



GAMIFICAÇÃO E SUSTENTABILIDADE NO ENSINO DE FÍSICA: UMA ANÁLISE DA PROPOSTA DIDÁTICA “DESAFIO ECOFÍSICA SOBRE RODAS”

GAMIFICATION AND SUSTAINABILITY IN PHYSICS EDUCATION: AN ANALYSIS OF THE DIDACTIC PROPOSAL “ECO-PHYSICS CHALLENGE ON WHEELS”

IGOR NATHAN DOS SANTOS ^{*1}, DIEGO MARCELI ROCHA ^{†1}

¹Universidade Federal de Campina Grande Centro de Formação de Professores, Cajazeiras -PB

Resumo

O ensino de Física enfrenta o desafio contínuo da descontextualização, tornando as metodologias ativas uma alternativa pedagógica promissora. O presente trabalho analisa as potencialidades e limitações da proposta didática gamificada: “Desafio EcoFísica sobre Rodas”, que utiliza o Role-Playing Game (RPG) para articular conceitos de Dinâmica à temática da sustentabilidade. A pesquisa, de natureza qualitativa e caráter exploratório, foi desenvolvida com 18 estudantes do 1º ano do Ensino Médio da Escola Cidadã Integral Técnica Cristiano Cartaxo (Cajazeiras, PB), no âmbito do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID). A coleta de dados, realizada em uma sessão de 90 minutos, utilizou notas de campo e gravações em áudio da aplicação dos três cenários narrativos, que exigiam a aplicação de conceitos de força centrípeta, plano inclinado e equilíbrio de torques para a tomada de decisões com impacto ambiental. Os resultados indicam que a abordagem possui potencial para promover o engajamento dos estudantes, transformando alunos em participantes ativos no processo de ensino e aprendizagem. Observou-se que os estudantes estabeleceram conexões significativas entre os conceitos científicos e suas experiências cotidianas. A atividade fomentou também o pensamento crítico que transcendeu a estrutura binária do jogo. Conclui-se que a proposta didática se mostrou uma ferramenta pedagógica potente para conectar a Física a problemas relacionados à sustentabilidade. Além disso, evidenciou-se que as dificuldades dos alunos com os cálculos matemáticos e a estrutura binária das escolhas constituem limitações que precisam ser aprimoradas em futuras aplicações.

Palavras-chave: Ensino de Física. Metodologias Ativas. Gamificação. Role-Playing Game. Sustentabilidade.

*nathan.santos@estudante.ufcg.edu.br

†diego.marceli@professor.ufcg.edu.br

Abstract

The teaching of Physics faces the ongoing challenge of decontextualization, making active methodologies a promising pedagogical alternative. This study analyzes the potential and limitations of the gamified didactic proposal EcoPhysics Challenge on Wheels, which uses a Role-Playing Game (RPG) to connect concepts of Dynamics with the theme of sustainability. The research, qualitative in nature and exploratory in character, was conducted with 18 first-year high school students from Escola Cidadã Integral Técnica Cristiano Cartaxo (Cajazeiras, PB), within the scope of the Institutional Program for Teaching Initiation Scholarships (PIBID). Data collection, carried out during a 90-minute session, included field notes and audio recordings of the implementation of three narrative scenarios that required the application of concepts such as centripetal force, inclined plane, and torque equilibrium to make decisions with environmental impact. The results indicate that the approach has significant potential to promote student engagement, transforming learners into active participants in the teaching and learning process. It was observed that students established meaningful connections between scientific concepts and their everyday experiences. The activity also fostered critical thinking that transcended the binary structure of the game. It is concluded that the didactic proposal proved to be a powerful pedagogical tool for connecting Physics to issues related to sustainability. Furthermore, it became evident that students' difficulties with mathematical calculations and the binary structure of choices constitute limitations that must be improved in future applications.

Keywords: Physics Education. Active Methodologies. Gamification. Role-Playing Game. Sustainability.

I. INTRODUÇÃO

A educação enfrenta o desafio de tornar o ensino de disciplinas como a Física mais próximo e engajador para os estudantes. O modelo tradicional de ensino, geralmente focado na memorização de fórmulas e na resolução de problemas descontextualizados do cotidiano dos alunos, demonstra ineficiência em preencher a lacuna entre os conceitos teóricos e sua relevância prática no mundo real (Paganini; Bolzan, 2016). Essa desconexão implica um processo de ensino e aprendizagem passivo, no qual os estudantes atuam como meros receptores de informações, ao contrário de uma participação ativa na construção do conhecimento (Silva; Sales; Castro, 2019).

Diante dessa problemática, o desenvolvimento de metodologias ativas surge como uma alternativa pedagógica promissora, pois promove uma aproximação maior dos saberes escolares com a realidade e os interesses dos alunos. Essa abordagem oferece diversas possibilidades no processo de ensino e aprendizagem, com o propósito de superar práticas pedagógicas pouco participativas e promover aulas mais contextualizadas, reflexivas e envolventes (Oliveira; Pimentel, 2020).

Uma das principais vertentes da metodologia ativa é a gamificação. Alves (2015) a caracteriza como uma estratégia metodológica que utiliza elementos característicos dos jogos (games), com o objetivo de promover o engajamento e a participação ativa dos indivíduos

em determinadas atividades. Essa abordagem, conforme afirmam Silva, Sales e Castro (2019), busca incentivar os alunos a se engajarem em atividades que, no ensino tradicional, não despertariam tanto interesse, o que a torna uma estratégia promissora no contexto educacional.

A abordagem estimula a reflexão crítica, a cooperação em trabalhos coletivos e a comunicação, enquanto promove o desenvolvimento de habilidades cognitivas e socioemocionais, colaborando na formação de estudantes mais preparados para atuarem na sociedade (Kapp, 2012; Borges; Alencar, 2014).

Uma aplicação específica da gamificação, que se destaca por sua estrutura focada em narrativas, é o Role-playing Game (RPG) ou "jogo de interpretação de papéis", em tradução livre. O RPG é caracterizado por jogos nos quais os participantes assumem o papel de personagens em um universo fictício. Sua estrutura incentiva a reflexão crítica e a argumentação em grupo, permitindo aos alunos aplicarem seus conhecimentos na tomada de decisões (Nascimento Junior; Pietrocola, 2005).

Além disso, a utilização de elementos como a rolagem de dados ¹ adiciona um fator de imprevisibilidade à narrativa e torna a experiência mais dinâmica. Essa imprevisibilidade incentiva o pensamento estratégico, a criatividade e a busca por estratégias variadas para a resolução de um mesmo desafio. Essa abordagem fomenta a participação do aluno ao incentivá-lo à imersão no cenário e a se tornar um agente ativo na resolução de problemas, elementos fundamentais para o desenvolvimento de habilidades de pensamento crítico e colaboração (Silva; Sales; Castro, 2019).

Na literatura, diversas pesquisas têm explorado o potencial do RPG como ferramenta didática no ensino de Física, analisando sua potencialidade em diferentes contextos e conteúdos. Nascimento Júnior e Piassi (2015) investigaram a aplicação de jogos de interpretação de papéis para o ensino de Física Moderna e Contemporânea, demonstrando como a estrutura narrativa do RPG pode facilitar a compreensão de conceitos abstratos.

Silva (2016) desenvolveu um RPG voltado para o ensino de Eletricidade, especificamente para a revisão de conceitos como Lei de Ohm, explorando como a dinâmica do jogo pode contextualizar fenômenos elétricos em cenários práticos. Gomes (2024) ampliou essa perspectiva ao investigar o uso do RPG no ensino da Dinâmica, criando um manual que envolve regras e narrativas para a revisão de forças e movimento. Melo (2021) estendeu a aplicação do RPG para a Astronomia, utilizando ferramentas de desenvolvimento de jogos (RPG Maker) para criar uma proposta de ensino que torna o aprendizado de conceitos astronômicos mais imersivo e acessível.

Além das aplicações em conteúdos específicos, Barboza e Alves (2024) investigaram a fusão entre o RPG pedagógico e a gamificação como ferramenta metodológica, analisando como a combinação de elementos de jogos potencializa ainda mais o engajamento discente. Esses estudos convergem ao apontar o RPG como uma estratégia em potencial para aumentar o comprometimento dos estudantes e facilitar a revisão de conceitos científicos em contextos narrativos. Sá e Paulucci (2021) confirmam que essa metodologia não é apenas um recurso lúdico isolado, mas uma abordagem pedagógica com fundamentação empírica sólida.

A necessidade de integrar temas contemporâneos de forma transversal ao currículo é uma

¹A rolagem de dados é um termo comumente utilizado em RPGs que representa o mecanismo de uso de dados para geração de aleatoriedade em momentos do jogo.

diretriz pedagógica fundamental na educação brasileira. A educação para a sustentabilidade é contemplada pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) como essencial para o desenvolvimento de competências voltadas à "consciência socioambiental e ao consumo responsável" (Brasil, 2018, p. 9). Essa abordagem alinha-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU), que preveem, em sua meta 4.7, garantir que os alunos adquiram conhecimentos e habilidades necessárias para promover o desenvolvimento sustentável (ONU, 2015). De acordo com a Política Nacional de Educação Ambiental (Brasil, 1999), a educação ambiental deve ser integrada em todos os níveis e modalidades de ensino como parte essencial da formação de cidadãos conscientes de seu papel transformador na sociedade.

Nessa perspectiva, o presente trabalho configurou-se como um estudo exploratório, focado na aplicação da proposta didática: "Desafio EcoFísica sobre Rodas", desenvolvida no âmbito do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) do curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). A proposta buscou integrar conceitos de Dinâmica a desafios relacionados à sustentabilidade, utilizando o RPG como recurso didático-metodológico, proporcionando aos alunos a vivência de cenários onde os princípios da Física são aplicados diretamente na solução de problemas ambientais.

O objetivo foi analisar as potencialidades e limitações dessa atividade em um cenário específico, visando estimular o interesse dos estudantes, promover a compreensão de fenômenos físicos cotidianos e incentivar a reflexão crítica sobre a preservação ambiental, o consumo consciente e a formação de uma postura ética e sustentável, abrindo perspectivas para futuras aplicações em diferentes contextos da educação brasileira.

II. REFERENCIAL TEÓRICO

As metodologias ativas de aprendizagem são estratégias pedagógicas em que o aluno assume o papel central no processo educativo, enquanto o professor atua como mediador ou facilitador. Nesse modelo, o professor e o livro didático deixam de ser as únicas fontes de conhecimento em sala de aula, sendo substituídos por práticas que incentivam a participação ativa dos estudantes por meio de trabalhos em grupo, resolução de problemas e discussões (Pereira, 2012).

Essa abordagem retira o aluno da postura passiva de receptor de informações, colocando-o no centro do processo de ensino e aprendizagem. De acordo com Borges e Alencar (2014), ao assumir essa posição central, o estudante desenvolve habilidades essenciais, como iniciativa, criatividade, reflexão crítica, capacidade de autoavaliação, cooperação em trabalhos coletivos, responsabilidade, ética e sensibilidade no atendimento a colegas e demandas do ambiente educativo.

Barbosa e Moura (2013) complementam que a aprendizagem ativa ocorre por meio da interação contínua do aluno com o conteúdo, o que envolve ouvir, falar, discutir, realizar atividades práticas e ensinar, promovendo a construção do conhecimento. O aprendizado ativo tem se mostrado mais eficaz do que os métodos tradicionais, pois favorece a compreensão de conceitos complexos, muitas vezes de difícil construção pelos alunos, especialmente quando comparado a abordagens centradas na memorização e na compreensão de sistemas

estáticos (Gusc; Van Veen-Dirks, 2017).

Melo e SantAna (2012) destacam que os estudantes não buscam respostas prontas do professor, mas orientação e direcionamento para a construção de seu próprio conhecimento, o que contribui para a formação de saberes sólidos e duradouros. Para tanto, é necessário adotar metodologias que estimulem o desenvolvimento do senso crítico e a capacidade de relacionar os conteúdos à realidade, promovendo a verdadeira construção de conhecimento (Koehler, 2012).

Barbosa e Moura (2013) enfatizam que a aprendizagem ativa exige mais do que memorização ou resolução mecânica de exercícios. Para Micotti (1999), esse processo requer compreensão dos conceitos, flexibilidade no raciocínio e habilidades de análise e abstração. Quando o aluno se engaja nesse processo reflexivo, constrói um conhecimento duradouro, que pode ser lembrado e aplicado futuramente sem necessidade de retomada integral (Zabala, 2016).

Esse processo de aprendizagem pode ser promovido por diferentes metodologias ativas, que estimulam a proatividade, o raciocínio e a conexão com a realidade (Lima, 2017). Entre as estratégias mais utilizadas destacam-se a aprendizagem baseada em problemas (Urias; Azeredo, 2017), a espiral construtivista (Lima, 2017), jogos educativos (Marcondes, 2015), a aprendizagem entre pares (peer instruction), além da utilização de métodos de caso e simulações, que favorecem a participação ativa dos estudantes (Koehler, 2012).

Nesse contexto, a gamificação se destaca como uma possibilidade promissora de metodologia ativa, ao incorporar elementos motivacionais e lúdicos que potencializam o envolvimento dos alunos e transformam experiências de aprendizagem em processos significativos e contextualizados (Kapp, 2012; Alves, 2015). A gamificação consiste na aplicação de estruturas, métodos e elementos característicos de jogos em contextos que vão além do entretenimento, com o objetivo de engajar os participantes e facilitar a aprendizagem ou a resolução de problemas.

Ao utilizar mecânicas de jogos, como desafios, recompensas e regras claras, é possível criar experiências que motivam as pessoas a se envolverem ativamente em tarefas que, de outra forma, poderiam parecer difíceis ou pouco atrativas. Além disso, o aspecto lúdico é fundamental, pois a diversão mantém o interesse e o engajamento durante a atividade, incentivando o protagonismo e a persistência na busca pelos objetivos estabelecidos (Alves, 2015).

No contexto educacional, a gamificação permite transformar conteúdos complexos em atividades mais acessíveis e estimulantes, promovendo maior participação, aprendizado ativo e confiança por parte dos estudantes. Por meio de métodos e dinâmicas inspirados em jogos, é possível aplicar conhecimentos em situações práticas, estimular a resolução de problemas do cotidiano e proporcionar experiências de aprendizagem significativas, nas quais os participantes desenvolvem habilidades cognitivas e socioemocionais enquanto buscam alcançar objetivos concretos (Kapp, 2012).

Conforme McGonigal (2012), os jogos motivam os jogadores a avançar em suas etapas e conquistar recompensas à medida que superam desafios, ensinando, inspirando e envolvendo de maneiras que a sociedade tradicionalmente não consegue. Dessa forma, o uso de games ou atividades gamificadas favorece o engajamento dos estudantes em tarefas escolares percebidas como enfadonhas, aproximando o aprendizado da realidade dos alunos.

Atividades gamificadas conseguem engajar públicos variados, independentemente da idade, e o engajamento depende da relevância dos conteúdos e da motivação gerada (Alves, 2015).

De acordo com Gee (2009), os jogos apresentam características que promovem o desenvolvimento de habilidades de forma profunda, sendo motivadores e divertidos. Entre os princípios de aprendizagem presentes nos jogos destacam-se: identidade, ao assumir compromissos e valores dentro de um novo contexto; interação, em que decisões e ações do jogador geram feedbacks e novos desafios; produção, na qual os jogadores criam ações e redesenham narrativas; riscos, que incentivam experimentação e tentativa e erro; problemas que estimulam soluções e desenvolvimento estratégico; desafio e consolidação, onde o conhecimento previamente construído é aplicado em novos contextos. Essas características tornam os games ferramentas poderosas para a aprendizagem, promovendo engajamento, interação e aplicação prática do conhecimento (Gee, 2009).

Nesse contexto de potencialidades dos jogos para a aprendizagem, o Role-Playing Game se configura como uma possibilidade exemplar de gamificação. O RPG incorpora diversos dos princípios apontados por Gee (2009), ao proporcionar aos participantes a oportunidade de construir uma identidade dentro de um universo narrativo específico. Ele permite engajar-se em interações que geram consequências diretas na narrativa, produzir soluções criativas para desafios propostos e experimentar riscos em um ambiente seguro onde o erro é parte da aprendizagem. Por meio da estrutura de progressão, recompensas e desafios variados, o RPG materializa as características que fazem dos games ferramentas potentes para a aprendizagem, transformando a experiência educativa em um processo imersivo, significativo e motivador (Nascimento Junior; Pietrocola, 2005; Alves, 2015).

Segundo Grando e Tarouco (2008), o RPG consiste em jogos de representação de papéis nos quais a cooperação e a criatividade são elementos centrais. Esses jogos funcionam como uma forma simbólica de expressão, permitindo que os participantes, a partir da imaginação, realizem representações corporais e verbais de sua própria realidade ou de mundos criados por eles para resolver conflitos específicos. Bittencourt e Giraffa (2003) classificam o RPG em duas modalidades: o de mesa e o digital. No RPG de mesa, os jogadores experienciam presencialmente a narrativa de uma história que deve ser interpretada por eles mesmos, enquanto no RPG digital a mediação da narrativa é realizada pelo computador, geralmente por meio da internet.

Para o Canaltech², a sigla RPG significa jogo de interpretação e caracteriza-se como uma atividade de faz-de-conta em que os participantes criam coletivamente histórias interativas. Um dos participantes assume o papel de narrador, conduzindo a história de forma semelhante a um roteirista, enquanto os demais interpretam os personagens principais, exercendo papéis ativos na narrativa. Cada sessão de RPG torna-se, portanto, uma atividade cooperativa, na qual todos colaboram na construção de uma narrativa oral com características próprias de um determinado contexto ou período. Esse tipo de jogo permite a participação de um número variável de pessoas, de diferentes faixas etárias, e é considerado uma forma de brincadeira de faz-de-conta altamente flexível.

Em um contexto pedagógico, o papel do narrador pode ser assumido pelo professor, que apresenta as regras, define os objetivos, conduz a interação do grupo durante a sessão

²Disponível em: <<https://canaltech.com.br/games/o-que-e-rpg-os-mais-populares/>>. Acesso em: 30 de outubro de 2025.

e realiza o fechamento a partir das ações dos jogadores. Segundo Prensky (2003), esses elementos são fundamentais para a estruturação do jogo, permitindo que os alunos se envolvam ativamente e desenvolvam habilidades cognitivas, sociais e criativas.

A aplicação do RPG no contexto educacional não se limita ao ensino de Física, estendendo-se para outras áreas das Ciências da Natureza (Marins, 2023; Alves, 2023). No ensino de Ciências de forma geral, o RPG emerge como uma ferramenta pedagógica significativa para transformar a experiência de aprendizagem em um processo imersivo e colaborativo (Silva, 2024). Segundo Amaral e Bastos (2011), o RPG é particularmente importante na Educação em Ciências devido ao seu caráter inteiramente cooperativo, pois os jogadores só atingem os objetivos propostos quando permanecem unidos e se ajudam mutuamente.

Essa natureza colaborativa do RPG alinha-se perfeitamente com os objetivos de ensino de Ciências, que buscam não apenas transmitir conhecimentos, mas sim desenvolver habilidades de trabalho em grupo, de pensamento crítico na resolução de problemas em contextos científicos autênticos (Amaral; Bastos, 2011). Marins (2023) investigou o uso do Role-Playing Game no ensino de Ciências em uma atividade voluntária e complementar às aulas no Ensino Fundamental II, evidenciando que essa metodologia promove maior engajamento e participação dos estudantes.

Alves (2023) apresentou um estudo sobre os impactos da utilização do RPG como metodologia ativa imersiva no ensino de Genética, demonstrando que essa abordagem proporciona ao estudante uma aprendizagem significativa e contextualizada, facilitando a compreensão de conceitos abstratos. Além disso, Silva (2024) propôs uma sequência didática utilizando RPG para o ensino de Eletromagnetismo, confirmando que essa ferramenta é capaz de tornar conteúdos complexos mais acessíveis e motivadores para os estudantes.

Essas investigações corroboram que o RPG, enquanto metodologia ativa, oferece potencial considerável para a transformação da prática pedagógica em Ciências. Nessa perspectiva, compreendendo o potencial pedagógico do RPG como ferramenta didático-metodológica aplicável ao ensino de Ciências, particularmente à Física, torna-se relevante investigar como essa metodologia pode ser concretizada em propostas didáticas que integrem conteúdos específicos com temas transversais como, por exemplo, a Sustentabilidade.

A presente investigação, portanto, apresenta-se como um estudo exploratório que busca contribuir para a compreensão das possibilidades e limitações do RPG quando aplicado em um cenário específico do Ensino Médio, avaliando seu potencial para transformar a experiência de aprendizagem em Física em um processo mais engajador, contextualizado e significativo para os estudantes.

III. METODOLOGIA

O presente trabalho configurou-se como uma investigação de natureza qualitativa de caráter exploratório. Para Lüdke e André (1986), a pesquisa qualitativa se caracteriza pela preocupação maior com o processo do que com o produto final, pela natureza predominantemente descritiva dos dados coletados e pelo foco no significado que os participantes atribuem às situações.

Especificamente, este estudo também é classificado como exploratório, uma vez que busca proporcionar maior familiaridade com o fenômeno investigado, visando torná-lo mais

explícito para futuras investigações (Gil, 2002). Esse tipo de pesquisa envolve levantamento bibliográfico, estudos de caso e análise de exemplos que estimulem a compreensão profunda do tema. Nesse sentido, o caráter qualitativo e exploratório do presente estudo permitiu investigar as potencialidades e limitações do RPG como ferramenta pedagógica em um contexto específico do ensino de Física, sem a pretensão de generalizar os resultados, mas de gerar fundamentação empírica que subsidie futuras investigações sobre essa temática.

Os dados foram coletados por meio de notas de campo e gravações em áudio durante a realização da atividade. As notas de campo foram registradas sistematicamente, capturando observações descritivas sobre as interações entre os alunos, as decisões tomadas, as argumentações apresentadas e os desafios enfrentados durante cada cenário. Conforme apontam Bogdan e Biklen (1994), as notas de campo constituem um instrumento fundamental na pesquisa qualitativa, permitindo o registro de comportamentos, impressões e reflexões do pesquisador no contexto estudado. As gravações em áudio complementaram as notas de campo, capturando a íntegra das discussões verbais e debates entre os grupos. A utilização desses dois instrumentos possibilitou a triangulação de dados, aumentando a confiabilidade das informações coletadas para análise das potencialidades e limitações da proposta didática.

A proposta didática "Desafio EcoFísica sobre Rodas" foi elaborada e aplicada em uma turma do 1º ano do Ensino Médio da ECIT Cristiano Cartaxo, localizada na cidade de Cajazeiras - PB. A atividade contou com a participação de 18 estudantes, com idades entre 14 e 17 anos, organizados em três grupos de seis alunos cada um. A divisão dos grupos foi realizada de forma espontânea, de acordo com a preferência e afinidade dos próprios alunos. A proposta foi implementada em uma única sessão, com duração de 90 minutos.

Os estudantes já possuíam conhecimentos dos conceitos de Dinâmica (Forças e Movimento) abordados em aulas anteriores, mas não tinham experiência prévia com Role-Playing Games de mesa. Antes da implementação da proposta, foi realizada uma breve explanação introdutória sobre o que é um Role-Playing Game, com exemplos da cultura popular como as séries "Caverna do Dragão" e "Stranger Things", para situar os alunos sobre o formato do jogo que seria utilizado.

A proposta didática "Desafio EcoFísica sobre Rodas" foi concebida a partir da necessidade de desenvolver uma estratégia de gamificação capaz de promover o engajamento dos alunos junto ao saber físico (Stuart, 2022). Inicialmente, pretendia-se utilizar carrinhos recicláveis em uma dinâmica prática; contudo, essa abordagem apresentava limitações, pois não garantia a aplicação de cálculos matemáticos nem a movimentação controlada dos objetos, comprometendo os objetivos didáticos. Dessa forma, optou-se pelo formato de Role-Playing Game de mesa, que possibilitou a aplicação do conceito de "Fantasia Científica" (Nascimento Junior; Pietrocola, 2005). Nessa abordagem, os conceitos de Dinâmica foram revisados por meio de simulações narrativas contextualizadas, nas quais os alunos tomavam decisões orientadas para o desenvolvimento sustentável, integrando conhecimento científico com reflexão crítica sobre questões ambientais.

A proposta integra de forma deliberada a temática da sustentabilidade ambiental, alinhando-se às diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU. Cada um dos três cenários foi desenhado para confrontar os estudantes com dilemas que exigem não apenas compreensão de conceitos

físicos, mas também tomada de decisão crítica sobre questões ambientais. A estrutura do jogo possibilitava aos alunos escolherem entre uma opção menos sustentável e uma opção mais ambientalmente responsável, a partir de uma determinada situação-problema.

A Figura 1, a seguir, apresenta a configuração da primeira situação-problema a ser solucionada:



Figura 1: Representação visual do Cenário 1 (Curva Acentuada) utilizada para imersão narrativa dos alunos
Fonte: Imagem gerada com IA (Arquivo pessoal, 2022).

No primeiro cenário, denominado curva acentuada, os alunos tinham como objetivo discutir qual trajeto seria ecologicamente mais correto: a curva fechada, com raio de 20 m, ou a curva aberta, com raio de 34 m. Após a escolha, eles deveriam calcular a força centrípeta necessária para percorrer a curva selecionada, aplicando a equação:

$$F_C = m \cdot \left(\frac{v^2}{r} \right) \quad (1)$$

A massa do carro de cada grupo era determinada pelo lançamento de um dado, de acordo com a equação:

$$m = (Dado \cdot 3,5) + 175 \text{ kg} \quad (2)$$

Enquanto a velocidade era obtida pela equação:

$$v = (Dado \cdot 2) + 2 \text{ m/s} \quad (3)$$

A diferença entre as opções estava no raio da curva: a curva fechada, com raio de 20 m, foi considerada ambientalmente correta, pois exige que o veículo diminua a velocidade para realizá-la com segurança. Essa redução de velocidade reduz a força centrípeta necessária para o veículo fazer a curva, mantendo-o na trajetória e resultando em menor esforço do motor, menor consumo de combustível e, conseqüentemente, menores emissões de poluentes. Em contraposição, a curva ampla, com raio de 34 m, foi considerada menos sustentável porque permite velocidades maiores, aumentando a força centrípeta necessária e, também, o consumo de combustível e as emissões de poluentes. Embora a curva ampla possa parecer mais segura em termos de velocidade, ela implica maior demanda energética do motor. Esse

cenário articulava a tomada de decisão crítica sobre sustentabilidade com a aplicação de conceitos de Física, como força centrípeta e sua relação com consumo energético.

Nesse sentido, a proposta didática se alinha às diretrizes curriculares nacionais, contribuindo especificamente para a Competência Específica 1 da área de Ciências da Natureza da BNCC, que preconiza a análise de fenômenos naturais e processos tecnológicos associados à matéria e energia para minimizar impactos socioambientais (Brasil, 2018, p. 9). Tal articulação também dialoga com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU, notadamente os ODS 12 (Consumo e produção responsáveis) e 13 (Ação contra a mudança global do clima), que orientam a educação para práticas sustentáveis (ONU, 2015). Assim, a integração entre conceitos físicos e reflexão ambiental potencializa não apenas a compreensão científica, mas também a formação de uma consciência crítica sobre os desafios contemporâneos.



Figura 2: Representação visual do Cenário 2 (Subida Íngreme), utilizada para imersão narrativa dos alunos.
Fonte: Imagem gerada com IA (Arquivo pessoal, 2022).

No segundo cenário, da subida íngreme, os alunos precisavam decidir a forma mais sustentável de subir uma montanha: de maneira direta, com ângulo maior, ou em zigue-zague, com inclinação menor, mas percorrendo maior distância e tempo. Os ângulos das inclinações eram calculados a partir das seguintes equações: na subida íngreme,

$$\theta = (Dado \cdot 5) + 10^\circ \quad (4)$$

No zigue-zague,

$$\theta = Dado \cdot 1 + 10^\circ \quad (5)$$

Com esses valores, os estudantes determinavam a aceleração do veículo aplicando:

$$a = g \cdot \sin(\theta) \quad (6)$$

O cenário propunha a reflexão sobre o impacto ambiental: subir de forma íngreme diminuía o tempo de trajeto, mas exigia maior esforço do motor e maior consumo de combustível, enquanto o percurso em zigue-zague, embora mais longo, demandava menos esforço energético imediato, representando uma alternativa mais sustentável.



Figura 3: Representação visual do Cenário 3 (Movendo a Barreira), utilizada para imersão narrativa dos alunos. Fonte: Imagem gerada com IA (Arquivo pessoal, 2022).

O terceiro cenário envolvia a remoção de uma barreira de concreto, com duas estratégias possíveis: aplicar força bruta com o carro ou utilizar uma alavanca. A opção mais sustentável era a alavanca, que permitia realizar a tarefa com menor esforço e menor impacto ambiental. A massa da barreira era definida pelo lançamento de um dado, segundo a equação:

$$m = \text{Dado} \cdot 10 + 400 \text{ kg} \quad (7)$$

Caso o grupo optasse pela força bruta do carro, os alunos calculariam a força necessária para mover a barreira, correspondente à força peso do bloco, e, considerando a massa do carro obtida no primeiro cenário, determinariam a aceleração mínima que o veículo deveria gerar para superar a resistência da barreira, aplicando:

$$F_{\text{carro}} = m_{\text{barreira}} g \Rightarrow a = \frac{F_{\text{carro}}}{m_{\text{barreira}}} \quad (8)$$

Na escolha pela alavanca, os alunos calculavam o comprimento da barra necessário para mover o obstáculo. Para isso, o grupo deveria primeiro determinar a força potente (F_p) a ser aplicada, correspondente ao peso combinado de todos os seus integrantes.

$$F_p = m_{\text{equipe}} g \quad (9)$$

A força resistente (F_r), por sua vez, era definida pelo peso da própria barreira:

$$F_r = m_{\text{barreira}} g \quad (10)$$

Considerando um braço de resistência (d_r) fixado pelo cenário em 1 metro, os estudantes aplicavam a expressão de equilíbrio de torques:

$$F_p \cdot d_p = F_r \cdot d_r \quad (11)$$

Cabe ressaltar que, nesta aplicação específica, as grandezas formais de trabalho mecânico, potência e consumo energético quantitativo não foram exploradas em termos de cálculo sistemático. A atividade concentrou-se na compreensão das interações de força e nas

implicações ambientais das escolhas realizadas. No entanto, essas temáticas configuram-se como potenciais a serem adaptados em aplicações futuras da proposta. A estrutura narrativa e as variáveis físicas já presentes nos cenários permitem que o modelo seja expandido para incluir a análise do rendimento energético e da potência, possibilitando avaliações mais detalhadas sobre a eficiência das estratégias adotadas pelos alunos.

Dessa forma, o cálculo final revelaria o comprimento mínimo do braço de potência (d_p) para que a força da equipe fosse suficiente para superar a resistência da barreira.

A narrativa foi enriquecida com ilustrações geradas por Inteligência Artificial que contextualizavam visualmente os dilemas e ajudavam a manter a imersão narrativa. A inclusão de dados garantia que as variáveis (massa, velocidade, ângulo de inclinação) fossem aleatórias, evitando predeterminação e mantendo a imprevisibilidade inerente ao formato do RPG. A proposta foi implementada em uma única sessão de duas aulas, totalizando 90 minutos.

O professor e um auxiliar de sala atuaram como mediadores da experiência, sendo responsáveis pela apresentação dos cenários, manutenção da narrativa, validação dos cálculos matemáticos e estímulo ao debate crítico entre os grupos. A mediação incluiu perguntas reflexivas que estimulavam argumentação e pensamento crítico, especialmente durante debates entre grupos que escolhiam opções diferentes para cada cenário.

O sistema de pontuação da atividade registrou as escolhas dos alunos (sustentável versus não sustentável) e a correção dos cálculos realizados, seguindo a métrica: escolha correta (ecológica) somava 1 ponto; cálculo correto somava 1 ponto adicional; e a pontuação mínima de 0 pontos era reservada à escolha errada com cálculo incorreto. Os cálculos foram realizados pelos próprios alunos em seus cadernos, com o professor e auxiliar confirmando apenas a exatidão dos resultados para validação da pontuação.

IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação da proposta didática "Desafio EcoFísica sobre Rodas" revelou seu potencial em promover o interesse dos alunos. Durante toda a atividade, foi possível observar que os estudantes saíram da posição de receptores passivos para se tornarem participantes ativos na resolução de problemas. Tal transformação corrobora Alves (2015), que destaca a gamificação como estratégia para engajar alunos em atividades tradicionalmente desinteressantes por meio de elementos lúdicos e desafios. O formato do RPG de mesa, combinado com desafios que exigiam tanto conhecimento físico quanto pensamento crítico sobre sustentabilidade, manteve o interesse dos alunos ao longo da realização da atividade.

No primeiro cenário, a maioria dos grupos escolheu a opção da curva fechada (mais sustentável), o que foi extremamente positivo. Outro ponto foi a qualidade dos argumentos apresentados pelos alunos. Eles desenvolveram uma lógica própria para justificar suas decisões. Os alunos argumentaram que a curva aberta "era menos perigosa" em movimento rápido, uma vez que não seria necessário desacelerar abruptamente. Além disso, levantaram questões sobre o "trabalho do motor" e o consumo de combustível.

Alguns alunos associaram o problema a situações práticas que vivenciavam pessoalmente, como andar de moto. Muitos deles já possuem essa experiência pela faixa etária (16-17 anos), e naturalmente transferiram esse conhecimento prático para o problema apresentado.

no jogo. Essas conexões exemplificam o que Barbosa e Moura (2013) descrevem como aprendizagem ativa pela interação contínua com conteúdos relevantes à realidade dos alunos, promovendo construção ativa do conhecimento. Durante o debate entre grupos, a mediação com perguntas reflexivas estimulou ainda mais essa argumentação. Quando questionados sobre por que uma curva era melhor que a outra, os alunos justificaram suas escolhas não apenas pela sustentabilidade, mas também pela segurança e pela eficiência energética, demonstrando pensamento multidimensional.

O segundo cenário foi particularmente revelador em termos de pensamento crítico dos alunos. Aqui ocorreu um momento que não havia sido previsto na estrutura original do jogo, mas que evidencia exatamente por que essa metodologia é tão valiosa para o ensino. Uma aluna levantou uma questão que transcendia as opções "corretas ou erradas"predefinidas no jogo.

Quando apresentada a escolha entre subir a montanha de forma direta (ângulo maior, menos tempo) ou em zigue-zague (ângulo menor, mais distância), a aluna argumentou: "mas subir em zigue-zague vai gastar menos combustível, mas também vai ter mais desmatamento no caminho, porque vai ter mais estrada construída, então vai ter mais morte de animais da região ali."

Essa observação foi absolutamente pertinente e revelou uma compreensão sofisticada sobre as complexidades dos dilemas ambientais reais. Esse pensamento que transcendeu as opções binárias reflete o caráter cooperativo do RPG destacado por Amaral e Bastos (2011), no qual os participantes desenvolvem habilidades de argumentação coletiva além das regras preestabelecidas. Esse comentário demonstrou uma limitação importante da proposta, na qual o jogo havia sido estruturado com respostas binárias (certo ou errado), quando na realidade, as questões ambientais são multifacetadas. A aluna estava absolutamente correta, pois não existe solução "ecologicamente perfeita"em muitos cenários do mundo real, apenas compromissos entre diferentes tipos de impactos. Essa foi uma lição valiosa sobre a necessidade de reformular as escolhas em futuras aplicações, tornando-as mais abertas e permitindo discussões mais profundas sobre sustentabilidade e decisões ambientais. Apesar dessa limitação estrutural, o fato de uma aluna conseguir pensar além das opções oferecidas demonstra que a metodologia foi suficientemente estimulante para provocar pensamento crítico genuíno.

O terceiro cenário apresentou resultados inesperadamente unânimes. Todos os três grupos escolheram a alavanca como solução. Inicialmente, pareceu uma indicação de que o cenário era "bastante óbvio"em suas escolhas. Porém, refletindo sobre isso, a unanimidade pode ser interpretada de forma mais positiva: os alunos rapidamente reconheceram que a alavanca era não apenas mais sustentável, mas também mais eficiente e segura. Isso demonstra que quando os conceitos físicos (equilíbrio de torques, aplicação de força) são bem integrados a uma narrativa contextualizada, os alunos conseguem identificar as melhores soluções às situações-problema. Tal identificação intuitiva valida a proposta de Gomes (2024), que desenvolveu manual específico de RPG para revisão de conceitos de Dinâmica por meio de narrativas estruturadas. A estrutura matemática correta foi aplicada e os cálculos foram realizados com sucesso.

Um ponto particularmente importante que emergiu consistentemente ao longo dos três cenários era como os alunos estabeleciam conexões com suas experiências práticas,

especificamente com andar de moto. A maioria desses estudantes do 1º ano do Ensino Médio já possui experiência com motocicletas, seja como passageiros ou pilotos iniciantes. Essa experiência concreta serviu como âncora para aproximação com os conceitos físicos. Quando discutiam força centrípeta na curva, consumo de combustível e segurança em movimento, naturalmente traziam exemplos de situações que vivenciavam. Isso reforça um princípio fundamental de aprendizagem, onde os alunos aprendem melhor quando conseguem conectar novos conhecimentos a experiências familiares, conforme destacam Barbosa e Moura (2013), que enfatizam a interação contínua aluno-conteúdo-realidade como base da aprendizagem ativa.

Durante a atividade, as principais dificuldades observadas concentraram-se especificamente na habilidade de resolução dos cálculos matemáticos e na interpretação das equações. A força centrípeta, em particular, mostrou-se como um conceito desafiador para os alunos. Muitos deles enfrentaram dificuldades significativas ao manipular a Eq. 1, tanto em termos de compreensão conceitual quanto de execução prática. Isso evidencia uma lacuna importante entre a compreensão qualitativa (entender o "porquê" de uma escolha) e a aplicação quantitativa (realizar os cálculos com precisão). Para contornar essas dificuldades, os alunos recorreram ao uso de calculadoras. Permitir o uso de tecnologia para operações matemáticas liberou os alunos para focarem no raciocínio conceitual. No entanto, isso também revelou uma lacuna curricular relevante.

A estratégia mais notável adotada pelos alunos foi a criação de analogias pessoais com suas experiências cotidianas, especificamente ao associar os problemas do jogo com situações que vivenciavam ao andar de motocicleta. Em vez de permanecerem no nível abstrato das equações, os alunos estabeleceram conexões mentais com exemplos concretos: "Quando estou em uma moto fazendo uma curva rápida, eu preciso inclinar mais ou menos? Qual é menos perigoso?" Essa estratégia de "encarnar" o problema, imaginarem-se como os protagonistas das situações propostas, foi extremamente eficaz. Essa abordagem exemplifica o princípio de identidade proposto por Gee (2009), no qual os jogadores constroem compromissos significativos ao assumirem papéis ativos dentro de contextos narrativos relevantes. Essa abordagem não foi planejada explicitamente na estrutura original do jogo, mas emergiu naturalmente dos alunos. Isso demonstra que o RPG, ao colocar os estudantes em um papel ativo, permite que eles desenvolvam suas próprias estratégias cognitivas de aprendizagem. Eles não estavam apenas resolvendo um problema abstrato; estavam resolvendo seus próprios problemas, imaginados em contextos familiares.

V. CONCLUSÃO

O "Desafio EcoFísica sobre Rodas" demonstrou que a gamificação é uma ferramenta pedagógica capaz de transformar significativamente a experiência do processo de ensino e aprendizagem em Física. A atividade conseguiu integrar conteúdos abstratos de dinâmica com questões práticas de sustentabilidade ambiental, mantendo os alunos engajados de forma genuína e promovendo pensamento crítico que transcendeu as estruturas predefinidas do jogo.

Os principais pontos observados indicam que os alunos estabeleceram conexões entre conceitos científicos e suas próprias experiências de vida. As estratégias cognitivas que

emergiram naturalmente, como a criação de analogias com situações familiares, demonstram que metodologias ativas como o RPG permitem flexibilidade suficiente para que os estudantes desenvolvam seus próprios caminhos para compreender os conteúdos.

No entanto, dificuldades com a manipulação algébrica e a estrutura de escolhas binárias revelaram pontos de aprimoramento importantes. Muitos alunos se depararam com desafios na realização dos cálculos matemáticos básicos (por exemplo, na Eq. 1), sinalizando que, em futuras versões, é fundamental uma preparação prévia para o desenvolvimento do jogo. Outro ponto de aprimoramento envolve a reestruturação das escolhas oferecidas no jogo. Os dilemas ambientais raramente admitem soluções simples, e permitir múltiplas perspectivas válidas pode favorecer discussões mais profundas e realistas, aproximando o contexto das situações enfrentadas na vida cotidiana.

Além disso, a resolução da proposta está vinculada ao perfil e às vivências dos estudantes, o que sugere a importância de adaptar os cenários e conteúdos às realidades concretas de cada grupo escolar, regionalizando e contextualizando a abordagem para ampliar seu alcance e efetividade.

Dessa forma, esse trabalho traz indícios de que a gamificação, aliada a outras metodologias ativas, pode contribuir positivamente para a qualidade do ensino de Física nas escolas públicas brasileiras. Cabe, contudo, ressaltar que o estudo se concentrou na descrição qualitativa da participação dos alunos, sem mensuração formal do aprendizado, e os resultados refletem o contexto específico do grupo analisado, o que exige cautela em generalizações. Embora o escopo desta pesquisa tenha priorizado as potencialidades em engajamento e aplicação conceitual, estudos futuros poderão aprofundar a articulação do RPG com teorias de aprendizagem específicas, analisando processos cognitivos envolvidos e ampliando sua aplicação em contextos educacionais diversos. Por isso, recomenda-se que futuras investigações realizem estudos de caso em diferentes escolas e perfis de alunos, regionalizando os cenários propostos. Tais estudos permitirão analisar com maior profundidade os desafios e benefícios da abordagem em contextos diversos e ajustar as estratégias didáticas às demandas de cada realidade escolar.

Editora Responsável: Maria de Fátima da Silva Verdeaux

REFERÊNCIAS

ALVES, F. *Gamification: como criar experiências de aprendizagem engajadoras*. São Paulo: DVS Editora, 2015.

ALVES, R. V. *A jornada dos alelos: impactos da utilização do RPG como metodologia ativa-imersiva no ensino de genética*. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2023.

AMARAL, E.; BASTOS, F. O caráter cooperativo do Role Playing Game (RPG) na Educação em Ciências. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 8., 2011, Campinas. Anais [...] Campinas: ABRAPEC, 2011.

BARBOSA, E. F.; MOURA, D. G. Metodologias ativas de aprendizagem na educação profissional e tecnológica. *Boletim Técnico do Senac*, Rio de Janeiro, v. 39, n. 2, p. 48-67, 2013.

BARBOZA, C. G.; ALVES, M. F. S. RPG gamificado: utilizando o RPG pedagógico como atividade gamificada para o ensino de Física. *Revista do Professor de Física*, v. 8, n. 1, p. 90-103, 2024. doi: <<https://doi.org/10.26512/rpf.v8i1.53296>>.

BITTENCOURT, J. R.; GIRAFFA, L. M. Modelando ambientes de aprendizagem virtuais utilizando role-playing games. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO (SBIE), 14., 2003, Rio de Janeiro. Anais [...] Porto Alegre: SBC, 2003. p. 683-692.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora, 1994.

BORGES, T. S.; ALENCAR, G. Metodologias ativas na promoção da formação crítica do estudante: o uso das metodologias ativas como recurso didático na formação crítica do estudante do ensino superior. *Cairu em Revista*, v. 3, n. 4, p. 119-143, 2014.

BRASIL. Lei n° 9.795, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, p. 1, 28 abr. 1999.

BRASIL. *Base Nacional Comum Curricular: educação é a base*. Brasília, DF: MEC, 2018.

GEE, J. P. Bons video games e boa aprendizagem. *Perspectiva*, v. 27, n. 1, p. 167-178, 2009. doi: <<https://doi.org/10.5007/2175-795X.2009v27n1p167>>.

GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. São Paulo: Atlas, 2002.

GOMES, D. O. *Manual básico de regras: o uso do role-playing game (RPG) como uma ferramenta didática no ensino da dinâmica na física na educação básica*. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2024.

GRANDO, A.; TAROUCO, L. M. R. O uso de jogos educacionais do tipo RPG na educação. *RENTE*, v. 6, n. 1, 2008. doi: <<https://doi.org/10.22456/1679-1916.14403>>.

GUSC, J.; VAN VEEN-DIRKS, P. Accounting for sustainability: an active learning assignment. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, v. 18, n. 3, p. 329-340, 2017. doi: <<https://doi.org/10.1108/IJSHE-11-2015-0185>>.

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

- KOEHLER, S. M. F. Inovação Didática-Projeto de Reflexão e Aplicação de Metodologias Ativas de Aprendizagem no Ensino Superior: uma experiência com peer instruction. *Janus*, Lorena, v. 9, n. 15, p. 75-87, 2012.
- LIMA, V. V. Constructivist spiral: an active learning methodology. *Interface-Comunicação, Saúde, Educação*, v. 21, n. 62, p. 421-434, 2017. doi: <<https://doi.org/10.1590/1807-57622016.0316>>.
- LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: EPU, 1986.
- MARCONDES, F. K. *et al.* A puzzle used to teach the cardiac cycle. *Advances in Physiology Education*, v. 39, n. 1, p. 27-31, 2015. doi: <<https://doi.org/10.1152/advan.00116.2014>>.
- MARINS, E. S. *O Role Playing Game (RPG) como ferramenta pedagógica no ensino de Ciências*. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2023.
- McGONIGAL, J. *A realidade em jogo: por que os jogos nos tornam melhores e como eles podem mudar o mundo*. Rio de Janeiro: Best Seller, 2012.
- MELO, B. C.; SANT'ANA, G. A prática da Metodologia Ativa. *Comunicação em Ciências da Saúde*, Brasília, v. 23, n. 4, p. 327-339, 2012.
- MELO, W. S. *Uma proposta de ensino de Astronomia por meio de um jogo em RPG Maker*. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2021.
- MICOTTI, M. C. O. O ensino e as propostas pedagógicas. In: BICUDO, M. A. *Pesquisa em educação matemática: concepções e perspectivas*. São Paulo: UNESP, 1999. p. 153-184.
- NASCIMENTO-JUNIOR, F. A.; PIASSI, L. P. Role-playing games nas aulas de física. *Revista de Enseñanza de la Física*, v. 27, n. esp., p. 675-681, 2015.
- NASCIMENTO-JUNIOR, F. A.; PIETROCOLA, M. O papel do RPG no ensino de Física. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIA, 5., 2005, Bauru. Anais [...] Bauru: ABRAPEC, 2005.
- OLIVEIRA, J. K. C.; PIMENTEL, F. S. C. Epistemologias da gamificação na educação: teorias de aprendizagem em evidência. *Revista da FAEEBA: Educação e Contemporaneidade*, v. 29, n. 57, p. 236-250, 2020. doi: <<https://doi.org/10.21879/faeeba2358-0194.2020.v29.n57.p236-250>>.
- ONU. *Transformando nosso mundo: a agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável*. Nova York: ONU, 2015. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/>>. Acesso em: 10 nov. 2025.

PAGANINI, É. R.; BOLZAN, M. S. Ensinando Física através da Gamificação. In: ENCONTRO CIENTÍFICO DE FÍSICA APLICADA, 7., 2016, Sorocaba. Anais [...] São Paulo: Blucher, 2016. v. 3, p. 16-20.

PEREIRA, R. Método ativo: técnicas de problematização da realidade aplicada à Educação Básica e ao Ensino Superior. In: COLÓQUIO INTERNACIONAL EDUCAÇÃO E CONTEMPORANEIDADE, 6., 2012, São Cristóvão. Anais [...] São Cristóvão: UFS, 2012.

PRENSKY, M. Digital game-based learning. *Computers in Entertainment (CIE)*, v. 1, n. 1, p. 21-21, 2003. doi: <<https://doi.org/10.1145/950566.950596>>.

SÁ, C. D.; PAULUCCI, L. Desenvolvimento de um sistema de RPG para o ensino de Física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 43, p. e20210005, 2021.

SILVA, C. T. *Proposta de sequência didática sobre eletromagnetismo: RPG promovendo educação científica*. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2024.

SILVA, C. T.; MATOS, E. A. Proposta de sequência didática sobre eletromagnetismo: RPG promovendo educação científica. *Humanidades & Inovação*, v. 11, n. 8, p. 257-272, 2024.

SILVA, J. B.; SALES, G. L.; CASTRO, J. B. Gamificação como estratégia de aprendizagem ativa no ensino de Física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 41, n. 4, p. e20180309, 2019. doi: <<https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2018-0309>>.

SILVA, P. H. S. *O Role-playing game (RPG) como ferramenta para o ensino de Física*. Tese (Doutorado) Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

SOUZA, M. R. V. B. *et al.* Uma proposta para o uso de RPG no Ensino de Física: A Vingança de Newton. *Jornal Mato-Grossense de Física*, Cuiabá, v. 7, n. 2, art. 11, 2024. doi: <<https://doi.org/10.59396/29651964JMFis.7-2.11.2024>>.

STUDART, N. A gamificação como design instrucional. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 44, p. e20210362, 2022.

URIAS, G. M. P. C.; AZEREDO, L. A. S. Metodologias ativas nas aulas de Administração Financeira: alternativa ao método tradicional de ensino para o despertar da motivação intrínseca e o desenvolvimento da autonomia. *Administração: Ensino e Pesquisa*, Rio de Janeiro, v. 18, n. 1, p. 39-67, 2017.

ZABALA, A. *Enfoque globalizador e pensamento complexo: uma proposta para o currículo escolar*. Porto Alegre: Artmed, 2002.

APÊNDICE

SITUAÇÃO DIDÁTICA

TÍTULO

Desafio EcoFísica sobre Rodas

PÚBLICO ALVO

Alunos do primeiro ano do ensino médio

PROBLEMATIZAÇÃO

Imagine que nossa cidade enfrenta um problema urgente: as emissões de gases de efeito estufa estão aumentando rapidamente, contribuindo para as mudanças climáticas e afetando o nosso planeta. Nossa tarefa é encontrar maneiras criativas de aplicar os princípios da Física, especialmente os conceitos de dinâmica e forças, para ajudar a reduzir as emissões e construir uma sociedade mais sustentável. Como podemos usar nossos conhecimentos em Física para desenvolver soluções que possam fazer a diferença?

OBJETIVOS GERAIS

Proporcionar aos alunos do primeiro ano do ensino médio uma compreensão sólida dos conceitos iniciais da dinâmica, bem como o conhecimento sobre forças e movimentos, e sua aplicação na busca por uma sociedade mais sustentável.

HABILIDADE

EM13CNT101: Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.

CONCEITOS ABORDADOS

- Conceitos de Dinâmica (Forças e Movimento)
- Força Centrípeta
- Segunda Lei de Newton (Plano Inclinado)
- Equilíbrio de Torques (Alavancas)

DINÂMICA PRETENDIDA

Duração: 90 min

Contextualização Inicial: O professor deve atuar como um guia/narrador durante o jogo. A atividade se inicia contextualizando os alunos: "Neste jogo educativo, vocês, estudantes, terão a oportunidade de aplicar conceitos científicos e ambientais em uma série de cenários desafiadores. Cada cenário apresenta uma situação da vida real relacionada à sustentabilidade ambiental. Suas escolhas terão impacto direto no meio ambiente. Além disso, este jogo servirá como uma revisão dos conteúdos aprendidos durante o período escolar."

Divisão em Grupos: A sala será dividida em grupos de cinco a seis integrantes. Cada grupo representará uma equipe encarregada de tomar decisões em cenários específicos. Em cada cenário, um membro de cada grupo será escolhido para "rolar os dados" e fazer as escolhas junto de sua equipe.

Objetivo: Cada grupo é uma equipe de pilotos que enfrentará três cenários (desafios) diferentes. Em cada cenário, a equipe deve debater e tomar uma decisão coletiva sobre qual abordagem adotar.

Sistema de Pontuação

A pontuação de cada equipe em cada cenário é baseada em dois critérios:

- Escolha Correta (Ecológica): Soma 1 ponto.
- Cálculo Físico Correto: Soma 1 ponto adicional.

A pontuação mínima é de 0 pontos (reservada à escolha não ecológica com cálculo incorreto).

O professor não deve revelar qual opção é a "correta" (ecológica) antes da escolha. As equipes devem usar seus conhecimentos de física e senso comum para decidir.

A resposta e a lógica da sustentabilidade só são reveladas após as equipes se comprometerem com uma escolha e realizarem os cálculos. Final: A equipe com mais pontos ao final dos 3 cenários vence e recebe uma recompensa (ex: caixa de chocolate).

O papel do professor (e do auxiliar, se houver) é o de mediador da experiência. Embora deva estar disponível para esclarecer dúvidas sobre os cálculos e validar os resultados matemáticos, seu foco principal deve ser estimular a reflexão crítica e a problematização. Ao longo do jogo, o professor deve incentivar o debate com perguntas reflexivas, como: "Qual opção vocês acham que é realmente mais ecológica? Por quê?", "O que essa escolha implica para o consumo de combustível e para o meio ambiente?" ou "Será que a opção que parece mais fácil é também a mais sustentável?"



Figura 4: Representação visual do Cenário 1 (Curva Acentuada) utilizada para imersão narrativa dos alunos
Fonte: Imagem gerada com IA (Arquivo pessoal, 2022).

Descrição: “Vocês e sua equipe estão no controle de carros e enfrentam uma pista cheia de curvas desafiadoras. Nossa cidade depende de vocês para vencer a curva da sustentabilidade. Qual caminho vocês escolherão para serem heróis do meio ambiente e vencer essa corrida incrível na busca de um futuro mais sustentável?”

Escolhas: “Vocês veem duas curvas à frente, uma mais fechada e outra mais ampla. Qual vocês escolheriam enfrentar?”

Escolha 1 - Curva Fechada

- Lance o dado para determinar a massa do carrinho. Use a equação:

$$m = (\text{Dado} \cdot 3,5) + 175\text{kg}$$

- Lance o dado para determinar a velocidade do carrinho. Use a equação:

$$v = (\text{Dado} \cdot 2) + 2\text{m/s}$$

- Utilize o valor do raio da curva como $r = 20\text{m}$.

Escolha 2 - Curva Ampla

Mesmo processo, mas dessa vez o valor do raio da curva é de 20m .

Prática

“Com os valores da massa e velocidade, calcule a força centrípeta usando a equação: $F_c = m \cdot (v^2/r)$, onde F_c é a força centrípeta (N), m é a massa do carrinho (kg), v é a velocidade do carrinho (m/s) ao quadrado e r é o raio da curva (m).”

Discussão do Professor

Discussão com o Professor: Neste cenário, após os alunos tomarem suas decisões, é essencial aprofundar a discussão sobre implicações ambientais, de consumo de energia

e segurança de cada opção. O objetivo principal é levar os alunos a compreender a relação entre velocidade, raio e força centrípeta, e como essa relação física impacta decisões ambientais reais. O professor deve guiar os alunos através de uma sequência de perguntas para desenvolver o pensamento crítico.

Comece questionando: "Qual diferença vocês observaram nos valores de força centrípeta entre a curva fechada e a curva ampla?" Isso permite que os alunos reflitam sobre seus cálculos e identifiquem as diferenças numéricas. Em seguida, pergunte: "Por que vocês acham que uma curva fechada exige menos velocidade?" Essa pergunta leva os alunos a conectarem a geometria da curva com a necessidade de velocidade.

Para a escolha da curva fechada, onde optamos por diminuir a velocidade, é importante destacar como essa decisão afeta o consumo de energia. Reduzir a velocidade diminui a necessidade de o motor fornecer uma quantidade excessiva de energia para manter a curva, o que resulta em menor consumo de combustível e, conseqüentemente, menores emissões de poluentes. Além disso, essa escolha aumenta a segurança, pois a velocidade reduzida melhora o controle do veículo, reduzindo o risco de acidentes.

Continue a discussão perguntando: "Se o motor trabalha menos, o que isso significa para o consumo de combustível?" Isso conecta diretamente energia com combustível. Depois questione: "Pensem em uma situação real: o que seria mais seguro - fazer uma curva fechada em baixa velocidade ou uma curva ampla em alta velocidade?" Isso permite aos alunos articularem a importância da segurança aliada à eficiência.

Em contraste, a escolha da curva ampla, onde aumentamos a velocidade, resulta em maior consumo de energia devido à necessidade de superar a força centrífuga mais elevada. Isso leva a uma maior emissão de poluentes. Além disso, essa opção envolve um risco maior de acidentes, pois a alta velocidade em curvas amplas é menos segura.

Finalize este segmento perguntando: "Como essa escolha física impacta a qualidade do ar da nossa cidade?" Essa pergunta conecta os números e a física com consequências tangíveis que os alunos compreendem intuitivamente. Um indicador de compreensão é quando o aluno consegue explicar espontaneamente por que reduzir velocidade economiza combustível, sem necessidade de dicas do professor.

Podemos também encorajar os alunos a refletirem sobre como a aplicação adequada de conhecimentos em física pode ter um impacto significativo na redução das emissões de poluentes e na promoção de um ambiente mais seguro e sustentável. O professor pode convidar alunos a compartilharem exemplos de situações do cotidiano - como rotas de ônibus, trajetos de entrega, ou até corridas - onde essas decisões sobre velocidade e eficiência poderiam fazer diferença.

Dessa forma, os alunos não apenas entenderão por que uma escolha é ecologicamente correta, mas também como suas escolhas afetam o consumo de energia, as emissões de poluentes, a segurança e a eficiência, permitindo-lhes uma visão mais completa da relação entre ciência e sustentabilidade. Este cenário estabelece a base conceitual que será aprofundada nos cenários seguintes.



Figura 5: Representação visual do Cenário 2 (Subida Íngreme), utilizado para imersão narrativa dos alunos
Fonte: Imagem gerada com IA (Arquivo pessoal, 2022).

Descrição: “No meio de uma paisagem montanhosa épica, sua equipe de pilotos se depara com uma subida íngreme. Suas escolhas determinarão o destino da cidade. A cidade confia em vocês para superar esse desafio. Qual estratégia vocês escolherão? O futuro está nas suas mãos!”

Escolhas: “Vocês precisam decidir a forma mais sustentável de subir uma montanha: de maneira direta, com ângulo maior, ou em zigue-zague, com inclinação menor, mas percorrendo maior distância. Qual vocês escolhem?”

Escolha 1 - Subida íngreme:

- Lance o dado para determinar o ângulo da inclinação. Use a equação:

$$\theta = (\text{Dado} \cdot 5) + 10^\circ$$

Escolha 2 - Subida em Zigue-Zague:

- Lance o dado para determinar o ângulo da inclinação. Use a equação:

$$\theta = (\text{Dado} \cdot 1) + 10^\circ$$

Prática

“Com os valores do ângulo determinados para cada escolha, vocês precisam calcular a aceleração resultante com a equação $a = g \cdot \sin(\theta)$, e refletir sobre como diferentes ângulos afetam o esforço necessário para subir a encosta.”

Discussão do Professor:

Neste cenário, após os alunos tomarem suas decisões, é essencial aprofundar a discussão sobre as estratégias de otimização energética. Os objetivos são entender como ângulos maiores exigem maior aceleração, relacionar trabalho e energia com inclinações, e levar os alunos a compreender por que engenheiros projetam estradas em zigue-zague.

O professor deve começar questionando os alunos de forma provocadora: "Qual foi o ângulo que vocês calcularam em cada escolha? Qual é maior?" Isso permite que os alunos articulem seus resultados numéricos. Em seguida, pergunte: "O que a aceleração maior significa para o motor do carro?" Isso conecta a aceleração com a realidade do funcionamento do motor.

Continue com uma pergunta crítica de comparação: "Se o motor trabalha muito mais intensamente em pouco tempo (linha reta), versus trabalhando moderadamente por mais tempo (zig-zag), qual economiza mais combustível no total?" Essa pergunta leva os alunos a pensarem além de apenas "combustível" e a compreenderem a diferença entre picos de esforço versus esforço contínuo. Espera-se que os alunos entendam que esforço contínuo e moderado é mais eficiente do que picos explosivos de trabalho.

Questione também: "Vocês conhecem alguma estrada de montanha real que não sobe em linha reta? Por quê?" Isso permite que os alunos conectem o aprendizado de sala de aula com observações do mundo real. Eles podem mencionar estradas locais ou conhecidas, e o professor pode validar essas observações como exemplos de engenharia eficiente.

Para consolidar o aprendizado, pergunte: "Se fosse você escolhendo a rota de entrega de pacotes em uma cidade montanhosa, qual escolheria? Por quê?" Isso torna o aprendizado prático e relevante para possíveis cenários profissionais futuros.

Para a escolha de subir em linha reta, um ângulo maior exige maior aceleração do motor para vencer a gravidade, o que resulta em maior consumo de combustível e maiores emissões de poluentes. Além disso, essa escolha pode ser mais arriscada, pois a inclinação acentuada aumenta o risco de perda de tração. Para a escolha do caminho em zig-zag, um ângulo menor resulta em menor consumo de energia devido à menor aceleração necessária para superar a gravidade. Isso leva a uma menor emissão de poluentes e maior segurança do trajeto. Embora o caminho seja mais longo em termos de distância, o menor esforço do motor em cada segmento torna essa opção mais eficiente e sustentável globalmente.

Ao encerrar este segmento, o professor deve articular síntese importante: "Vocês acabaram de aprender um princípio que engenheiros usam constantemente: às vezes, um caminho mais longo em termos de distância é melhor do que o mais curto em termos de energia e eficiência. Isso é inteligência aplicada." Um indicador de compreensão verdadeira é quando o aluno consegue comparar as duas abordagens além de apenas repetir "combustível- quando demonstra compreensão da diferença entre pico de esforço versus esforço contínuo.



Figura 6: Representação visual do Cenário 3 (Movendo a Barreira), utilizada para imersão narrativa dos alunos Fonte: Imagem gerada com IA (Arquivo pessoal, 2022).

Descrição: “Uma parede de concreto gigante bloqueia seu caminho. A cidade confia em vocês para mover essa barreira. Será que vocês escolherão a maneira mais inteligente e amigável ao meio ambiente? Aprendam sobre alavancas e tomem uma decisão que salvará o dia!”

Escolhas: “Vocês precisam mover a barreira de concreto para prosseguir. Vocês podem usar uma alavanca para amplificar a força peso do grupo ou tentar empurrar a barreira com a força bruta do carro. Qual vocês escolhem?”

Escolha 1 - Uso da Alavanca

- Lance o dado para determinar a massa da barreira. Use a equação:

$$m = \text{Dado} \cdot 10 + 400 \text{ kg}$$

- Determine a Força Potente do grupo (F_p), que é o peso da equipe, usando a equação:

$$F_p = m_{\text{equipe}} \cdot g$$

- Determine a Força Resistente (F_r), que é o peso da barreira, usando a equação:

$$F_r = m_{\text{barreira}} \cdot g$$

- Defina o braço de resistência (dr) como fixo em 1 m.
- Finalmente, use a equação geral de equilíbrio para encontrar o comprimento da alavanca (dp) necessário:

$$F_p \cdot dp = F_r \cdot dr$$

Escolha 2 - Força bruta do carro

- Calcule a força necessária (F_{carro}), simplificada como o peso da barreira, usando a equação:

$$F_{\text{carro}} = m_{\text{barreira}} \cdot g$$

- Calcule a aceleração mínima que o carro precisaria obter, utilizando a equação:

$$a = \frac{F_{\text{carro}}}{m_{\text{barreira}}}$$

Discussão do Professor:

Neste cenário, o foco recai sobre uma escolha fundamental entre utilizar uma alavanca ou aplicar força bruta para mover uma barreira de concreto. Os objetivos específicos são compreender que alavancas amplificam força através de multiplicação de braços, entender que "fazer menos trabalho com a mesma tarefa" é um princípio de design sustentável, e reconhecer máquinas simples em situações do cotidiano. Este é o cenário crítico onde a intervenção explicativa do professor é mais importante.

Logo após os alunos realizarem seus cálculos, o professor deve fazer uma intervenção clara e dramatizada: "Vejam só o que aconteceu aqui! Com a alavanca, vocês precisaram aplicar muito menos força para mover a barreira. Isso não é magia - é geometria! O fulcro está a 1 metro da barreira. Se a alavanca tem 3 metros, o outro lado tem 2 metros. A razão é 2:1. Isso significa que vocês amplificaram a força 2 vezes! Vocês conseguem visualizar isso na mente? Um lado da alavanca trabalha para vocês." Essa intervenção deixa claro como e por que a alavanca funciona.

O professor deve então questionar ordenadamente: "Vocês conseguem comparar os valores de força necessária com a alavanca versus sem a alavanca?" Isso permite aos alunos observarem as diferenças quantitativas concretas. "De onde vem essa diferença de força?" Essa pergunta os leva a refletirem sobre o princípio da multiplicação. "Se vocês precisam de menos força, o motor do carro também precisa fornecer menos energia, certo? O que isso significa?" Isso conecta força com energia e consumo.

Pergunte também: "Alguém consegue dar um exemplo onde nós usamos alavancas na vida real?" Os alunos podem mencionar tesoura, chave inglesa, carrinho de mão, abridores de garrafas, etc. O professor deve validar cada exemplo: "Excelente! E por que vocês acham que essas ferramentas foram inventadas dessa forma?" Espera-se que os alunos respondam que é para facilitar o trabalho ou economizar força.

Continue: "Por que máquinas de construção modernas usam muitas alavancas e sistemas de multiplicação de força?" Isso prepara para a próxima pergunta crítica: "Se a sustentabilidade é fazer as coisas usando menos energia, vocês acham que máquinas sustentáveis são aquelas que usam muitas alavancas e máquinas simples, ou poucas?" Os alunos devem chegar à conclusão de que máquinas sustentáveis usam muitas alavancas porque isso economiza energia.

Para a escolha da alavanca, os alunos conseguem mover a barreira aplicando muito menos força, o que resulta em menor consumo de combustível e menores emissões de poluentes. Essa escolha também é mais segura, pois não exigimos o esforço máximo do

motor. Para a escolha de empurrar usando força bruta, sem amplificação mecânica, o carro precisa fornecer toda a força necessária. Isso resulta em maior consumo de energia, maior emissão de poluentes e maior desgaste do veículo.

Ao encerrar este cenário, o professor deve fazer reflexão memorável que conecta tudo: "O que aprendemos aqui é mais do que apenas sobre alavancas e física. Aprendemos que a Física nos capacita a fazer escolhas melhores. Quando entendemos como as forças funcionam, quando compreendemos a vantagem mecânica, quando vemos que inteligência pode substituir força bruta, nós não apenas ganhamos conhecimento técnico - nós ganhamos o poder de contribuir para um futuro mais sustentável. E cada escolha que fazemos para usar máquinas simples ao invés de força bruta é uma escolha por sustentabilidade."

Um indicador crítico de compreensão é quando o aluno consegue explicar por que uma alavanca economiza energia não apenas em números, mas em conceito - quando demonstra compreensão de multiplicação de força através de geometria. Este cenário deve levar aproximadamente 15 minutos de discussão.

FIM DO JOGO

Após a conclusão do jogo "Desafio EcoFísica sobre Rodas", o professor inicia uma recapitulação dos principais pontos da atividade. Ele aproveita a oportunidade para estimular a reflexão e a discussão entre os alunos.

O professor começa relembando os conceitos fundamentais de Física explorados ao longo da dinâmica, como dinâmica, forças, movimento e energia. Ele incentiva os alunos a compartilharem suas percepções sobre como aplicaram esses conceitos nos cenários desafiadores apresentados.

Em seguida, o foco da discussão se volta para o impacto das escolhas feitas pelos grupos. O professor guia os alunos na análise de como suas decisões influenciaram diretamente as situações apresentadas. Os alunos são convidados a considerar como suas escolhas afetaram a sustentabilidade ambiental, levando em consideração aspectos como eficiência, segurança e ética.

O professor também encoraja os alunos a olharem para além das atividades em sala de aula e a considerarem como podem aplicar o conhecimento de Física em situações do mundo real para abordar desafios ambientais e promover a sustentabilidade.

MATERIAL DE APOIO

- Dados (d6)
- Calculadora
- Lousa (Quadro branco)
- TV ou Projetor (para apresentar as ilustrações dos cenários)