi desenvolvida no formato de gamificação e RPG. A seguir, apresenta-se os detalhes da estrutura e aplicação dessa sequência didática.

A sequência didática foi organizada como uma narrativa imersiva no formato de RPG, denominada Missão Aeroespacial Ultra Secreta (M.A.U.S.), onde os estudantes assumiram papéis de cientistas responsáveis por uma missão espacial.

O objetivo principal dessa sequência foi integrar conceitos físicos complexos ao ensino médio, utilizando uma abordagem que conectasse os conteúdos teóricos à aplicação prática, tornando-os mais acessíveis e interessantes para os estudantes.

A sequência didática inicia com uma introdução ao tema do lançamento de satélites e do GPS, destacando sua relevância prática no cotidiano dos estudantes, como o uso de sistemas de navegação em smartphones e tecnologias de comunicação. A ideia foi mostrar como esses sistemas dependem de conceitos físicos que os estudantes poderiam explorar durante as atividades.

Na introdução, os estudantes foram apresentados à narrativa do RPG, sendo divididos em equipes e assumindo o papel de oficiais científicos com a missão de realizar o lançamento de satélites para apoiar uma agência fictícia. Nesse momento, foi feito um briefing da missão, detalhando o papel de cada equipe e seus objetivos.

Os estudantes foram divididos em equipes e cada uma recebeu uma função específica dentro da narrativa do RPG. As funções variavam entre: Oficiais de física: responsáveis por calcular os parâmetros de lançamento do satélite, como a trajetória e a velocidade inicial; Oficiais de comunicação: encarregados de determinar a posição dos satélites e garantir a cobertura de sinal GPS; e Oficiais de missão: supervisionando a operação geral e a tomada de decisões estratégicas para o sucesso da missão. Essa divisão de papéis permitiu que os estudantes trabalhassem em equipe, colaborando entre si para resolver problemas e alcançar os objetivos da missão.

A sequência didática foi estruturada de modo a integrar os conceitos físicos relacionados ao lançamento de satélites e ao funcionamento do GPS, como: Gravitação Universal; Movimento de projéteis; e Ondas eletromagnéticas e GPS. Esses conceitos foram explorados por meio de atividades práticas e experimentações, utilizando simuladores digitais, como o PhET, que permitiram aos estudantes visualizarem e ajustar os parâmetros das simulações de lançamento de satélites.

Uma parte importante da sequência didática foi o uso de simuladores digitais, como o PhET, que permitiram aos estudantes experimentarem virtualmente o lançamento de satélites e o funcionamento do GPS. Além disso, o Google Maps foi integrado ao processo para mostrar a aplicação do GPS em tempo real, destacando como os conceitos de trilateração e triangulação de satélites são usados para determinar a posição de objetos na superfície da Terra.

Os estudantes foram desafiados a resolver problemas e tomar decisões ao longo da sequência didática. A narrativa do RPG impôs situações em que as equipes precisavam calcular parâmetros de lançamento, ajustar trajetórias e corrigir eventuais falhas na comunicação dos satélites.

Esses desafios envolveram a aplicação prática dos conceitos teóricos aprendidos em sala de aula. Por exemplo, os estudantes precisavam calcular a velocidade de escape necessária para que o satélite atingisse a órbita correta e usar equações de movimento para prever o comportamento dos projéteis (satélites) no espaço.

Ao final da sequência didática, houve uma avaliação, na qual os estudantes refletiram sobre os desafios enfrentados e as soluções encontradas. A avaliação incluiu:

Feedback entre os estudantes: os estudantes discutiram em grupo sobre o que funcionou ou não durante as atividades, promovendo uma reflexão colaborativa sobre o processo de aprendizado.

Depoimentos: os estudantes relataram suas experiências durante a missão, enfatizando o quanto o uso de RPG e gamificação contribuiu para aumentar sua motivação e interesse pelos conceitos de Física.

2.2 COLETA E ANÁLISE DE DADOS

A coleta de dados e a análise se deram de forma estruturada, com o objetivo de avaliar o impacto da sequência didática na aprendizagem dos estudantes, seu desenvolvimento cognitivo e a percepção sobre o uso da gamificação e do RPG no ensino de Física. A seguir, detalha-se o processo de coleta e análise de dados conforme descrito no trabalho.

A coleta de dados foi realizada durante a implementação da sequência didática. Foram utilizados múltiplos métodos para garantir que diferentes aspectos do processo de ensino-aprendizagem fossem capturados, focando tanto na performance cognitiva dos estudantes quanto em suas percepções qualitativas sobre o método.

Durante as atividades da Missão Aeroespacial Ultra Secreta (M.A.U.S.), pesquisador atuou como observador e registrou comportamentos dos estudantes, sua interação com os colegas e com as ferramentas utilizadas, além do nível de engajamento nas atividades. Essas observações foram anotadas ao longo das diferentes etapas da sequência didática, com o intuito de avaliar como os estudantes reagem às atividades de gamificação e RPG, bem como seus esforços para resolver problemas práticos relacionados aos conceitos de Física.

Ao término da sequência didática, os estudantes responderam a questionários elaborados para coletar dados sobre suas percepções e experiências com o uso da gamificação e do RPG. Os questionários incluíram perguntas abertas e fechadas, abrangendo temas como: Nível de interesse pelos

temas abordados antes e após a sequência; Dificuldade percebida em relação aos conceitos físicos trabalhados (como gravitação e movimento de satélites); Engajamento nas atividades de RPG e gamificação; e Percepção sobre o trabalho em equipe e sobre o uso de tecnologias digitais (simuladores e Google Maps).

Esses questionários ajudaram a entender como os estudantes avaliaram a experiência de aprendizado e se houve uma mudança em suas atitudes em relação à Física e ao uso de tecnologias no ensino.

Para avaliar o impacto da sequência didática no desenvolvimento cognitivo dos estudantes, foram utilizados instrumentos de avaliação antes e depois da aplicação das atividades. Isso incluiu a aplicação de testes relacionados aos conceitos físicos abordados, como o lançamento de satélites, movimento parabólico e ondas eletromagnéticas. Os resultados dos testes forneceram uma base quantitativa para medir o progresso dos estudantes em termos de compreensão conceitual.

Os testes de desempenho, foram aplicados antes e depois da implementação da sequência didática para avaliar a evolução dos alunos no entendimento dos conceitos físicos abordados, como o lançamento de satélites e o funcionamento do GPS. Esses testes foram focados em questões que mediam a compreensão conceitual dos alunos em tópicos como: Gravitação universal: cálculo da força gravitacional e o entendimento de como ela afeta o movimento dos satélites; Movimento parabólico: avaliação da capacidade dos alunos de resolver problemas de trajetória e velocidade de satélites em movimento; e Ondas eletromagnéticas e GPS: compreensão de como as ondas são usadas para transmitir dados de localização no sistema de GPS.

Os testes tinham o objetivo de verificar se os alunos conseguiram aplicar os conceitos teóricos de maneira prática após participarem das atividades gamificadas e do RPG.

Ao término da sequência didática, os alunos responderam a questionários de percepção que incluíam perguntas abertas e fechadas. Esses questionários foram criados para coletar informações sobre as percepções e experiências dos alunos com a metodologia inovadora. Os principais tópicos avaliados nos questionários foram: nível de interesse pelos conceitos de Física antes e depois da sequência didática; dificuldade percebida em relação aos conceitos físicos abordados, como gravitação e movimento de satélites; engajamento nas atividades de gamificação e RPG, perguntando se os alunos se sentiram mais motivados a participar das aulas e a interagir com os colegas; e percepção sobre o trabalho em equipe e o uso de tecnologias digitais (simuladores e Google Maps).

Durante a aplicação da sequência didática, o professor atuou como observador, registrando o comportamento dos alunos, sua interação com os colegas e o nível de engajamento nas atividades. As observações foram anotadas ao longo das diferentes etapas da sequência didática, com foco em: A

participação ativa dos alunos nas atividades propostas; a capacidade dos alunos de resolver problemas e colaborar em equipe; e a reação dos alunos aos desafios e missões propostas durante o RPG, incluindo o grau de autonomia e protagonismo demonstrado. Essas observações complementaram os questionários e forneceram uma visão prática e contínua do envolvimento dos alunos durante a sequência.

Ao final da sequência didática, foi realizada uma avaliação, na qual os alunos refletiram sobre as atividades desenvolvidas e discutiram em grupo o que funcionou ou não. Essa avaliação incluiu: Feedback entre os alunos: Os alunos discutiram suas percepções sobre o desempenho das equipes, identificando os desafios e as soluções encontradas ao longo do processo; Depoimentos: Os alunos compartilharam suas experiências sobre como o RPG e a gamificação contribuíram para o aumento do interesse pelos conceitos de Física.

A avaliação teve um papel importante em promover a reflexão colaborativa e a autoavaliação, permitindo que os alunos compreendessem seu próprio processo de aprendizagem e se engajassem ativamente na revisão de seus esforços.

Após a coleta de dados, a análise dos resultados foi feita de forma quantitativa e qualitativa: Quantitativa: Os dados dos testes foram analisados estatisticamente para comparar a evolução dos alunos antes e depois da sequência. Essa comparação incluiu a análise de erros e acertos em problemas relacionados à gravitação, movimento e GPS; Qualitativa: As respostas dos questionários e as observações em sala foram categorizadas para identificar padrões de percepção dos alunos em relação à metodologia aplicada. Foram criadas categorias como motivação, engajamento e percepção das dificuldades, que ajudaram a identificar a aceitação da metodologia por parte dos alunos.

Os resultados dos testes de desempenho foram comparados antes e depois da implementação da sequência didática. Essa análise foi feita para verificar o quanto a sequência influenciou na compreensão dos conceitos de Física. Foram considerados: A quantidade de erros cometidos antes e após a aplicação da sequência; A evolução dos estudantes em relação à capacidade de resolver problemas específicos, como o cálculo de trajetórias de satélites e a utilização dos conceitos de gravidade e movimento.

Esses dados foram analisados estatisticamente, utilizando técnicas básicas de comparação de médias, para avaliar o impacto direto da sequência didática no desempenho cognitivo dos estudantes.

A análise qualitativa foi conduzida com base nos questionários e nas observações em sala. As respostas dos questionários foram categorizadas e analisadas para identificar padrões nas percepções dos estudantes. Foram criadas categorias, como: Motivação: o quanto os estudantes se sentiram motivados a aprender Física com a abordagem gamificada; Engajamento: a disposição dos estudantes

em participar das atividades e colaborar com os colegas; e Percepção sobre dificuldades: como os estudantes avaliaram a dificuldade dos conceitos após a aplicação da sequência didática e se sentiram que a metodologia facilitou a aprendizagem.

As observações em sala também forneceram dados qualitativos sobre o comportamento dos estudantes durante as atividades, permitindo a análise de fatores como a colaboração, participação ativa e a confiança demonstrada durante a execução das tarefas. A partir disso, foram identificadas as fortalezas e fragilidades da metodologia aplicada, bem como o grau de aceitação dos estudantes em relação ao uso de simuladores e ferramentas digitais no ensino.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os principais resultados observados durante a aplicação da sequência didática baseada em gamificação e RPG mostraram um impacto significativo no desenvolvimento cognitivo dos estudantes, bem como na sua motivação e engajamento com o aprendizado de conceitos de Física.

Os testes realizados antes e depois da aplicação da sequência didática indicaram uma melhora substancial na compreensão dos conceitos físicos relacionados ao lançamento de satélites e ao funcionamento do GPS. Isso demonstra que a metodologia inovadora, que integrou gamificação e RPG, foi eficaz em facilitar a fixação de conteúdos complexos, especialmente os relacionados à gravitação e ao movimento parabólico.

Um dos efeitos mais notáveis foi o aumento do engajamento dos alunos durante as atividades. A participação ativa dos alunos nas atividades, a interação entre eles e a motivação para resolver os problemas relacionados à missão espacial foram significativamente ampliadas pela abordagem lúdica e colaborativa da sequência.

A motivação dos estudantes também aumentou de maneira perceptível, uma vez que os estudantes relataram que o formato gamificado tornou o conteúdo de Física mais atraente e acessível, quebrando a barreira inicial de desinteresse comum em aulas de conceitos teóricos. A seguir apresenta-se o relato final de dois dos estudantes,

Estudante identificado como A-27, relato 1:

“Desde o começo do ano essas 4 aulas foram as que eu mais gostei, e acho que foram as que eu mais interagi também. As missões foram muito legais, o jeito que o professor digitalizou as missões foi maneiro, o jeito como explicou e interagiu com a gente foi muito legal. Eu nunca tinha procurado saber sobre satélites e nessas aulas aprendi até como um foguete lança um satélite, descobri que o primeiro satélite lançado no espaço se chama SPUTNIK. E foi nessas aulas que eu consegui entender e aprender sobre as fórmulas, aprendi a montar e resolver as contas. Nessas aulas minha turma se transformou em um G.I.S (grupo de inteligência secreto) cada estudante virou um oficial cientista cada um com um codinome, o meu era tcr-27, e agora estávamos em uma Missão Aeroespacial Ultra Secreta, com o objetivo de desenvolver e mandar um novo satélite para o espaço. Esqueci de falar que o nome da turma 3ºA nessa missão

se tornou SPUTNIK em homenagem ao primeiro satélite enviado no espaço. Eu gostei de todas as 4 missões, porém a número 4: simulação de lançamentos de foguetes usando o PHET foi a que mais gostei, e nessa tínhamos que acertar um alvo de 20,0m com um “canhão” mechemos na massa, diâmetro, gravidade, resistência do ar e altitude tínhamos que alterar tudo isso para acertar o alvo mas como isso foi prático foi bem interessante. (Dados da Pesquisa, 2022)”.

Estudante identificado como A-22, relato 2:

“Na aula do dia 22/09, quinta-feira, tivemos aulas muito didáticas dadas pelo professor Luís. A atividade consistia basicamente em um RPG, onde os alunos faziam parte de um grupo de inteligência secreto (G.I.S). O exercício foi dividido em partes, 4 missões. A primeira delas era criar um codinome para “tempos de guerra”, também devíamos preencher a nossa localidade, não podendo ser a cidade de Curitiba- PR e nem Pitanga- PR. Em sequência, na missão 2, os alunos (oficiais cientistas), tinham a tarefa de descobrir a força gravitacional e também o valor da massa da terra M . A e massa do satélite m , adotamos o número de chamada individual e o R utilizamos sites de pesquisa, já a missão 3, tivemos que encontrar a força de arrasto que é representada pela letra W . Depois de realizar todos os exercícios propostos nós nos preparamos para as simulações de lançamento que vão acontecer na sequência e revisar o preenchimento correto do cartão de operações. É fundamental que tudo esteja correto até aqui. Na última missão, tivemos uma tarefa bem dinâmica usando um aplicativo de simulação de lançamento de foguete, o objetivo era atingir o alvo preenchendo os dados com o que já tínhamos e alterando só a massa. Falando de experiência pessoal, foi uma aula divertida que prendeu nossa atenção e nos fez ficar mais interessados no conteúdo. Gostaria que tivéssemos mais aulas desse estilo. (Dados da Pesquisa, 2022)”.

Um ponto de destaque foi o trabalho em equipe, pois a atividade em RPG exigiu uma forte colaboração entre os alunos, uma vez que cada um desempenhava um papel específico na missão aeroespacial. A capacidade de trabalhar em grupo foi bem avaliada pelos próprios alunos, e o nível de colaboração aumentou, conforme as observações em sala e as respostas aos questionários.

Outro aspecto a ser considerado diz respeito à limitação de acesso a tecnologias em uma escola pública, que se constitui em um dos principais desafios durante a aplicação da sequência didática baseada em gamificação e RPG. Essa limitação afetou, principalmente, o uso de simuladores digitais e outras ferramentas tecnológicas, essenciais para a implementação completa das atividades planejadas.

Como o estudo foi realizado em uma escola pública com recursos limitados, houve dificuldades no acesso a dispositivos tecnológicos adequados, como computadores e dispositivos com conexão à internet de alta qualidade. A falta de infraestrutura adequada, comum em muitas escolas públicas no Brasil, limitou o uso pleno de tecnologias como: Simuladores de física, como o PhET, que seriam utilizados para ajudar os alunos a visualizarem e experimentar o lançamento de satélites e o funcionamento do GPS; Ferramentas online, como o Google Maps, que permitiriam uma aplicação prática do sistema de GPS.

Devido a essas limitações, o uso de tecnologias teve que ser adaptado de acordo com a disponibilidade de recursos. Em alguns momentos, as simulações planejadas tiveram que ser

simplificadas ou ajustadas ao tempo disponível e à capacidade tecnológica da escola. Isso exigiu o uso de metodologias alternativas ou de demonstrar das simulações em razão de existirem poucos dispositivos para toda a turma.

A falta de acesso a tecnologias afetou o engajamento dos alunos em alguns momentos, já que uma parte importante da proposta pedagógica dependia da interação prática com as ferramentas digitais. Essa limitação também representou um obstáculo para a total exploração da sequência didática, pois impediu que os alunos pudessem testar plenamente suas hipóteses e manipular variáveis em simuladores de forma autônoma e individual.

Essas limitações são comuns em escolas públicas brasileiras, realçando a necessidade de maior investimento em infraestrutura tecnológica para que metodologias ativas e inovadoras, como a gamificação e o RPG, possam ser aplicadas de forma mais efetiva. Além disso, o estudo sugere que as escolas públicas, em particular, precisam de estratégias de adaptação para implementar essas metodologias em ambientes com restrições tecnológicas, incluindo o uso de tecnologias de baixo custo ou o compartilhamento de recursos.

4 CONCLUSÃO

Pela realização do trabalho aqui relatado concluiu-se que a metodologia baseada em gamificação e Role Playing Game (RPG) foi altamente eficaz para o ensino de conceitos de Física relacionados ao lançamento de satélites e ao Sistema de Posicionamento Global (GPS).

A aplicação dessa metodologia resultou em um aumento significativo no engajamento e motivação dos alunos, além de uma melhora substancial na compreensão dos conceitos físicos. A abordagem colaborativa e imersiva, com o uso de ferramentas digitais e simulações, permitiu que os estudantes aplicassem conceitos teóricos de maneira prática e interativa, tornando o processo de aprendizado mais significativo e acessível.

A metodologia gamificada e o RPG se mostraram eficazes para: engajar os alunos de forma ativa nas atividades de sala de aula, promovendo um aprendizado mais dinâmico; facilitar a compreensão de conceitos abstratos, como gravitação e movimento parabólico, por meio de atividades práticas; e estimular o trabalho em equipe, desenvolvendo habilidades sociais e colaborativas, essenciais no processo de ensino-aprendizagem.

A sequência didática proposta pode ser adaptada e replicada em diversos contextos educacionais, especialmente em outras disciplinas que envolvam conceitos abstratos ou que possam ser contextualizados com o uso de simulações e ferramentas digitais. A metodologia é particularmente promissora em escolas que buscam integrar tecnologias educacionais e metodologias ativas no

currículo, promovendo o desenvolvimento de competências que vão além do conteúdo técnico, como pensamento crítico, resolução de problemas e colaboração.

O estudo traz importantes implicações práticas para a educação: inovação pedagógica: a gamificação e o RPG oferecem alternativas às metodologias tradicionais, criando um ambiente de aprendizado mais inclusivo e envolvente; integração de tecnologias: o uso de simuladores e ferramentas como o Google Maps mostrou-se eficaz no ensino de conceitos de Física, sugerindo que outras disciplinas podem se beneficiar de recursos digitais semelhantes; e desenvolvimento de competências: a metodologia não apenas promoveu a compreensão conceitual, mas também desenvolveu competências socioemocionais, como comunicação e trabalho em equipe.

Futuras pesquisas poderiam explorar: a aplicação da metodologia em diferentes áreas do conhecimento, investigando sua eficácia em disciplinas como Química, Biologia e Matemática; estudos de longo prazo para avaliar o impacto contínuo da gamificação e RPG no desempenho acadêmico e no desenvolvimento cognitivo dos alunos; e a influência de diferentes ferramentas tecnológicas no processo de aprendizagem, investigando como a combinação de simuladores, realidade aumentada e outras tecnologias emergentes pode otimizar o ensino.

AGRADECIMENTOS

A Sociedade Brasileira de Física - SBF e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – código de financiamento 001, que reconheceram e apoiaram este projeto. Ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – Polo 35. À Universidade Estadual de Ponta Grossa.

REFERÊNCIAS

AFANDI, Mochammad Fachrizal; HIDAYAT, W.; KOMARIYAH, Kokom. Game-Based Learning Media Development with Role-Playing Game Mechanism in Basic Programming. *Letters in Information Technology Education (LITE)*, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.17977/um010v5i12022p1-5>. Acesso em: out. 2024.

AHVAN, Yaghoob Raissi; POUR, Hossein Zainali. The Correlation of Multiple Intelligences for the Achievements of Secondary Students. *Educational Research Review*, v. 11, p. 141-145, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.5897/ERR2015.2532>. Acesso em: out. 2024.

AJI, C.; KHAN, M. J. A Flight Simulator-Based Active Learning Environment. *Open Journal of Social Sciences*, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.4236/JSS.2019.73016>. Acesso em: out. 2024.

ALLIX, Nicholas M. The Theory of Multiple Intelligences: A Case of Missing Cognitive Matter. *Australian Journal of Education*, v. 44, p. 272-288, 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/000494410004400306>. Acesso em: out. 2024.

ANMOL. Review of Theory of Multiple Intelligences. *International Journal of Engineering Applied Sciences and Technology*, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.33564/ijeast.2019.v04i03.075>. Acesso em: out. 2024.

AVERY, L. Book Reviews: Gardner, H. (1993). *Creating Minds*. NY: Basic Books. *Gifted Child Quarterly*, v. 42, p. 133-134, 1998. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/001698629804200208>. Acesso em: out. 2024.

AZINAR, J. A.; MUNZIR, S.; BAHRUN. Students' logical-mathematical intelligence through the problem-solving approach. *Journal of Physics: Conference Series*, v. 1460, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1460/1/012024>. Acesso em: out. 2024.

BAGÈS, C.; HOAREAU, Natacha; GUERRIEN, A. Play to Reduce Bullying! Role-Playing Games Are a Useful Tool for Therapists and Teachers. *Journal of Research in Childhood Education*, v. 35, p. 631-641, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/02568543.2020.1810834>. Acesso em: out. 2024.

BARRINGTON, E. Teaching to student diversity in higher education: how Multiple Intelligence Theory can help. *Teaching in Higher Education*, v. 9, p. 421-434, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/1356251042000252363>. Acesso em: out. 2024.

BERGE, Maria; DANIELSSON, A.; LIDAR, Malena. Storylines in the physics teaching content of an upper secondary school classroom. *Research in Science & Technological Education*, v. 38, p. 63-83, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/02635143.2019.1593128>. Acesso em: out. 2024.

BOUCHÉE, T.; THURLINGS, M.; SMITS, L.; PEPIN, B. Investigating teachers' and students' experiences of quantum physics lessons: opportunities and challenges. *Research in Science & Technological Education*, v. 41, p. 777-799, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/02635143.2021.1948826>. Acesso em: out. 2024.

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

BRAVO, J. M.; SANCHEZ, J. V.; FERRI, M.; BALAGUER, Ángel; CHECA, Emilio; MARÍN, Josefa. Physical-Mathematical Concepts in a Simplified Study of the Protocol of the Launch of a Rocket to Put a Satellite into Orbit. In: EDULEARN17 Proceedings, 2017, p. 9228-9236. Disponível em: <https://doi.org/10.21125/edulearn.2017.0734>. Acesso em: out. 2024.

BUCKLEY, P.; DOYLE, Elaine. Gamification and student motivation. *Interactive Learning Environments*, v. 24, p. 1162-1175, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/10494820.2014.964263>. Acesso em: out. 2024.

CAVAS, B.; CAVAS, Pinar. Multiple Intelligences Theory—Howard Gardner. In: *Enciclopédia de Ciências Sociais e Comportamentais*, 2020, p. 405-418. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-030-43620-9_27. Acesso em: out. 2024.

CULLINAN, Mary; GENOVA, Jennifer. Gaming the Systems: A Component Analysis Framework for the Classroom Use of RPGs. *International Journal of Role-Playing*, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.33063/ijrp.vi13.305>. Acesso em: out. 2024.

EISNER, E. Multiple Intelligences: Its Tensions and Possibilities. *Teachers College Record: The Voice of Scholarship in Education*, v. 106, p. 31-39, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/016146810410600104>. Acesso em: out. 2024.

EISNER, E. Multiple Intelligences: The Theory in Practice by Howard Gardner Commentary: Putting Multiple Intelligences in Context: Some Questions and Observations. *Teachers College Record: The Voice of Scholarship in Education*, v. 95, p. 555-560, 1994. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/016146819409500410>. Acesso em: out. 2024.

FERREIRA, Welber Sanches; FERREIRA, Suelen Rocha Botão. Gamification Applied to the Physics Teaching. *International Journal of Learning and Teaching*, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.18178/ijlt.5.4.318-321>. Acesso em: out. 2024.

FONSECA, Ingrid; CAVIEDES, Martha; CHANTRÉ, Yenny; BERNATE, Jayson. Gamification and Game-Based Learning as Cooperative Learning Tools: A Systematic Review. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3991/ijet.v18i21.40035>. Acesso em: out. 2024.

GARCÍA-LÓPEZ, Iván Miguel; ACOSTA-GONZAGA, Elizabeth; RUIZ-LEDESMA, E. Investigating the Impact of Gamification on Student Motivation, Engagement, and Performance. *Education Sciences*, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/educsci13080813>. Acesso em: out. 2024.

GARDNER, Howard. *Estruturas da Mente – A Teoria das Inteligências Múltiplas*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

GATSAKOU, Christina; BARDIS, N.; DRIGAS, A. Role playing vs RPGs as teaching strategies in educational procedure. *Technium Social Sciences Journal*, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.47577/tssj.v26i1.4896>. Acesso em: out. 2024.

HERNÁNDEZ-TORRANO, Daniel; FERRÁNDIZ, Carmen; FERRÁNDO, M.; PRIETO, Lola; FERNÁNDEZ, María del Carmen. The theory of multiple intelligences in the identification of high-ability students. *Anales De Psicología*, v. 30, p. 192-200, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.6018/ANALESPPS.30.1.148271>. Acesso em: out. 2024.

JONES, Matthew; BLANTON, J.; WILLIAMS, Rachel E. Science to practice: Does gamification enhance intrinsic motivation? *Active Learning in Higher Education*, v. 24, p. 273-289, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/14697874211066882>. Acesso em: out. 2024.

KATANOSAKA, Toshiki; KHAN, M. F. Ferdous; SAKAMURA, Ken. A Physics Learning System Using Gamification for High-School Students. In: 2023 11th International Conference on Information and Education Technology (ICIET), 2023, p. 167-171. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/ICIET56899.2023.10111133>. Acesso em: out. 2024.

LAI, H.; YAP, S. Application of Multiple Intelligence Theory in the Assessment for Learning. In: *Enciclopédia de Ciências Educacionais*, 2016, p. 427-436. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-981-10-0908-2_36. Acesso em: out. 2024.

LI, Q.; ZHANG, T.; WANG, B.; WANG, N. Effects of RPG on Middle School Players' Intrapersonal Intelligence. *Trans. Edutainment*, v. 9, p. 160-175, 2013. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-642-37042-7_10. Acesso em: out. 2024.

LÓPEZ-FERNÁNDEZ, D.; EZQUERRO, J. M.; RODRÍGUEZ, Jacobo; PORTER, Jeff; LAPUERTA, V. Motivational impact of active learning methods in aerospace engineering students. *Acta Astronautica*, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2019.09.026>. Acesso em: out. 2024.

LUKMAN, H. S.; AGUSTIANI, Nur; SETIANI, Ana. Gamification of Mathematics Teaching Materials: Its Validity, Practicality and Effectiveness. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3991/ijet.v18i20.36189>. Acesso em: out. 2024.

MA, Xiulin; JIA, Yujuan; FAN, Chenyu; JIANG, Xue. An Empirical Study on Improving the Learning Effect of Physics Experiment Course in High School by Simulation Experiment Software. *Open Journal of Social Sciences*, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.4236/jss.2021.911023>. Acesso em: out. 2024.

MANZANO-LEÓN, A.; CAMACHO-LAZARRAGA, P.; GUERRERO, M. A.; GUERRERO-PUERTA, Laura M.; AGUILAR-PARRA, J. M.; TRIGUEROS, R.; ALÍAS, Antonio. Between Level Up and Game Over: A Systematic Literature Review of Gamification in Education. *Sustainability*, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/SU13042247>. Acesso em: out. 2024.

MAYASARI, D.; NATSIR, I.; TAUFIK, A. Analysis of Students' Mathematical Problem-Solving Ability in Term of Multiple Intelligence. *Jurnal Didaktik Matematika*, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.24815/JDM.V8I2.20369>. Acesso em: out. 2024.

MONTENEGRO-RUEDA, Marta; FERNÁNDEZ-CERERO, José; MENA-GUACAS, Andrés F.; REYES-REBOLLO, Miguel-María. Impact of Gamified Teaching on University Student Learning. *Education Sciences*, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/educsci13050470>. Acesso em: out. 2024.

NURHAJARURAHMAH, St Zulaiha. Students' Multiple Intelligence in Visualization of Mathematics Problem Solving. *Journal of Physics: Conference Series*, v. 1752, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1752/1/012063>. Acesso em: out. 2024.

OLIVEIRA, Viviane Dáfila Almeida; MIRANDA, S.; CARVALHO, P.; PORTO, M. D.; SANTOS, José Divino dos. Perspectiva sociointeracionista no ensino de física - jogos, simulações e gamificação / Socio-interactionist perspective in physics teaching - games, simulations and gamification. *Brazilian Journal of Development*, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.34117/bjdv8n3-242>. Acesso em: out. 2024.

ORTOLANI, Katherine Nunes Pereira Oliva; ORTOLANI, Arthur Nogueira. Games-Based Learning: An Experience Report in Teaching English During the Pandemic. *Matraga - Revista do Programa de Pós-Graduação em Letras da UERJ*, v. 28, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.12957/matraga.2021.56312>. Acesso em: out. 2024.

RAHBARNIA, F.; HAMEDIAN, Salehe; RADMEHR, Farzad. A Study on the relationship between multiple Intelligences and mathematical problem solving based on Revised Bloom Taxonomy. *Journal of Interdisciplinary Mathematics*, v. 17, p. 109-134, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/09720502.2013.842044>. Acesso em: out. 2024.

RIIVARI, Elina; KIVIJÄRVI, Marke; LÄMSÄ, Anna-Maija. Learning teamwork through a computer game: for the sake of performance or collaborative learning? *Educational Technology Research and Development*, v. 69, p. 1753-1771, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11423-021-10009-4>. Acesso em: out. 2024.

SAILER, Michael; HOMNER, Lisa. The Gamification of Learning: a Meta-analysis. *Educational Psychology Review*, v. 32, p. 77-112, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/S10648-019-09498-W>. Acesso em: out. 2024.

SALEEM, A.; NOORI, Narmin Mohammed; OZDAMLI, Fezile. Gamification Applications in E-learning: A Literature Review. *Technology, Knowledge and Learning*, v. 27, p. 139-159, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10758-020-09487-x>. Acesso em: out. 2024.

SAMALA, Agariadne Dwinggo; BOJIĆ, Ljubiša; VERGARA-RODRÍGUEZ, Diego; KLIMOVA, Blanka; RANUHARJA, Fadhlí. Exploring the Impact of Gamification on 21st-Century Skills: Insights from DOTA 2. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (iJIM)*, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3991/ijim.v17i18.42161>. Acesso em: out. 2024.

SITKO, C.; COSTA-LOBO, Cristina. JOURNEY TO MARS: ROLE PLAYING GAME EXPERIENCE IN AN ASTRONOMY CLASSROOM. *EDULEARN18 Proceedings*, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.21125/EDULEARN.2018.0136>. Acesso em: out. 2024.

STERNBERG, R. Commentary: Reforming School Reform: Comments on Multiple Intelligences: The Theory in Practice. *Teachers College Record: The Voice of Scholarship in Education*, v. 95, p. 561-569, 1994. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/016146819409500411>. Acesso em: out. 2024.

SUBHASH, Sujit; CUDNEY, E. Gamified learning in higher education: A systematic review of the literature. *Computers in Human Behavior*, v. 87, p. 192-206, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.05.028>. Acesso em: out. 2024.

VILAS BOAS, Anderson Camatari; MACÊNA JÚNIOR, André Gonçalves; PASSOS, M. RPG pedagógico como ferramenta alternativa para o ensino de Física no Ensino Médio. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 34, p. 372-403, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2017V34N2P372>. Acesso em: out. 2024.

WANG, Yi-Hsuan. Exploring the effects of designing a role-playing game with single and peer mode for campus learning. *Educational Technology Research and Development*, v. 68, p. 1275-1299, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11423-019-09726-8>. Acesso em: out. 2024.

WEGENER, M.; MCINTYRE, T.; MCGRATH, D.; SAVAGE, C.; WILLIAMSON, M. Developing a virtual physics world. *Australasian Journal of Educational Technology*, v. 28, p. 504-521, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.14742/AJET.847>. Acesso em: out. 2024.

WOOLNOUGH, B. Teaching Introductory Physics. *Physics Education*, v. 33, 1998. Disponível em: <https://doi.org/10.1088/0031-9120/33/1/026>. Acesso em: out. 2024.

XU, Joy; LIO, Aaron; DHALIWAL, Harshdeep; ANDREI, Sorin-Toma; BALAKRISHNAN, Shakthika; NAGANI, Uzhma; SAMADDER, Sudipta. Psychological interventions of virtual gamification within academic intrinsic motivation: A systematic review. *Journal of Affective Disorders*, v. 293, p. 444-465, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jad.2021.06.070>. Acesso em: out. 2024.

YILDIRIM, I. The effects of gamification-based teaching practices on student achievement and students' attitudes toward lessons. *Internet and Higher Education*, v. 33, p. 86-92, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/J.IHEDUC.2017.02.002>. Acesso em: out. 2024.

ZAINUDDIN, Zamzami; CHU, S.; SHUJAHAT, Muhammad; PERERA, C. J. The impact of gamification on learning and instruction: A systematic review of empirical evidence. *Educational Research Review*, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100326>. Acesso em: out. 2024.

ZHANG, Qi; YU, Liheng; YU, Zhonggen. A Content Analysis and Meta-Analysis on the Effects of Classcraft on Gamification Learning Experiences in terms of Learning Achievement and Motivation. *Education Research International*, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1155/2021/9429112>. Acesso em: out. 2024.