



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE SALINÓPOLIS
FACULDADE DE FÍSICA
LICENCIATURA EM FÍSICA



CARLA PINHEIRO SOUZA

**GAMIFICAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA: Um jogo de tabuleiro como
estratégia metodológica para explorar cinemática, dinâmica e
gravitação no ensino médio**

SALINÓPOLIS

2025

Carla Souza

**GAMIFICAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA: Um jogo de tabuleiro como
estratégia metodológica para explorar cinemática, dinâmica e
gravitação no ensino médio**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade de Física do Campus Universitário de
Salinópolis da Universidade Federal do Pará, para
obtenção do título de Licenciado(a) em Física.
Orientadora: Profa. Dra. Carolina Loureiro Benone

SALINÓPOLIS

2025


CARLA SOUZA

GAMIFICAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA: Um jogo de tabuleiro como estratégia metodológica para explorar cinemática, dinâmica e gravitação no ensino médio


Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Física do Campus Universitário de Salinópolis da Universidade Federal do Pará, para obtenção do título de Licenciado(a) em Física. Orientadora: Profa. Dra. Carolina Loureiro Benone.

Data de Aprovação: 10 de julho de 2025


BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **CAROLINA LOUREIRO BENONE**
Data: 11/07/2025 16:40:23-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof^a. Dra. Carolina Loureiro Benone (Orientadora) Universidade Federal do Pará – Campus Salinópolis

Documento assinado digitalmente
 **LILIA CRISTINA DOS SANTOS DINIZ ALVES**
Data: 12/09/2025 12:21:22-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof^a. Dra. Lilia Cristina dos Santos Diniz Alvez (Membro Interno) Universidade Federal do Pará – Campus Salinópolis

Documento assinado digitalmente
 **SAULO DE MESQUITA DILES**
Data: 14/07/2025 06:51:40-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Saulo de Mesquita Diles (Membro Interno) Universidade Federal do Pará – Campus Salinópolis

Dedico este trabalho ao meu filho Nicolas, que me inspirou a nunca desistir, a minha mãe Rosileia e meu pai Pedro, pelo apoio incondicional e por acreditarem que eu era capaz.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me dar força e saúde para chegar até aqui.

Ao meu filho, que foi e sempre será minha maior motivação.

Aos meus pais, pelo apoio incondicional e por acreditarem no meu sonho.

Ao meu marido, pelo companheirismo, paciência e incentivo em todos os momentos.

À minha orientadora, professora Carolina Loureiro Benone, por toda dedicação, paciência e apoio durante este trabalho.

Aos professores, que fizeram de tudo para eu continuar acreditando que era capaz.

E a todos os meus familiares e amigos que torceram e vibraram por cada conquista.

“O brincar é a forma mais elevada de pesquisa”.

Albert Einstein

RESUMO

Este trabalho apresenta uma proposta de aula para alunos do 3º ano do ensino médio da Escola Doutor Miguel de Santa Brígida, visando investigar como estes assimilam e recordam conceitos de Física básica por meio da gamificação. Inspirados na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, que defende a ligação de novos conhecimentos a saberes prévios, desenvolvemos o jogo de tabuleiro *Forças do Universo*, abordando Cinemática, Dinâmica e Gravitação de forma interativa. O jogo estimulou o raciocínio lógico, a cooperação e a aplicação prática dos conteúdos. A metodologia incluiu a aplicação do jogo em sala, observações, registros de feedbacks e questionários mistos qualitativos e quantitativos para analisar seu impacto. Os resultados mostraram maior engajamento e melhor compreensão dos conteúdos, revelando que a Física pode ser mais acessível e atrativa quando associada ao lúdico. Concluímos que estratégias como a gamificação têm potencial para tornar o ensino de física mais leve, interativo e significativo.

Palavras-chave: Gamificação. Ensino de Física. Aprendizagem Significativa.

ABSTRACT

This work presents a lesson proposal for 3rd year high school students at Doctor Miguel de Santa Brígida School, aiming to investigate how they assimilate and recall concepts of basic Physics through gamification. Inspired by Ausubel's theory of meaningful learning, which advocates linking new knowledge to prior knowledge, we developed the board game Forces of the Universe, addressing Kinematics, Dynamics, and Gravitation in an interactive way. The game stimulated logical reasoning, cooperation, and practical application of the content. The methodology included conducting the game in class, making observations, recording feedback, and using mixed qualitative and quantitative questionnaires to analyze its impact. The results showed greater engagement and better understanding of the content, revealing that Physics can be more accessible and attractive when associated with playfulness. We conclude that strategies such as gamification have the potential to make the teaching of Physics lighter, more interactive, and meaningful.

Keywords: Gamification. Physics Teaching. Meaningful Learning.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

Figura 1 -	Vetores no movimento circular aceleração centrípeta e tangencial.....	27
Figura 2 -	Representação da segunda lei de newton: a força resultante provoca uma aceleração em um corpo de massa m.....	29
Figura 3 -	Par de ação e reação atuando no lançamento da bola.....	30
Figura 4 -	Representação das forças peso e normal sobre um corpo em repouso sobre uma mesa.....	31
Figura 5 -	Gráfico representa a lei de hooke e o comportamento de uma mola submetida a diferentes forças.....	32
Figura 6 -	Representação da órbita elíptica de um planeta ao redor do sol, com destaque para pontos de periélio e afélio.....	36
Figura 7 -	Representação da segunda lei de Kepler: áreas iguais varridas em tempos iguais.....	37
Figura 8 -	Representação da terceira lei de Kepler relação entre período orbital e semi-eixo maior.....	38
Figura 9 -	Representação do movimento de rotação da terra.....	40
Figura 10 -	Ilustração de um buraco negro.....	41
Figura 11 -	Representação gráfica da curvatura do espaço-tempo causada por um buraco negro, indicando a singularidade.....	42
Figura 12 -	Demonstração das cartas utilizadas no jogo.....	46
Figura 13 -	Logo do aplicativo canva.....	47
Figura 14 -	Cores representantes dos temas das perguntas.....	47
Figura 15 -	Tabuleiro.....	50
Figura 16 -	Jogo teste.....	54
Figura 17 -	Caixas que separam as perguntas com respostas certas e erradas.....	55
Figura 18 -	Primeiro grupo de estudantes jogando.....	58
Figura 19 -	Segundo grupo de estudantes tirando dúvidas sobre uma pergunta de gravitação.....	59
Figura 20 -	Alunos respondendo os questionários.....	76

GRÁFICOS

Gráfico 1 -	Gráfico de velocidade vs tempo: reta inclinada representa a aceleração constante.....	26
Gráfico 2 -	Experiência com o jogo (grupo 1).....	61
Gráfico 3 -	Compreensão dos conceitos (grupo 1).....	62
Gráfico 4 -	Casa especial mais chamativa (grupo 1).....	62
Gráfico 5 -	Memoria sobre os conceitos do primeiro ano (grupo 1).....	64
Gráfico 6 -	Experiencia com o jogo (grupo 2).....	65
Gráfico 7 -	Compreensão dos conceitos (grupo 2).....	66
Gráfico 8 -	Casa especial mais chamativa (grupo 2).....	66
Gráfico 9 -	Memoria sobre os conceitos do primeiro ano (grupo 2).....	68
Gráfico 10 -	Aspectos favoritos do jogo.....	70
Gráfico 11 -	Experiencia dos alunos com o jogo.....	70
Gráfico 12 -	Jogo de tabuleiro como ferramenta de aprendizagem.....	72
Gráfico 13 -	Acertos e erros por área.....	75

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Acertos e erros de cada grupo.....	73
Tabela 2 – Erros e acertos por área (grupo 1).....	74
Tabela 3 – Erros e acertos por área (grupo 2).....	74

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1 <i>A Teoria da Aprendizagem Significativa</i>	17
2.2 <i>A Gamificação como Estratégia Educacional</i>	20
3 CONCEITOS DE CINEMÁTICA, DINÂMICA E GRAVITAÇÃO	24
3.1 <i>Cinemática</i>	24
3.2 <i>Dinâmica</i>	28
3.3 <i>Gravitação</i>	33
4 METODOLOGIA	44
4.1 <i>Desenvolvimento do jogo de tabuleiro</i>	45
4.2 <i>Instrumentos de avaliação</i>	52
4.3 <i>Fabricação dos materiais</i>	54
4.4 <i>Teste piloto do Protótipo</i>	54
4.5 <i>Revisão e ajustes finais</i>	55
4.6 <i>Aula de gravitação newtoniana</i>	56
4.7 <i>Aplicação em sala de aula</i>	58
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	59
5.1 <i>Descrição da partidas e observações coletadas</i>	59
5.2 <i>Contribuição do jogo na compreensão dos conceitos de gravitação, cinemática e dinâmica</i>	73
5.3 <i>Percepções dos alunos e impacto do jogo</i>	76
5.4 <i>Análise das respostas dos participantes</i>	77
5.5 <i>Análise dos desempenhos dos participantes</i>	78
5.6 <i>Feedback dos alunos e professores sobre a efetividade do jogo</i>	78
5.7 <i>Avaliação geral do jogo</i>	79
6 CONCLUSÃO	81
REFERÊNCIAS	83
APÊNDICE A – questionário	85
APÊNDICE B – Regras do jogo	86

1 INTRODUÇÃO

Ensinar Física no Ensino Médio é um desafio que, que vai além da teoria, pois se manifesta de forma prática na realidade das salas de aula. Essa disciplina, tão rica e cheia de possibilidades, pode ao mesmo tempo despertar curiosidade e causar frustração. Não é raro encontrar alunos que sentem medo ou desânimo quando se deparam com fórmulas extensas, gráficos e linguagem aparentemente distante da realidade deles. Diante dessas reações, passou-se a refletir sobre alternativas metodológicas que tornassem o conteúdo mais acessível e dinâmico para os estudantes.

A Física, infelizmente, ainda é vista por muitos estudantes como uma matéria abstrata e difícil, que exige muita “decoreba” e pouco entendimento prático. Essa percepção está muitas vezes ligada à maneira como o conteúdo é apresentado em sala de aula, com uma abordagem tradicional que foca na teoria e na resolução de exercícios, mas que pouco dialoga com o cotidiano do aluno. Como observa Cachapuz et al. [1], essa abordagem transmissiva reforça o distanciamento entre ciência escolar e realidade social, limitando a possibilidade de os estudantes atribuírem significado ao que aprendem. É comum que, em determinadas aulas, surja o questionamento: “Mas onde é que eu vou usar isso?”, evidenciando uma desconexão entre o conteúdo ensinado e a vivência dos estudantes, o que se torna um dos grandes obstáculos para a aprendizagem significativa.

Como reforça Nascimento, [2]

É lamentável quando se ouve ‘eu odeio física’, e mais lastimável ainda é lembrar que essa disciplina dispõe de todos os requisitos para estar entre as mais simpatizadas por se tratar de uma ciência experimental e cotidiana. No entanto, poucos são os alunos que realmente se apropriam desse saber. Isto é comprovado nos altos índices de reprovação que demonstram um baixo nível de aproveitamento.

Outro ponto que vale ressaltar é que, na maioria das vezes, o primeiro contato do aluno com a Física acontece já no Ensino Médio. Ou seja, ele entra em uma nova etapa escolar sendo apresentado a uma ciência nova, com uma linguagem nova, conceitos novos e uma pressão muito grande para acompanhar tudo isso em pouco tempo. É natural que muitos se sintam perdidos, e é aí que o desinteresse começa a surgir. É necessário reconhecer que a ausência de uma base prévia consistente constitui um fator relevante que influencia diretamente a forma como os estudantes

assimilam os conteúdos. Essa lacuna evidencia uma fragilidade no ensino de Ciências Naturais nos anos anteriores, em que a Física muitas vezes é pouco explorada, o que compromete a continuidade da aprendizagem quando os alunos chegam ao Ensino Médio.

Além disso, a forma como o conteúdo é apresentado frequentemente reforça uma prática pedagógica tradicional, centrada apenas na memorização e na repetição mecânica de fórmulas. Isso distancia ainda mais os alunos do verdadeiro significado da ciência. Como aponta Nascimento, “a prática da educação tradicional não traz avanços qualitativos ao pensamento humano, pois em tais condições as mentes jovens perdem suas aptidões naturais para contextualizar os saberes e integrá-los em seus conjuntos. Isso representa um corte substancial dos potenciais criativos e do desenvolvimento cognitivo de adolescentes” [2].

Ainda segundo este autor [2], a abordagem educacional que se baseia quase que exclusivamente na memorização de conteúdo, não só na física, mas em qualquer área do conhecimento, resulta na formação de alunos que se tornam “máquinas” de respostas prontas. Essa crítica converge com Ausubel [3], ao diferenciar a aprendizagem mecânica da significativa, e com Freire [4], ao denunciar o caráter “bancário” da educação, em que o estudante é reduzido a um mero receptor de informações, sem espaço para reflexão ou construção ativa do saber.

Não podemos ignorar outro desafio importante: a falta de recursos didáticos que realmente engajem os estudantes. Livros, quadros e provas são ferramentas valiosas, claro, mas sozinhos não conseguem dar conta da complexidade do processo de aprendizagem. O mundo mudou, os alunos mudaram, e o ensino também precisa acompanhar essa transformação. Precisamos de metodologias que sejam mais dinâmicas, mais participativas, que deem voz ao aluno e permitam que ele se envolva ativamente no próprio aprendizado.

É nesse cenário que se torna urgente buscar alternativas metodológicas capazes de tornar o ensino mais acessível, interessante e próximo da realidade dos estudantes. É preciso encontrar uma maneira de tornar esses conteúdos mais acessíveis, mais leves e, principalmente, mais relevantes para estes alunos. A ideia de usar jogos como ferramenta pedagógica traz justamente o que falta em muitas aulas de Física: interação, engajamento e prazer em aprender. Foi a partir dessa

inquietação que surgiu a ideia de unir o lúdico à aprendizagem por meio da gamificação. De acordo com a Plataforma AZ [5], “gamificação é o uso de técnicas e elementos de jogos em outras atividades. Na educação, a ludificação propõe uma experiência interativa e transformadora nas atividades, para aumentar o engajamento e potencializar o aprendizado”. Esta citação evidencia o potencial da gamificação como estratégia didática para promover o envolvimento ativo dos alunos no processo de aprendizagem. Através do jogo, o aluno deixa de ser apenas um receptor de informações e passa a ser protagonista do próprio aprendizado.

Entretanto, não é suficiente apenas criar um jogo, é essencial que ele esteja fundamentado em uma base teórica consistente, que realmente ajude os alunos a aprenderem de forma significativa. Foi então que o jogo intitulado como “Forças do universo” foi construído visando uma aplicação didática alinhada com os princípios da teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel. Esta teoria defende que o novo conhecimento só é verdadeiramente assimilado quando se conecta a estruturas cognitivas pré-existentes, os chamados "subsunçores". Segundo Carvalho e Matos [6]:

A estrutura cognitiva existente é o principal fator que influencia a aprendizagem. Sua teoria baseia-se na premissa de que a mente humana apresenta uma organização cognitiva interna e uma hierarquia de conhecimentos de caráter conceitual, cuja complexidade está na dependência das relações que se estabelecem entre esses conceitos, atribuindo à estrutura cognitiva o caráter de uma rede de conceitos organizados hierarquicamente.

Essa conexão entre o novo e o já conhecido é o que permite ao aluno dar sentido ao conteúdo, superando a simples memorização mecânica. Para Ausubel[5], a aprendizagem mecânica ocorre quando o estudante apenas repete informações sem estabelecer relações com seus conhecimentos prévios, resultando em um saber frágil e de curta duração. Já a aprendizagem significativa caracteriza-se pela incorporação de novos conteúdos à estrutura cognitiva do aluno de forma lógica e integrada, permitindo que o conhecimento seja utilizado em diferentes contextos e se torne mais estável e duradouro. Afinal, como alguém pode aprender algo novo se ainda não conseguiu estabelecer conexões com o que já sabe?

Levando isso em consideração, foi desenvolvido o jogo “Forças do Universo”: Um jogo de tabuleiro com perguntas e desafios voltados para conteúdo de Mecânica Clássica, como Cinemática, Dinâmica e Gravitação. A ideia é transformar o

aprendizado em uma experiência divertida, onde o aluno possa se lembrar do que aprendeu no passado, trocar ideias com os colegas, errar sem medo e, aos poucos, construir um conhecimento sólido e duradouro.

A partir dos desafios enfrentados, ficou claro que é possível transformar o ensino de Física em algo mais dinâmico, acessível e envolvente para os alunos. Isso não implica em abrir mão do conteúdo ou da seriedade da disciplina, mas sim em buscar abordagens mais criativas e alinhadas com a realidade dos estudantes. A prática em sala de aula demonstrou que, quando os alunos se sentem parte ativa do processo, o aprendizado ganha um significado mais profundo. Foi a partir dessa inquietação que nasceu a ideia do jogo de tabuleiro “Forças do Universo”, uma proposta que vai além da memorização, convidando os alunos a pensar, interagir, refletir e se divertir enquanto aprendem.

A proposta do jogo vai além da competição: ela busca despertar o interesse dos alunos, valorizar o conhecimento prévio, promover a interação entre os participantes e possibilitar que o erro seja encarado como uma etapa natural do processo de aprendizagem. Com perguntas, desafios e momentos de reflexão, os alunos são incentivados a raciocinar, discutir, lembrar de conteúdos anteriores e aplicar o que já aprenderam de maneira descontraída e colaborativa.

Essa pesquisa, portanto, parte do desejo de compreender como o uso de uma estratégia pedagógica como a gamificação pode contribuir para a aprendizagem dos conceitos de Mecânica Newtoniana, especialmente no que diz respeito à assimilação e à recordação desses conteúdos por estudantes do terceiro ano do Ensino Médio. Embora os temas abordados sejam conteúdos típicos do primeiro ano do Ensino Médio, a aplicação do jogo no terceiro ano se justifica pela necessidade de reforçar e revisar esses fundamentos, que são essenciais para a compreensão aprofundada da Física, além de serem frequentes em exames como o ENEM e outros vestibulares. Dessa forma, o jogo também atua como uma ferramenta de resgate e fixação do conhecimento, preparando os alunos para desafios acadêmicos futuros. O jogo “*Forças do Universo*” não surge apenas como uma ferramenta didática alternativa, mas como um convite à redescoberta da Física não como uma ciência fria e distante, mas sim como uma ciência que pode ser compreendida, experimentada e até mesmo divertida.

A relevância deste trabalho se sustenta no fato de demonstrar que é possível oferecer aos alunos uma forma mais empática, acessível e conectada de aprender Mecânica Clássica. Ao colocar o estudante no centro do processo de aprendizagem, o jogo valoriza sua bagagem prévia ao propor perguntas que retomam conteúdos de Cinemática, Dinâmica e Gravitação estudados em anos anteriores. A partir desses desafios, os alunos são incentivados a relacionar o que já sabem com novos contextos, construindo novos sentidos para o conteúdo. Dessa forma, a proposta não se limita a melhorar o desempenho acadêmico, mas também busca cultivar o gosto pelo conhecimento, a autoconfiança e a colaboração em sala de aula. Assim, esta pesquisa pretende contribuir para uma educação mais significativa e transformadora, capaz de despertar nos alunos não só a compreensão dos conceitos, mas também o prazer de aprender.

Este trabalho está organizado em sete capítulos. Após esta introdução, o capítulo 2 apresenta o referencial teórico, com destaque para a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel e a gamificação como proposta metodológica para o ensino de Física. No capítulo 3, são abordados os principais conceitos de Cinemática, Dinâmica e Gravitação, que servem como base para a construção das perguntas e desafios do jogo “Forças do Universo”. O capítulo 4 descreve a metodologia da pesquisa, detalhando o processo de elaboração do jogo, sua aplicação em sala de aula e os procedimentos utilizados para coleta de dados. Em seguida, o capítulo 5 apresenta os resultados obtidos com a aplicação do jogo e analisa os impactos da proposta no processo de aprendizagem dos alunos. O Capítulo 6 apresenta a conclusão deste trabalho, reunindo a síntese dos principais resultados obtidos com o desenvolvimento e a aplicação do jogo *Forças do Universo*, bem como reflexões sobre a experiência e sugestões de encaminhamentos para futuras práticas pedagógicas que integrem ludicidade e aprendizagem significativa.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A base teórica deste trabalho está ancorada na Teoria da Aprendizagem Significativa, proposta por David Ausubel, e na abordagem pedagógica da gamificação. Essas duas frentes dialogam entre si ao proporem uma educação mais conectada com a realidade do estudante, mais envolvente e com maior potencial de retenção do conteúdo. Enquanto a teoria de Ausubel valoriza o conhecimento prévio e a construção ativa de significados, a gamificação atua como um instrumento para despertar o interesse e motivar a aprendizagem por meio de experiências lúdicas e interativas.

2.1 A Teoria da Aprendizagem Significativa

David Ausubel, em sua obra clássica *Educational Psychology: A Cognitive View*, [7] afirma: “Se tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um único princípio, diria o seguinte: o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. Descubra isso e ensine-o de acordo.” Essa perspectiva norteia o entendimento de que a aprendizagem significativa só ocorre quando a nova informação é relacionada, de maneira não arbitrária, a conceitos já existentes na estrutura cognitiva do estudante.

Quando Ausubel diz que o fator mais importante na aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe, ele nos mostra que ensinar não é simplesmente transmitir conteúdos prontos, mas sim construir pontes entre o novo e o que já é familiar para o estudante. Nesse sentido, o papel do professor passa a ser o de facilitador dessa conexão, criando condições para que o aluno compreenda os novos conceitos a partir daquilo que já conhece. É nesse processo de associação significativa que o conhecimento realmente se consolida, se organiza e passa a fazer sentido na vida do aluno. Ensinar, portanto, é também ouvir e reconhecer os saberes que cada estudante já traz consigo.

Essa teoria se contrapõe à aprendizagem mecânica, caracterizada pela simples memorização de informações desconectadas entre si e do contexto do aluno. Aprender de forma significativa exige que o conteúdo tenha sentido e relevância, permitindo ao aluno estabelecer conexões, reorganizar seu conhecimento e ampliar sua compreensão do mundo.

2.1.2 Estrutura cognitiva e Subsunções

O conceito de “subsunçores” é central na teoria de Ausubel. Subsunçores são ideias ou conceitos já consolidados na mente do aluno que servem como pontos de ancoragem para a assimilação de novos conhecimentos. Para que ocorra a aprendizagem significativa, é necessário que esses subsunçores estejam disponíveis e sejam ativados durante a introdução de novos conteúdos.

Segundo Freitas, Pinto e Ferronato [8], “o subsunçor ocorre quando a nova informação interage com a estrutura do conhecimento específico prévio”. Dessa forma, a aprendizagem se torna um processo cumulativo, onde novos elementos se integram ao saber já existente, gerando uma rede conceitual sólida e funcional.

Essa ideia reforça o quanto é essencial considerar os conhecimentos prévios dos alunos no processo de ensino. O subsunçor, nesse contexto, funciona como uma espécie de “ponto de apoio” mental que permite que o novo conteúdo encontre espaço e faça sentido dentro daquilo que o estudante já compreende. Quando essa conexão acontece de forma clara, o aprendizado deixa de ser algo solto ou temporário e passa a se integrar a uma estrutura maior, fortalecendo a retenção e a aplicação prática do conhecimento. Por isso, não se trata apenas de apresentar conteúdos novos, mas de promover um ambiente em que o aluno consiga relacioná-los ao que já viveu e aprendeu. Assim, a aprendizagem se torna mais profunda, significativa e duradoura.

2.1.3 Aprendizagem Significativa x Aprendizagem Mecânica

Ausubel distingue claramente dois tipos de aprendizagem: a significativa e a mecânica. Na aprendizagem significativa, há uma conexão lógica e psicológica entre a nova informação e os conhecimentos prévios do aluno. Isso resulta em um aprendizado mais duradouro e útil. Já na aprendizagem mecânica, o estudante apenas memoriza informações sem compreendê-las de fato, o que tende a gerar esquecimento rápido e pouco aproveitamento prático.

Freitas, Pinto e Ferronato [8] reforçam essa distinção ao afirmarem que “a aprendizagem significativa se diferencia da aprendizagem mecânica porque a primeira é duradoura e a segunda é efêmera”. Essa diferença ressalta a importância de abordagens que incentivem a reflexão, o raciocínio e a contextualização do conteúdo.

A aprendizagem significativa é incentivada por atividades que exigem dos alunos a mobilização de seus conhecimentos prévios para resolver problemas e lidar com desafios práticos. Por exemplo:

- **Aplicação de Conceitos:** Os estudantes são estimulados a utilizar princípios de cinemática, dinâmica e gravitação em novas situações e contextos, reforçando a conexão entre o que já sabem e os conceitos que estão sendo introduzidos ou aprofundados.

- **Discussão e Cooperação:** A troca de ideias e a argumentação entre colegas sobre a aplicação de princípios físicos favorecem a construção conjunta do conhecimento, fortalecendo as conexões cognitivas e ampliando a compreensão.

2.1.4 Motivação e Envolvimento

A motivação é considerada um dos fatores mais importantes para o sucesso da aprendizagem. Para Ausubel, o interesse do aluno é fundamental para que ele se disponha a aprender de forma significativa. Um ambiente que desperta curiosidade e engajamento favorece a assimilação de novos conhecimentos e fortalece a autonomia intelectual do estudante.

A participação ativa, o diálogo em sala de aula, a valorização das experiências dos alunos e a criação de atividades que provoquem reflexão são estratégias que aumentam o envolvimento dos estudantes. Quando motivados, eles se tornam mais abertos a relacionar novas ideias aos conhecimentos que já possuem, o que potencializa o aprendizado.

2.1.5 Relação com a Realidade

Outro ponto essencial na teoria de Ausubel é a relevância do conteúdo para a vida do aluno. O aprendizado se torna mais eficaz quando o estudante reconhece utilidade prática no que está estudando. Ao trazer situações reais ou do cotidiano para o processo de ensino, o professor ajuda a tornar o conhecimento mais próximo e significativo.

Conceitos científicos, especialmente na área da física, podem parecer abstratos. No entanto, quando contextualizados em exemplos do dia a dia como o movimento de veículos, o uso de tecnologias, ou fenômenos naturais, tornam-se mais

compreensíveis e relevantes, facilitando a construção de significados e o interesse pelo conteúdo.

2.1.6 O Papel do Professor

Na aprendizagem significativa, o professor atua como mediador entre o conhecimento e o aluno. Ele é responsável por identificar o que os estudantes já sabem, adaptar o conteúdo às suas necessidades e criar um ambiente propício para a construção do conhecimento.

Segundo Freitas, Pinto e Ferronato [8], duas condições são fundamentais para que a aprendizagem significativa aconteça: “o conteúdo ensinado precisa ter potencial revelador para o aluno” e “o aluno necessita estar disposto a apreender e relacionar o conhecimento transmitido de modo consistente e não arbitrário”. O professor, portanto, deve promover atividades que valorizem o saber prévio, incentivem a reflexão e promovam conexões entre os conteúdos.

2.2 A Gamificação como Estratégia Educacional

A elaboração de uma aula diversificada, que proporcione aos alunos diversão e aprendizado conceitual de tópicos importantes de Física, pode utilizar o lúdico como ferramenta facilitadora no processo de ensino e aprendizagem. Estratégias que envolvem atividades lúdicas, como jogos, dinâmicas e brincadeiras, promovem um ambiente mais motivador e participativo, favorecendo a compreensão dos conteúdos de maneira significativa. Ao integrar o lúdico ao ensino, o professor cria oportunidades para que os alunos se envolvam de forma ativa, construindo o conhecimento por meio da experiência e da interação, o que contribui para um aprendizado mais duradouro e contextualizado [9].

No campo da Educação em Ciências, autores como Savi e Ulbricht [10] destacam que a gamificação, ao mobilizar elementos motivacionais, pode potencializar a aprendizagem em disciplinas tradicionalmente vistas como difíceis, como a Física e a Química. Nesse mesmo sentido é importante apontar que o uso de jogos e atividades gamificadas em aulas de Física contribui para a contextualização dos conceitos e para o aumento da motivação dos estudantes.

A gamificação por sua vez, é uma metodologia que consiste na utilização de elementos típicos dos jogos, como desafios, recompensas, missões e rankings em contextos não lúdicos, como a educação. Seu principal objetivo é aumentar o

engajamento, a motivação e a participação dos alunos no processo de ensino-aprendizagem.

Segundo Deterding et al. [11], gamificação é “o uso de elementos de design de jogos em contextos não relacionados a jogos”. Quando aplicada ao ambiente escolar, ela busca tornar o aprendizado mais prazeroso, incentivando o protagonismo do estudante e a construção ativa do conhecimento.

Conforme a BNCC, cabe ao professor “selecionar e aplicar metodologias e estratégias didático-pedagógicas diversificadas, recorrendo a ritmos diferenciados e a conteúdos complementares, se necessário, para trabalhar com as necessidades de diferentes grupos de alunos, suas famílias e cultura de origem, suas comunidades, seus grupos de socialização etc”[12].

A gamificação pode ser alinhada aos princípios da aprendizagem significativa ao proporcionar experiências que exigem a mobilização do conhecimento prévio dos alunos, favorecendo a contextualização e a aplicação prática dos conteúdos.

Segundo Tourinho Filho [13], a gamificação cria um ambiente de aprendizagem no qual o erro deixa de ser visto como fracasso e passa a ser compreendido como parte do processo educativo. Essa perspectiva amplia a autonomia e o protagonismo dos alunos, além de estimular maior engajamento. Quando bem estruturada, a gamificação respeita os princípios da aprendizagem significativa ao permitir que os estudantes explorem o conteúdo de maneira ativa, lúdica e contextualizada.

Além disso, essa metodologia pode incentivar a aprendizagem colaborativa, pois muitos jogos pedagógicos envolvem interação entre os participantes. Como destaca Werbach e Hunter [14], a gamificação pode favorecer a criação de um ambiente de aprendizagem mais envolvente, estimulando a motivação dos alunos para explorar os conteúdos e resolver problemas com mais autonomia.

Portanto, ao integrar elementos lúdicos e desafiadores ao ensino, a gamificação pode atuar como uma ponte entre o conhecimento teórico e a vivência prática, tornando o processo de aprendizagem mais significativo, dinâmico e adaptado à realidade dos estudantes.

De acordo com a Plataforma AZ [5], a ludificação propõe uma experiência interativa e transformadora nas atividades educacionais, com o objetivo de despertar

o interesse e potencializar o aprendizado. Isso se alinha à ideia de que os alunos aprendem melhor quando estão emocionalmente envolvidos e motivados a participar ativamente do processo. A estrutura dos jogos permite que o aluno erre, tente de novo, explore possibilidades e, assim, aprenda com suas próprias tentativas, o que está profundamente conectado à proposta de Ausubel.

2.2.2 Feedbacks Constantes

O feedback é um elemento essencial no processo de aprendizagem. Ele permite que o aluno reconheça seus erros, compreenda seus acertos e construa seu conhecimento de maneira mais segura. Em uma perspectiva significativa, o retorno imediato e construtivo auxilia na correção de caminhos, no fortalecimento da autoconfiança e na consolidação do conteúdo.

Ausubel também destaca a importância da intervenção pedagógica oportuna. Quando o aluno recebe devolutivas claras e coerentes, ele se sente mais seguro para avançar em seu processo de aprendizagem. O feedback, assim, deixa de ser apenas uma correção e passa a ser parte ativa da construção do conhecimento. Segundo Hattie e Timperley [15], o feedback eficaz responde a três perguntas fundamentais: “Para onde estou indo?”, “Como estou indo?” e “O que vem a seguir?”. Essas questões ajudam os alunos a refletirem sobre seu processo de aprendizagem e a tomarem decisões mais conscientes sobre como continuar avançando.

Tanto na perspectiva da aprendizagem significativa quanto na gamificação, o feedback exerce papel estruturante. Enquanto na primeira ele orienta a assimilação de novos conceitos em relação ao saber prévio, na segunda ele funciona como estímulo ao progresso, tornando o percurso mais envolvente e interativo. Como afirma Kapp [16], “o feedback contínuo nos jogos não apenas mantém os alunos informados, mas também os motiva a persistirem na tarefa, aprendendo por meio da tentativa e erro”.

Desse modo, o feedback se torna um elemento-chave para promover a aprendizagem significativa, pois permite ao estudante compreender seu progresso e estabelecer conexões mais claras entre o que foi aprendido e o que ainda precisa ser desenvolvido.

Assim, tanto a Teoria da Aprendizagem Significativa quanto a gamificação apontam para um mesmo caminho: a valorização do aluno como protagonista no processo de construção do conhecimento. Ao relacionar novas informações às experiências prévias dos estudantes e ao criar ambientes de aprendizagem dinâmicos, participativos e conectados com o mundo real, abre-se um espaço para que o aprendizado seja mais leve, prático e duradouro.

3 CONCEITOS DE CINEMÁTICA, DINÂMICA E GRAVITAÇÃO

3.1 Cinemática

A cinemática é a área da mecânica que se dedica ao estudo do movimento dos corpos. Diferente da dinâmica, ela não se preocupa com as causas do movimento, mas sim com a sua descrição: onde, como e quando ele ocorre. Para entender o movimento de um corpo, é necessário definir sua posição em relação a um ponto de referência, geralmente chamado de origem ou marco zero.

Além da posição, também é essencial considerar o sentido do deslocamento, que pode ser positivo ou negativo dependendo da direção em que o corpo se move ao longo de um eixo. Quando o movimento acontece em linha reta, chamamos de movimento unidimensional, pois ocorre em apenas uma dimensão. Porém, existem movimentos mais complexos, que se desenvolvem em duas ou até três dimensões. Neste capítulo, focaremos no caso mais simples: o movimento unidimensional. A seguir, apresentam-se os principais conceitos relacionados a esse tipo de movimento, conforme definição de Young e Freedman [17].

3.1.2 Deslocamento

É a variação da posição de um corpo ao longo de uma trajetória retilínea. Trata-se de uma grandeza vetorial, que depende da posição final (\vec{x}_2) e da posição inicial (\vec{x}_1) conforme expressa a equação (1).

$$\Delta\vec{x} = \vec{x}_2 - \vec{x}_1. \quad (1)$$

O vetor deslocamento aponta na direção do movimento e pode ter valor positivo ou negativo, dependendo do sentido do percurso [17].

3.1.3 Velocidade

A velocidade é uma grandeza vetorial que relaciona o deslocamento de um corpo com o intervalo de tempo em que ele ocorre.

A velocidade média é definida como:

$$\vec{v}_m = \frac{\Delta\vec{x}}{\Delta t}. \quad (1.2)$$

A velocidade média representa a razão entre a variação da posição e o intervalo de tempo em que essa variação ocorreu. Em outras palavras, ela indica o quanto um corpo se deslocou, em média, durante determinado período [17].

Velocidade Escalar Média: Ao contrário da velocidade vetorial, a velocidade escalar média considera apenas o valor absoluto do deslocamento:

$$v_m = \frac{|\Delta \vec{x}|}{\Delta t}. \quad (1.3)$$

Velocidade Instantânea: Representa a velocidade de um corpo em um instante específico. É obtida pelo limite do intervalo de tempo tendendo a zero:

$$\vec{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t} = \frac{d\vec{x}}{dt}. \quad (1.4)$$

Essa definição, associada ao cálculo diferencial, indica a taxa instantânea de variação da posição no tempo [17].

3.1.4 Aceleração: Variação da Velocidade no Tempo

A aceleração é uma grandeza que expressa como a velocidade de um corpo se modifica ao longo do tempo. Sempre que um objeto aumenta ou diminui sua velocidade, dizemos que ele está em movimento acelerado, pois há uma mudança em seu estado de movimento. Essa variação pode ocorrer de maneira mais intensa ou mais suave, dependendo da situação, e é justamente a aceleração que nos permite quantificar essa transformação [17].

Assim como ocorre com a velocidade, é possível analisar a aceleração de duas maneiras: média ou instantânea. A aceleração média considera a variação da velocidade durante um certo intervalo de tempo, sendo útil para descrever movimentos de forma mais geral. Já a aceleração instantânea procura identificar como essa variação se comporta em um momento específico, permitindo uma análise mais detalhada e precisa do movimento.

- **Aceleração Média**

A aceleração média é definida como e a razão entre a variação da velocidade e o intervalo de tempo conforme expressa a equação (2):

$$\vec{a}_m = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}. \quad (2)$$

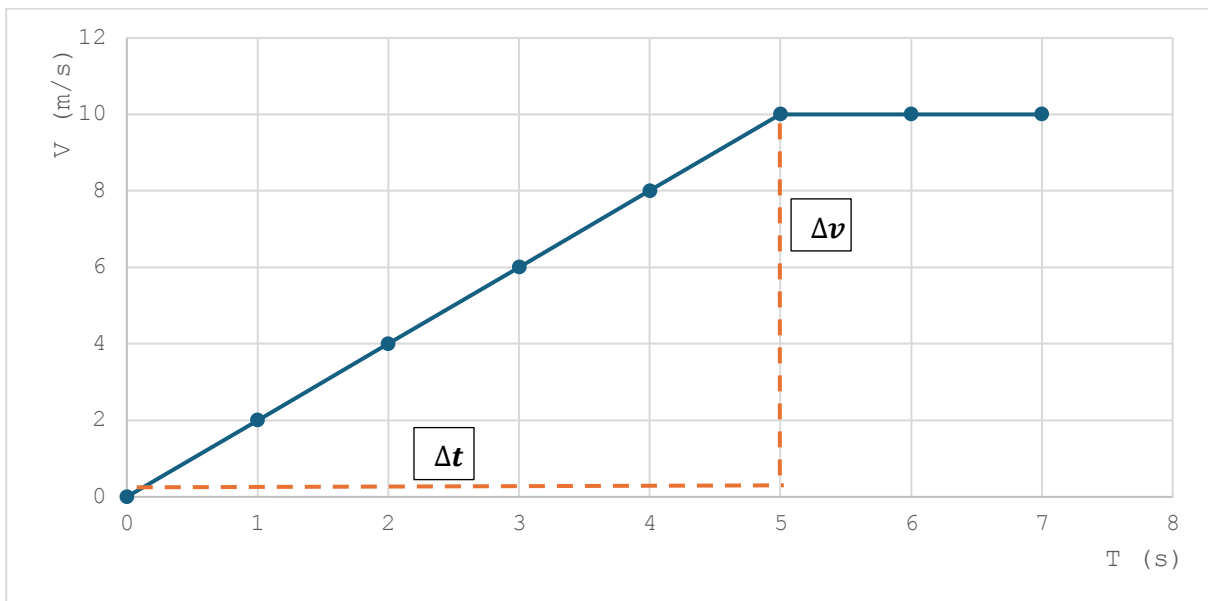
- **Aceleração Instantânea**

Expressa a variação da velocidade em um instante específico. Assim como a velocidade instantânea, é obtida pelo limite da aceleração média quando o intervalo de tempo tende a zero.

$$\vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{d\vec{v}}{dt}. \quad (2.2)$$

No gráfico a seguir, é possível visualizar o conceito de aceleração média. A reta azul mostra uma velocidade crescente ao longo do tempo, e a inclinação dessa reta representa o valor da aceleração.

Gráfico 1 – Velocidade vs tempo: reta inclinada representa aceleração constante.



Fonte: Autoria própria, (2025)

3.1.5 Movimento Circular Uniforme

O movimento circular uniforme (MCU) ocorre quando um corpo descreve uma trajetória circular com velocidade escalar constante. Embora o módulo da velocidade permaneça inalterado, a direção do vetor velocidade muda continuamente, o que exige a presença de uma aceleração, denominada aceleração centrípeta. Essa aceleração é sempre orientada para o centro da trajetória circular, sendo responsável por alterar a direção do vetor velocidade [17].

A aceleração centrípeta tem módulo dado pela equação (3):

$$a_c = \frac{v^2}{R}, \quad (3)$$

onde:

- a_c é a aceleração centrípeta,
- v é o módulo da velocidade,
- R é o raio da trajetória.

A velocidade angular, representada por ω , indica o quanto o corpo gira por unidade de tempo e é dada por:

$$\omega = \frac{2\pi}{T}, \quad (3.2)$$

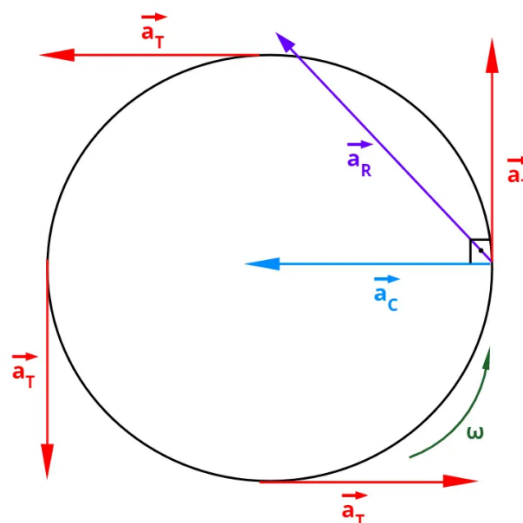
sendo T o período, que é o tempo necessário para o corpo dar uma volta completa. O módulo da velocidade linear está relacionada à velocidade angular por:

$$v = \omega R. \quad (3.3)$$

Se além da mudança de direção houver também variação no módulo da velocidade, estamos diante de um movimento circular variado. Nesse caso, além da aceleração centrípeta, existe também a aceleração tangencial, responsável por aumentar ou diminuir a velocidade do corpo ao longo da trajetória [17].

A figura a seguir representa a atuação simultânea da aceleração centrípeta (direcionada para o centro da curva) e da aceleração tangencial (ao longo da trajetória), essas grandezas são fundamentais para compreender o comportamento de um corpo que se move ao longo de uma trajetória curva:

Figura 1 - Vetores no movimento circular: aceleração centrípeta e tangencial.



Fonte: Brasil Escola [18].

A aceleração centrípeta, indicada pelo vetor azul \vec{a}_c , é sempre orientada em direção ao centro da trajetória circular. Essa grandeza é responsável por modificar constantemente a direção da velocidade do corpo, mantendo-o na curva. Mesmo quando o módulo da velocidade se mantém constante, a presença dessa aceleração é essencial para garantir a curvatura do movimento.

Já a aceleração tangencial, representada pelos vetores vermelhos, atua ao longo da trajetória. Ela é a responsável por alterar o módulo do vetor da velocidade aumentando ou diminuindo sua intensidade. Quando o corpo ganha velocidade, a aceleração tangencial aponta no mesmo sentido do movimento; quando perde, aponta no sentido contrário.

A combinação dessas duas acelerações gera a aceleração resultante, mostrada na figura pelo vetor roxo \vec{a}_r . Como as componentes centrípeta e tangencial são perpendiculares entre si, a resultante assume uma direção inclinada, refletindo a influência conjunta das duas variações [17].

Além disso, a imagem também exibe a velocidade angular (ω), indicando o sentido do giro do corpo ao longo da circunferência [17].

3.2 Dinâmica

A dinâmica é o ramo da física que estuda o movimento dos corpos e, principalmente, as forças que causam ou alteram esse movimento. Ela permite entender como e por que os objetos se movimentam, se aceleram ou desaceleram, oferecendo uma base fundamental para entender desde movimentos cotidianos até sistemas complexos, como veículos em movimento ou corpos celestes em órbitas [18].

3.2.2 Grandezas da Dinâmica

As principais grandezas da dinâmica são:

- **Força** (\vec{F}): uma ação que pode alterar o estado de movimento de um corpo. A força é uma grandeza vetorial, medida em newtons (N).
- **Massa** (m): a quantidade de matéria de um corpo, medida em quilogramas (kg), que representa a resistência de um objeto a mudanças em seu movimento.

- **Aceleração (\vec{a}):** a taxa de variação da velocidade de um corpo, medida em metros por segundo ao quadrado (m/s^2).

3.2.3 Leis de Newton

Isaac Newton propôs três leis fundamentais que são o alicerce da dinâmica:

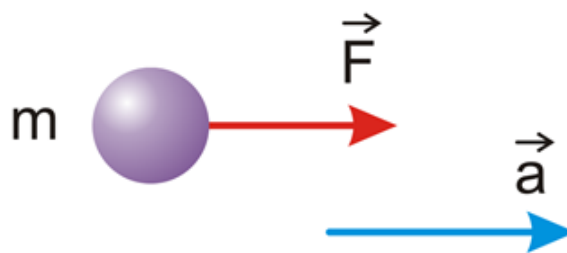
1. **Primeira Lei (Lei da Inércia):** De acordo com Newton, um corpo tende a manter seu estado de repouso ou de movimento retilíneo uniforme, a menos que uma força externa atue sobre ele [17]. Essa lei revela o princípio da **inércia**, ou seja, a tendência natural dos corpos de resistirem a mudanças em seu estado de movimento.

2. **Segunda Lei (Princípio Fundamental da Dinâmica):** Essa lei afirma que a força resultante \vec{F} que atua sobre um corpo é igual ao produto da sua massa m pela sua aceleração \vec{a} :

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a}. \quad (4)$$

Ela mostra que, quanto maior a força aplicada em um corpo, maior será a aceleração resultante, desde que a massa permaneça constante [17].

Figura 2 - Representação da Segunda Lei de Newton: a força resultante provoca uma aceleração em um corpo de massa m .

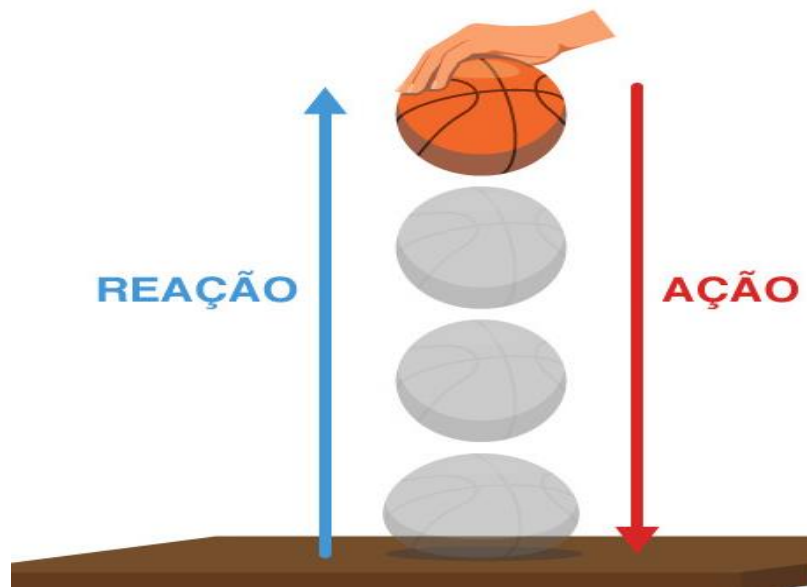


Fonte: CARIBE, Euler [19]

A figura 2 estabelece a relação entre força, massa e aceleração. Nela, vemos um corpo esférico com massa m . A seta vermelha horizontal indica uma força \vec{F} aplicada ao corpo, enquanto a seta azul representa a aceleração \vec{a} que surge como consequência dessa força.

3. **Terceira Lei (Lei da Ação e Reação):** A terceira lei afirma que, sempre que um corpo exerce uma força sobre outro, este segundo corpo exerce uma força de mesma intensidade, mas em sentido oposto, sobre o primeiro [18]. Ou seja, as forças sempre ocorrem em pares: ação e reação. Essas forças atuam em corpos diferentes e têm a mesma natureza, mas sentidos contrários.

Figura 3: Par de ação e reação atuando no lançamento da bola.



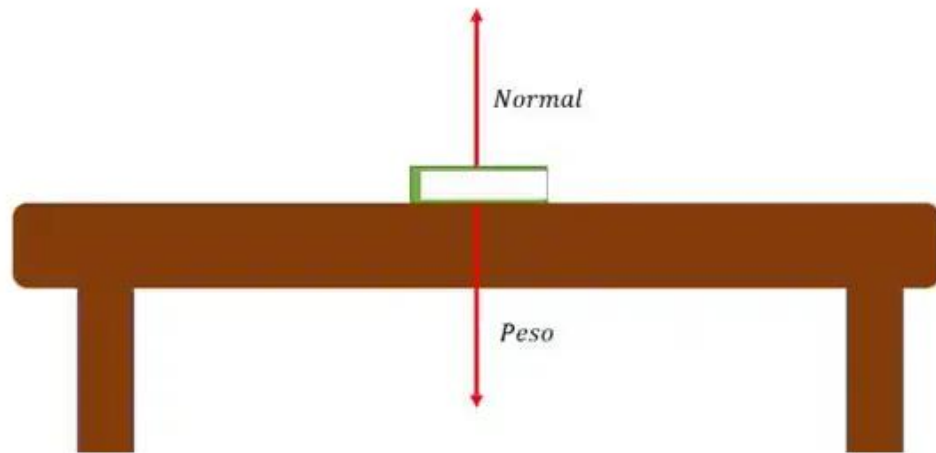
Fonte: PREPARA ENEM [20]

Na Figura 3, podemos identificar que a seta vermelha representa a força de ação, ou seja, a força que a mão faz sobre a bola ao empurrá-la para baixo. Já a seta azul corresponde à força de reação, que é a força que a bola exerce em sentido oposto sobre a mão. Esse par de forças acontece sempre que há interação entre dois corpos, de acordo com a Terceira Lei de Newton.

3.2.4 Forças Comuns na Dinâmica

1. **Força Normal (N):** é a força de contato exercida por uma superfície sobre um corpo, sempre perpendicular à área de contato. Por exemplo, quando um livro está em repouso sobre uma mesa, a mesa exerce uma força normal sobre o livro, equilibrando o seu peso [17].

Figura 4: Representação das forças peso e normal sobre um corpo em repouso sobre uma mesa.



Fonte: RESPONDE AÍ [21]

2. **Força de Atrito (\vec{F}):** é a força de contato paralela à superfície que se opõe ao deslizamento real ou à tendência de deslizamento entre duas superfícies. Seu módulo depende da força normal N (em newtons) e do coeficiente de atrito μ (adimensional), mas sua direção é tangencial à superfície, ao passo que a força normal é perpendicular a ela [17].

Existem dois tipos principais de atrito:

- **Atrito estático:** atua quando o corpo ainda está em repouso e impede o início do movimento. Seu módulo pode variar até um valor máximo:

$$|F_{at}| = \mu_e \cdot N, \quad (4)$$

- **Atrito cinético:** atua quando o corpo já está em movimento. Seu módulo é praticamente constante e dado por.

$$|F_{ac}| = \mu_c \cdot N. \quad (4.2)$$

Em geral, o coeficiente de atrito estático é maior que o cinético, refletindo o fato de que é mais difícil iniciar o movimento de um corpo do que mantê-lo em movimento [18].

3. **Força de Resistência do Ar:** A resistência do ar é uma força que surge sempre que um corpo se move em relação ao ar ao seu redor. Essa força atua no sentido oposto ao movimento e tende a reduzir a velocidade do corpo. Embora esteja presente em qualquer velocidade, seus efeitos tornam-se mais

perceptíveis à medida que a velocidade aumenta, especialmente em movimentos rápidos, como o de veículos, atletas em corrida ou objetos em queda livre. Essa força depende de fatores como a velocidade do corpo, a densidade do ar, a área frontal e o formato do objeto.

4. **Lei de Hooke (Força Elástica):** Quando um corpo elástico, como uma mola, é comprimido ou esticado, ele exerce uma força restauradora que tende a devolver o corpo à sua forma original. Essa força elástica é proporcional à deformação sofrida e depende da constante elástica do material. A relação é descrita pela Lei de Hooke, dada por:

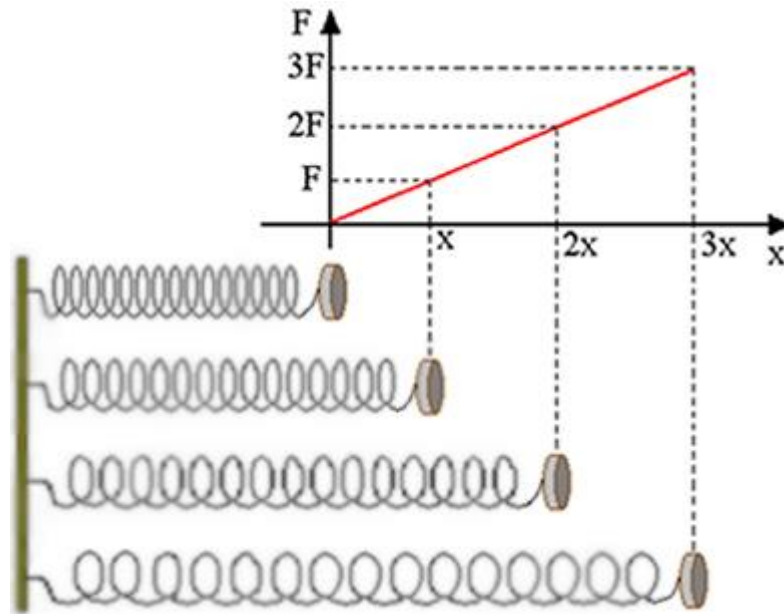
$$\vec{F}_e = -k \cdot \Delta\vec{x}, \quad (5)$$

onde k é a constante elástica da mola e Δx é a deformação em relação à posição de equilíbrio [17].

O sinal negativo na equação indica que a força elástica sempre atua em sentido oposto ao deslocamento da mola: se a mola é alongada, a força tende a puxar de volta; se comprimida, tende a empurrar para restaurar o equilíbrio.

É importante destacar que Δx não corresponde ao deslocamento do centro de massa da mola, mas sim ao alongamento ou compressão em relação ao seu comprimento natural. Nesta análise, supõe-se que uma das extremidades da mola esteja fixa, de modo que apenas a outra extremidade sofra o deslocamento [17]. Essa relação é importante porque nos mostra que quanto mais uma mola for comprimida ou esticada, maior será a força necessária para mantê-la naquela posição. É por isso que molas mais rígidas (com constante elástica maior) oferecem mais resistência à deformação. A imagem a seguir ilustra visualmente essa relação:

Figura 5 - Gráfico representando a Lei de Hooke e o comportamento de uma mola submetida a diferentes forças.



Fonte: Prepara Enem [22]

O gráfico mostra que a força elástica cresce de forma proporcional ao alongamento da mola (x), formando uma reta. Essa linearidade é válida enquanto o material estiver dentro de seu limite elástico, ou seja, ainda for capaz de retornar à sua forma original. Abaixo do gráfico, a sequência de molas representa visualmente esse processo, reforçando o entendimento de que a força aumenta conforme o deslocamento aumenta.

3.3 Gravitação

A gravitação é o estudo das forças que regem a atração entre os corpos com massa. Ela é uma das forças fundamentais da natureza e é responsável por fenômenos como a órbita dos planetas, o movimento das marés e até mesmo o nosso próprio peso na superfície da Terra [23]. Esse campo foi desvendado principalmente a partir das teorias de Isaac Newton e, posteriormente, com a teoria da relatividade de Albert Einstein.

3.3.2 Lei da Gravitação Universal

A Lei da Gravitação Universal, proposta por Newton, afirma que dois corpos com massa se atraem com uma força proporcional ao produto de suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre eles. Conforme a equação (6):

$$F = \frac{G.m_1.m_2}{r^2}, \quad (6)$$

em que F representa o módulo da força gravitacional, G é a constante gravitacional universal ($6,674 \times 10^{-11} N.m^2/kg^2$), m_1 e m_2 são as massas dos corpos em interação e r corresponde à distância entre os seus centros de massa [23].

Essa lei possibilita compreender fenômenos diversos, desde a queda de objetos próximos à superfície terrestre até a manutenção das órbitas de corpos celestes, como a da Lua em torno da Terra [23].

3.3.3 Conceito de Peso e Gravidade

Peso (P): é a força gravitacional que a Terra exerce sobre um objeto próximo à sua superfície. Ele pode ser calculado pela fórmula:

$$P = m.g, \quad (6.2)$$

onde m é a massa do objeto e g é a aceleração da gravidade (aproximadamente $9,8 m/s^2$ na Terra). É importante destacar que o peso é uma força, enquanto a massa é apenas a quantidade de matéria de um objeto.

Aceleração da Gravidade: varia de acordo com o planeta ou corpo celeste. Por exemplo, em Marte a gravidade é menor que na Terra, o que faz com que o peso de um objeto em Marte seja menor que o peso na terra.

3.3.4 Energia Gravitacional

A energia gravitacional é a energia potencial que um corpo possui devido à sua posição em um campo gravitacional. Quanto maior a distância entre os corpos, menor é a força de atração e maior é a energia potencial gravitacional. A fórmula da energia potencial gravitacional entre dois corpos é:

$$U = -G \frac{m_1.m_2}{r}, \quad (6.3)$$

onde U é a energia potencial gravitacional e os outros termos são os mesmos da Lei da Gravitação Universal.

3.3.5 Gravitação e Movimentos Orbital e de Satélites

Os planetas e satélites naturais, como a Lua, permanecem em órbita devido à força gravitacional. Quando um corpo é lançado com uma velocidade tangencial

suficiente, ele começa a "cair" em direção ao planeta, mas a curvatura do movimento cria uma órbita. Esse é o caso dos satélites artificiais e das estações espaciais.

3.3.6 Leis de Kleper

As três leis de Kepler representaram um avanço fundamental para a consolidação do modelo heliocêntrico, que havia sido proposto anteriormente por Nicolau Copérnico. Com a formulação dessas leis, tornou-se possível entender com muito mais precisão como os planetas se movimentam ao redor do Sol, mudando de forma considerável a visão que se tinha sobre o funcionamento do universo naquela época. O trabalho de Kepler não só reforçou a ideia do heliocentrismo, mas também abriu caminho para que, anos depois, Isaac Newton desenvolvesse sua Teoria da Gravitação Universal, que explicaria de forma ainda mais completa as forças que regem os corpos celestes.

Esse avanço só foi possível graças ao acesso que Kepler teve às observações extremamente detalhadas e rigorosas realizadas por Tycho Brahe, um astrônomo dinamarquês cujos instrumentos, criados e aperfeiçoados, permitiram alcançar um nível de precisão inédito para a época e que foi determinante para a formulação das duas primeiras leis do movimento planetário [24]. Com base nesses dados precisos, Kepler conseguiu formular leis capazes de descrever, com muita exatidão, as órbitas dos planetas ao redor do Sol. Ele abandonou a antiga ideia de que essas órbitas seriam círculos perfeitos e, em vez disso, introduziu o conceito de órbitas elípticas, oferecendo uma nova maneira de compreender o funcionamento do cosmos.

1. A primeira lei, conhecida como Lei das Órbitas.

Afirma que:

"Cada planeta se move em uma órbita elíptica, com o Sol ocupando um dos focos da elipse."

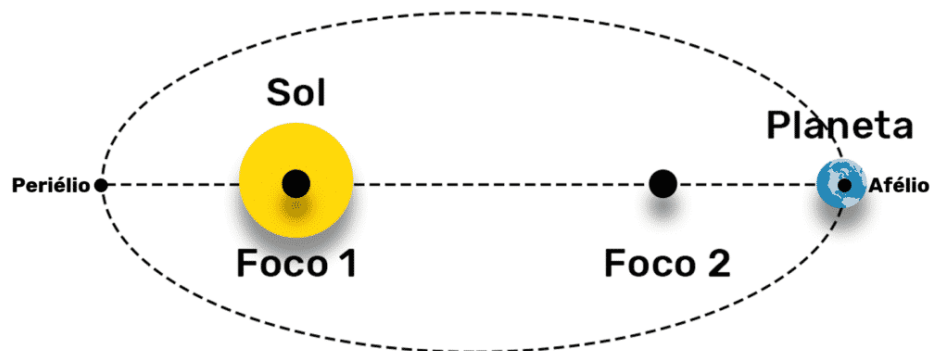
Essa constatação foi bastante inovadora para a época, pois ia contra a ideia tradicional de que os planetas se moviam em órbitas circulares perfeitas. Kepler mostrou que, na realidade, essas órbitas são elipses: Que são formas geométricas que se encaixam muito melhor nas observações feitas pelos astrônomos.

Além de identificar o formato das órbitas, Kepler também estudou a excentricidade delas, que é a relação entre a distância entre os focos da elipse e o

comprimento do seu semieixo maior. Esse valor indica o quanto a órbita está “achatada”: quanto mais perto de zero, mais próxima de um círculo perfeito ela é. No nosso Sistema Solar, as órbitas dos planetas têm excentricidades baixas e, portanto, são quase circulares. Por exemplo, a Terra possui excentricidade de aproximadamente 0,0167, e Vênus chega a ser ainda mais circular, com cerca de 0,0067. Em contrapartida, Marte com excentricidade de cerca de 0,0935 e especialmente Mercúrio com 0,2056 apresentam órbitas muito mais elípticas em comparação à terrestre [25].

Dentro dessas órbitas elípticas, dois pontos merecem destaque: o periélio, que é o ponto onde o planeta está mais próximo do Sol, e o afélio, o ponto mais distante. Quando a Terra passa pelo periélio, sua velocidade orbital aumenta, e a energia cinética é maior. Já no afélio, a velocidade diminui e a energia potencial gravitacional se eleva. Mesmo com essas variações, a energia total do sistema se mantém constante.

Figura 6 - Representação da órbita elíptica de um planeta ao redor do Sol, com destaque para os pontos de periélio e afélio.



Fonte: LIFEDER [26]

A inclusão da Primeira Lei de Kepler é essencial para compreender os movimentos dos corpos celestes no contexto da gravitação universal. Essa lei rompeu com a concepção aristotélica-ptolomaica de órbitas circulares ao demonstrar que os planetas descrevem trajetórias elípticas, tendo o Sol em um dos focos. Baseado nas observações rigorosas de Tycho Brahe, Kepler estabeleceu uma descrição matemática precisa do movimento planetário, contribuindo de forma decisiva para a transição do modelo geocêntrico ao heliocêntrico e lançando as bases da física

clássica, posteriormente consolidadas por Newton. Esse avanço representou uma das etapas centrais da chamada Revolução Científica [27].

Além disso, ao compreender a forma e o comportamento das órbitas, é possível perceber como a força gravitacional age à distância, algo que seria posteriormente explicado por Newton. Assim, a Primeira Lei de Kepler não apenas descreve um fenômeno, mas também abre caminho para a formulação de leis mais gerais da mecânica celeste.

2. Segunda Lei de Kepler (Lei das Áreas)

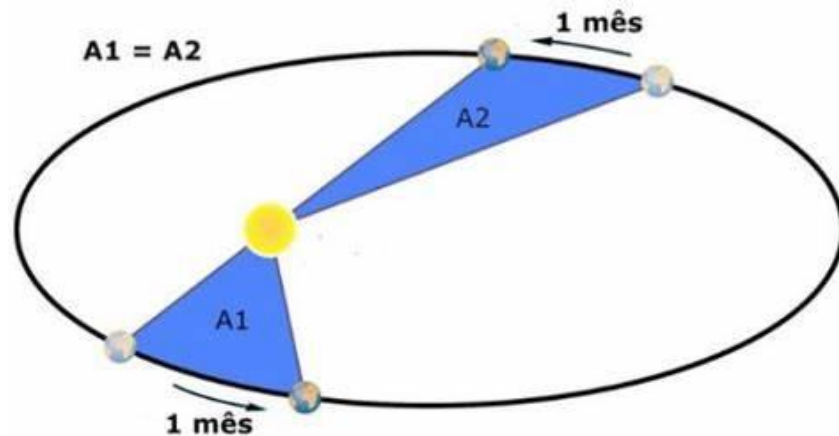
“A linha que liga um planeta ao Sol varre áreas iguais em tempos iguais.”

A Segunda Lei de Kepler, conhecida como **Lei das Áreas**, descreve o comportamento da velocidade orbital de um planeta em relação à sua distância do Sol. Essa lei afirma que a linha imaginária que conecta um planeta ao Sol percorre áreas iguais em intervalos de tempo iguais. Em outras palavras, mesmo que o planeta altere sua velocidade ao longo da órbita elíptica, a área varrida por essa linha permanece constante em tempos iguais.

Isso significa que, enquanto um planeta percorre sua órbita ao redor do Sol, ele se move mais rápido quando está mais próximo do Sol (periélio) e mais devagar quando está mais longe (afélio). Essa variação de velocidade é necessária devido ao formato elíptico da órbita: para que a área “varrida” pela linha imaginária que liga o planeta ao Sol permaneça constante em intervalos iguais de tempo como estabelece a Segunda Lei de Kepler, o planeta deve ajustar sua velocidade de acordo com sua posição na trajetória.

Conforme ilustra a Figura 7, a linha que liga o planeta ao Sol varre áreas iguais em tempos iguais, mesmo com variações na velocidade orbital.

Figura 7 – Representação da Segunda Lei de Kepler: áreas iguais varridas em tempos iguais



Fonte: Adaptado de MUNDO EDUCAÇÃO [28].

3. Terceira Lei de Kepler (Lei dos Períodos)

Afirma que:

“Os quadrados dos períodos orbitais dos planetas são proporcionais aos cubos dos semi-eixos maiores das elipses que formam suas órbitas”.

A Terceira Lei de Kepler, conhecida como **Lei dos Períodos**, estabelece uma relação matemática entre o período orbital de um planeta e o tamanho de sua órbita. Especificamente, o quadrado do período orbital (T^2) é proporcional ao cubo do semi-eixo maior (a^3) da elipse que descreve a órbita do planeta. Essa lei implica que planetas mais distantes do Sol levam mais tempo para completar uma órbita do que aqueles mais próximos.

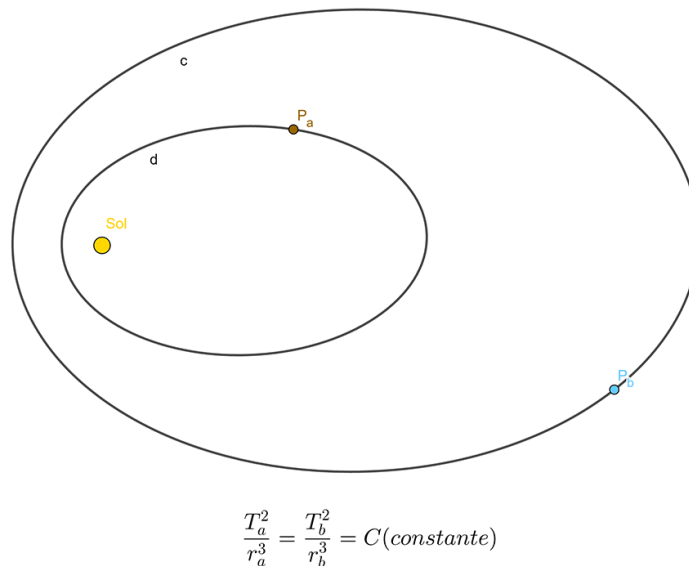
Essa lei tornou-se ainda mais fundamentada quando Isaac Newton, com base na Lei da Gravitação Universal, o momento angular do planeta em relação ao Sol é conservado. Dessa forma, a Terceira Lei de Kepler deixa de ser apenas uma observação empírica e passa a ser explicada a partir de princípios físicos fundamentais, sendo expressa pela equação:

$$T^2 = \frac{4\pi^2 a^3}{GM}. \quad (6.4)$$

Essa equação mostra que o período orbital depende diretamente do tamanho da órbita e da massa do corpo central, sendo fundamental para o entendimento do movimento planetário e para cálculos em mecânica celeste [24].

Para facilitar a visualização dessa relação, observe a figura 8. Ela representa dois planetas orbitando o Sol em trajetórias elípticas, evidenciando a diferença no tamanho das órbitas. A equação apresentada, resume a essência da Terceira Lei de Kepler, mostrando que existe uma constante que relaciona o quadrado do período orbital ao cubo do semi-eixo maior da órbita, permitindo quantificar o tempo de translação de cada planeta.

Figura 8 – Representação da Terceira Lei de Kepler: relação entre período orbital e semi-eixo maior.



$$\begin{array}{ll} T_a = \text{Período do planeta } P_a & r_a^3 = \text{distância média do planeta } P_a \\ T_b = \text{Período do planeta } P_b & r_b^3 = \text{distância média do planeta } P_b \end{array}$$

Fonte: GOCONQR. Leis de Kepler [29].

3.3.7 Efeito da Rotação da Terra

A rotação da Terra influencia diretamente a força gravitacional efetiva percebida por objetos em sua superfície. Esse efeito está relacionado à força centrífuga, que surge devido ao movimento de rotação da Terra em torno de seu próprio eixo. Essa força não é uma força real, mas sim uma força fictícia percebida em referenciais não inerciais, como o referencial da Terra.

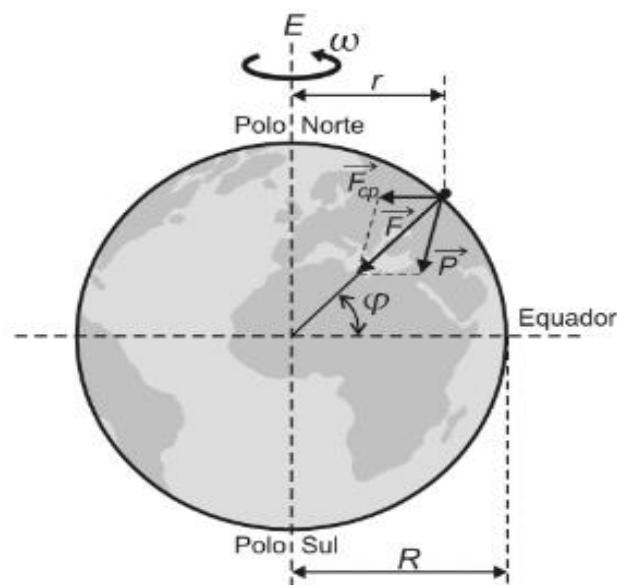
A força centrífuga é máxima no equador e zero nos polos. Isso ocorre porque a velocidade tangencial de rotação é maior no equador e inexistente nos polos. Como consequência o peso aparente, que é a força com que um corpo é pressionado contra a superfície terrestre, varia com a latitude.

- **No equador**, a força centrífuga atua na direção oposta à força gravitacional, reduzindo a aceleração gravitacional efetiva. Isso faz com que o peso aparente seja ligeiramente menor do que o peso real.
- **Nos polos**, onde não há rotação em relação ao eixo da Terra, a força centrífuga é nula e, portanto, o peso aparente coincide com o peso real.

Essa diferença, embora pequena, é mensurável e tem implicações práticas em áreas como a engenharia, o lançamento de satélites e a calibragem de instrumentos científicos. Além disso, é essencial para compreender o comportamento de corpos em órbita e o que chamamos de “imponderabilidade” no espaço.

A Figura mostra a decomposição vetorial entre a força gravitacional real, a força centrífuga e o peso aparente. Observa-se que, ao contrário do que ocorre nos polos, onde a rotação não contribui para nenhuma redução do peso, nas demais regiões do globo a força centrífuga atua parcialmente no sentido oposto à gravidade, promovendo uma pequena diminuição do módulo da força medida por uma balança. Essa diferença, embora sutil, é mensurável e possui implicações práticas em diversas áreas do conhecimento, como lançamento de satélites e estudos sobre o movimento orbital.

Figura 9 - Representação do movimento de rotação da Terra



Fonte: KUADRO [30].

O vetor \vec{F} indica a força gravitacional real, que aponta em direção ao centro da Terra e corresponde à atração gravitacional exercida pela massa terrestre sobre o objeto. Esse é o componente que, em regiões onde não há rotação, determinaria integralmente o valor do peso.

O vetor F_c representa a força centrípeta. Essa força é uma consequência do movimento de rotação da Terra em torno do seu eixo e tem direção perpendicular ao eixo de rotação, apontando para o centro da circunferência descrita pelo movimento, ou seja, dirigindo-se em direção ao centro de rotação. Na figura, percebe-se que esse vetor forma um ângulo com a direção da força gravitacional real.

O vetor P corresponde ao peso aparente. Ele resulta da soma vetorial entre a força gravitacional e a força centrífuga. Onde o raio de rotação (indicado pelo vetor r) é maior, e praticamente nulo nos polos, já que ali o vetor centrífugo deixa de existir (pois a rotação ocorre em torno do ponto). Na figura, o vetor ω simboliza a velocidade angular da Terra, enquanto o R mostra o raio equatorial da terra.

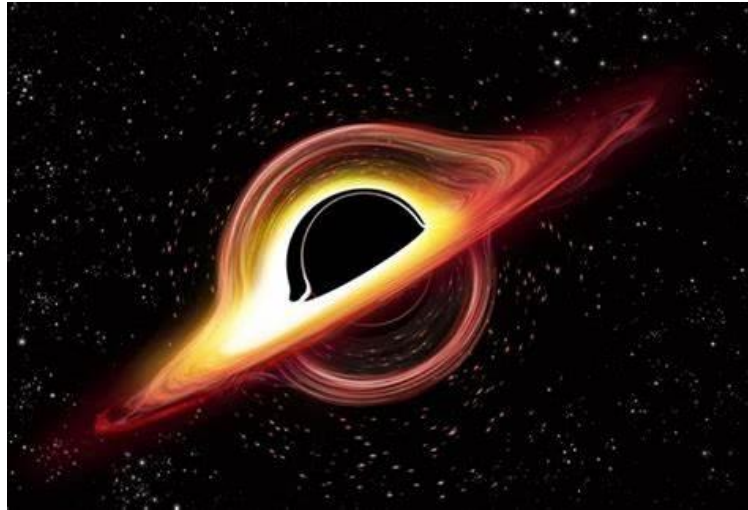
3.3.8 Buraco negro

Um buraco negro é uma região do espaço-tempo em que a gravidade é tão intensa que nada pode escapar de sua atração nem mesmo a luz. Essa previsão extrema surge da Teoria da Relatividade Geral, desenvolvida por Albert Einstein no início do século XX, que revolucionou a compreensão da gravidade. Diferentemente da concepção newtoniana, na qual a gravidade é entendida como uma força entre massas, Einstein propôs que ela é uma manifestação da curvatura do espaço-tempo provocada pela presença de massa e energia.

Quanto mais massivo for um corpo, maior será a deformação do espaço-tempo ao seu redor, e essa deformação é o que guia o movimento de outros corpos. No caso dos buracos negros, essa curvatura torna-se extrema, criando um verdadeiro “abismo gravitacional” do qual nada consegue escapar uma vez ultrapassado o horizonte de eventos. A figura 10 ilustra como pode ser representado um buraco negro.

Além disso, a teoria de Einstein explica fenômenos que a gravitação newtoniana não consegue, como a precessão do periélio de Mercúrio, e fornece a base para entender objetos astronômicos extremos, como buracos negros e estrelas de nêutrons.

Figura 10 – Ilustração de um buraco negro.



Fonte: PPLWARE [31].

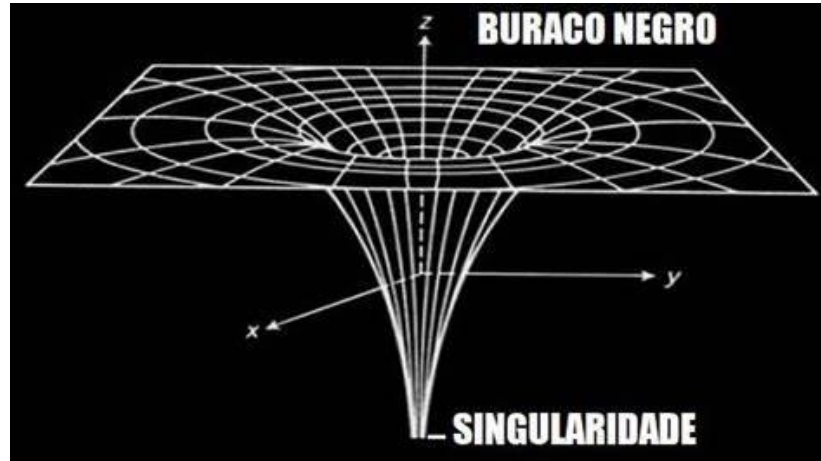
Como explicam H. D. Young, R. Freedman [23], o horizonte de eventos é uma superfície esférica que envolve a singularidade de um buraco negro. É o local onde a velocidade de escape se torna igual à da luz. Como nada pode viajar mais rápido que a luz, isso significa que nada consegue sair do buraco negro depois de atravessar esta superfície [23].

O que é uma singularidade?

A singularidade é o ponto central de um buraco negro, onde a densidade se torna infinita e as leis conhecidas da física deixam de se aplicar. Em termos simples, é como se toda a massa do objeto colapsado estivesse concentrada em um único ponto, sem volume. É uma região onde o espaço-tempo está tão curvado que os conceitos de tempo e espaço, como conhecemos, perdem o sentido.

A figura abaixo (Figura 11) ilustra essa ideia com um modelo gráfico do espaço-tempo deformado por um buraco negro. Nela, observa-se como a curvatura se intensifica até alcançar a singularidade, localizada no ponto mais profundo do "funil" representado na imagem.

Figura 11 – Representação gráfica da curvatura do espaço-tempo causada por um buraco negro, indicando a singularidade.



Fonte: ARTENAREDE. O buraco negro na arte [32].

Como se formam os buracos negros?

A formação de um buraco negro pode ocorrer, principalmente, a partir do colapso gravitacional de estrelas muito massivas ao final de suas vidas. Quando essas estrelas esgotam o combustível necessário para manter a fusão nuclear, não há mais pressão suficiente para equilibrar a força gravitacional. Isso leva ao colapso do núcleo estelar, formando um buraco negro. Também podem se formar buracos negros pela fusão de estrelas de nêutrons, como revelado por observações recentes de ondas gravitacionais [24].

4 METODOLOGIA

Para ter um ensino de Física mais dinâmico e envolvente, foi desenvolvido um jogo de tabuleiro de física pelo aplicativo canva [33] baseado nos conceitos de Dinâmica, Cinemática e Gravitação especialmente pensado para os alunos do 3º ano do Ensino Médio. A proposta se fundamenta na metodologia ativa da gamificação, que transforma o aprendizado em um processo mais interativo, promovendo maior participação dos estudantes.

O tipo de gamificação utilizada neste trabalho foi a “gamificação analógica” que não depende de tecnologias dentro da sala de aula e sim baseado em jogos tradicionais como o jogo de tabuleiro, cartas e outros tipos de atividades que envolvam recompensas [6]. Esse método faz com que o aluno possa trabalhar com o lúdico, físico e mental durante o jogo sem utilizar ferramentas tecnológicas.

Segundo ESCOLASDISRUPITIVAS, “a aula gamificada é uma estratégia inovadora para engajar os alunos e tornar o aprendizado mais dinâmico, utiliza elementos de jogos, como desafios e recompensas, para aumentar a motivação dos alunos, promovendo interação e cooperação” [34]. Ao invés de simplesmente absorver o conteúdo de maneira passiva, os alunos são convidados a vivenciar o conhecimento de forma prática e significativa.

Entre as principais vantagens da gamificação está sua capacidade de tornar o aprendizado mais motivador. Em vez de seguir um currículo baseado em aulas expositivas e provas tradicionais, os alunos são incentivados a interagir entre si, competir de forma saudável e conversar e debater com os colegas. Esse engajamento contínuo ajuda a aumentar a retenção do conteúdo e a desenvolver habilidades de resolução de problemas, pensamento crítico e trabalho em equipe.

Além disso, no jogo *Forças do Universo* o feedback acontece de forma instantânea: quando o aluno acerta uma questão, avança no tabuleiro, percebendo seu progresso; quando erra, permanece na mesma casa ou sofre uma penalidade, entendendo na hora a necessidade de revisar o conceito. Esse retorno imediato permite que os estudantes ajustem suas estratégias e compreendam melhor os conteúdos trabalhados. Na aprendizagem de ciências, a gamificação também promove a curiosidade e a exploração. Ao enfrentar desafios e resolver problemas

dentro de um contexto de jogo, os alunos são incentivados a pensar de maneira criativa e a aplicar o conhecimento prévios para responder as perguntas. Isso não apenas fortalece sua compreensão de conceitos como a gravitação, a dinâmica e a cinemática, mas também os ajuda a ver como pode ser divertido aprender de outra forma e isso tem uma relevância que pode melhorar seu aprendizado. Além disso, a gamificação contribui para uma aprendizagem personalizada.

Neste contexto foi assim desenvolvido o jogo de tabuleiro que foi intitulado como “Forças do Universo”, criado para ser utilizado dentro de sala de aula, fazendo com que os alunos possam progredir de acordo com seu próprio ritmo e nível de conhecimento. O desafio é responder corretamente assuntos que os alunos já viram no primeiro ano de ensino médio, então o jogo tem um público-alvo em específico que são os alunos de terceiro ano do ensino médio. Espera-se que os estudantes tenham certas facilidades em responder corretamente as perguntas, o que faz com que independente do seu conhecimento prévio, eles possam jogar e possam se beneficiar da experiência de aprendizagem. Essa forma de ensino pode ajudar a manter os alunos motivados, fazendo com que os mesmos não se sintam sobrecarregados ou desmotivados pelas tarefas tradicionais de ensino. Os alunos são desafiados a avançar, conquistar novos conhecimentos e reforçar os conhecimentos que já tinham.

Por fim, a gamificação também pode promover a reflexão sobre sua própria aprendizagem. Ao jogar, os alunos são levados a pensar sobre seus próprios processos de aprendizagem, avaliando suas estratégias, identificando seus erros e ajustando seus conhecimentos. Esse processo reflexivo fortalece a aprendizagem de longo prazo e contribui para o desenvolvimento de habilidades, que são fundamentais para o aprendizado que pode ser utilizado ao longo da vida

A ideia é que relembrem os conceitos físicos à medida que avançam no jogo, refletindo sobre as perguntas e discutindo as respostas com os colegas. Dessa forma, o aprendizado se torna mais colaborativo, estimulando a troca de conhecimentos entre os participantes.

4.1 Desenvolvimento do jogo de tabuleiro

O desenvolvimento do jogo de tabuleiro “Forças do Universo” segue uma metodologia de design educacional que vai integrar conceitos de física de maneira

interativa e lúdica, utilizando as abordagens de gamificação e aprendizagem significativa, conforme fundamentado pela teoria de Ausubel. A proposta do jogo é proporcionar aos alunos uma experiência divertida e prática, enquanto eles exploram e aplicam os conceitos de cinemática, dinâmica e gravitação no contexto de um ambiente competitivo e colaborativo. O processo de criação e implementação do jogo envolveu diversas etapas, que são detalhadas a seguir.

4.1.2 Objetivos Educacionais

Antes de iniciar o desenvolvimento do jogo, foi necessário definir claramente os objetivos educacionais que o jogo deveria atingir. O foco principal foi criar uma ferramenta que facilitasse a compreensão dos conceitos de física de maneira acessível para estudantes do ensino médio.

Os objetivos específicos incluíram:

1. Exploração de conceitos de cinemática, dinâmica e gravitação: O jogo foi projetado para reforçar os conceitos fundamentais dessas áreas da física, como movimento, força, aceleração, inércia, leis de Newton e leis da gravitação.
2. Estimular a aprendizagem ativa e significativa: Através da interação com o jogo, os alunos devem ser incentivados a aplicar o que já sabem, buscando os conhecimentos subsunçores assim consolidando o aprendizado por meio do jogo que tende a lembrar os alunos o que eles já aprenderam.
3. Fomentar a colaboração e o pensamento crítico: O jogo foi planejado para promover discussões entre os jogadores, incentivando-os a pensar e a refletir sobre as respostas.

4.1.3 Elaboração do conteúdo

Com os objetivos em mente, a próxima etapa envolveu a criação do conteúdo do jogo. Esta fase exigiu cuidado para que as perguntas abordassem conceitos importantes de forma prática e contextualizada. As perguntas e desafios foram elaborados com base nos principais conceitos de física, abordando as três áreas centrais da física que o jogo visa explorar:

Cinemática: Questões sobre movimento uniforme, aceleração, distância percorrida e velocidade.

Dinâmica: Questões relacionados às leis de Newton, força de atrito, impulso, colisão e interação entre corpos.

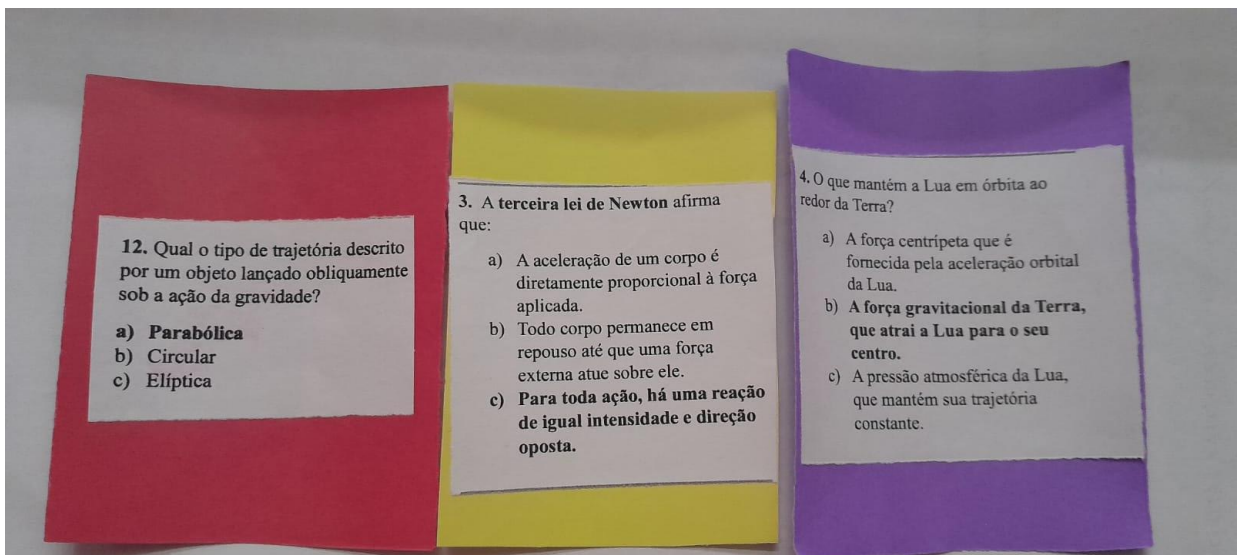
Gravitação: Questões envolvendo a lei da gravitação universal de Newton, aceleração gravitacional, órbitas planetárias e movimento de satélites.

Além disso, foi importante garantir que as questões e os problemas fossem contextualizados, com exemplos do cotidiano dos alunos e cenários práticos, para facilitar a compreensão e a conexão com a realidade dos estudantes.

Para assegurar a qualidade científica do material, as questões passaram por um processo de revisão criteriosa, considerando tanto a precisão conceitual quanto a adequação da linguagem ao nível de conhecimento dos alunos. Foi evitado termos técnicos ou abordagens que dificultassem a aprendizagem, tornando a experiência mais envolvente e significativa.

No total, foram elaboradas 60 questões, distribuídas igualmente entre as três áreas abordadas no jogo. Cada área possui 20 questões e é especificada por uma cor: vermelho para cinemática, amarelo para dinâmica e roxo para gravitação. A seguir, apresentamos algumas dessas perguntas:

Figura 12: demonstração das cartas utilizadas no jogo.



Fonte: Autoria própria (2025).

Esse conjunto de questões foi pensado para estimular o raciocínio dos alunos e reforçar os conceitos que eles já tinham, tornando o aprendizado de Física mais dinâmico e interativo.

4.1.4 Design do Jogo

A construção do tabuleiro seguiu o formato clássico de jogo de percurso, em que os jogadores, assumindo o papel de viajantes do espaço a bordo de uma nave espacial em uma jornada pelo universo avançam pelas casas e enfrentam desafios relacionados aos conceitos físicos ao longo do trajeto. Essa narrativa contribui para dar sentido às casas e desafios, tornando a experiência mais imersiva. Para a elaboração do tabuleiro, utilizou-se o aplicativo Canva, uma ferramenta digital de design gráfico que possibilitou que permitiu a criação e edição dos elementos visuais de forma prática e intuitiva.

Figura 13: Logo do aplicativo Canva.



Fonte: Canva [33].

Na fase inicial, foi realizado um levantamento para definir como o jogo poderia representar os temas de física do primeiro ano do ensino médio de maneira lúdica e, ao mesmo tempo, profunda. Nesse momento, foi decidido o formato de tabuleiro com casas de diferentes cores, cada uma representando uma área específica do conhecimento:

Figura 14: Cores representantes dos temas das perguntas.



Fonte: Autoria própria (2025).

1. Casas vermelhas: Relacionadas à cinemática.
2. Casas amarelas: Dedicadas à dinâmica.
3. Casas roxas: Focadas na gravitação.

Além das perguntas relacionadas a conteúdos de física foram elaboradas casas especiais que são na verdade casas divertidas, que oferecem eventos aleatórios, como avanços extras, retrocessos ou situações que exigem interação entre os jogadores como:

- **Casa 5 (Buraco Negro):** O jogador deve voltar ao início do tabuleiro.
O buraco negro é uma região do espaço onde a gravidade é tão intensa que nada, nem mesmo a luz, pode escapar. Ao cair aqui, o jogador é sugado de volta ao início, simbolizando a incapacidade de escapar da atração gravitacional extrema.
- **Casa 07 (Zona de teletransporte):** o jogador deve ser teletransportado para a casa 13 e responde uma questão de gravitação.
Inspirada pela ideia de viagens quânticas ou dobras espaciais, essa zona simboliza um portal que permite saltos instantâneos no espaço. Ao cair aqui, o jogador é transportado para a casa 13, representando a quebra das limitações de deslocamento tradicional.
- **Casa 10 e 35 (Foguete Defeituoso):** O jogador volta 3 casas.
Um foguete defeituoso simboliza falhas tecnológicas em missões espaciais. A pane força o jogador a recuar 2 casas, representando a necessidade de corrigir problemas técnicos antes de prosseguir.
- **Casa 16 (Planeta Gasoso):** O jogador perde uma rodada.

Os planetas gasosos, como Júpiter e Saturno, têm atmosferas densas e caóticas que dificultam a navegação. Ao cair aqui, o jogador perde uma rodada, simbolizando o esforço necessário para escapar da resistência atmosférica.

- **Casa 18 (Acelerador de partícula):** O jogador avança 1 casa.
Um acelerador de partículas é uma máquina que impulsiona partículas a velocidades altíssimas, produzindo condições extremas. Ao passar por essa casa, o jogador avança 1 casa adicional, simbolizando o impulso gerado pelo aumento de energia cinética.
- **Casa 22 (Buraco de Minhoca):** O jogador rola o dado novamente, se o número obtido for par, o jogador avança 2 casas, se for ímpar o jogador terá de voltar 2 casas. Um buraco de minhoca é uma hipotética ponte no espaço-tempo que conecta dois pontos distantes do universo.
- **Casa 27 (Força de Maré):** O jogador terá de escolher se volta para a última casa roxa e responde à pergunta ou permanece na casa atual e fica 1 partida sem jogar. Esta casa representa a influência gravitacional de um objeto massivo que causa diferenças de força em diferentes partes de um corpo.

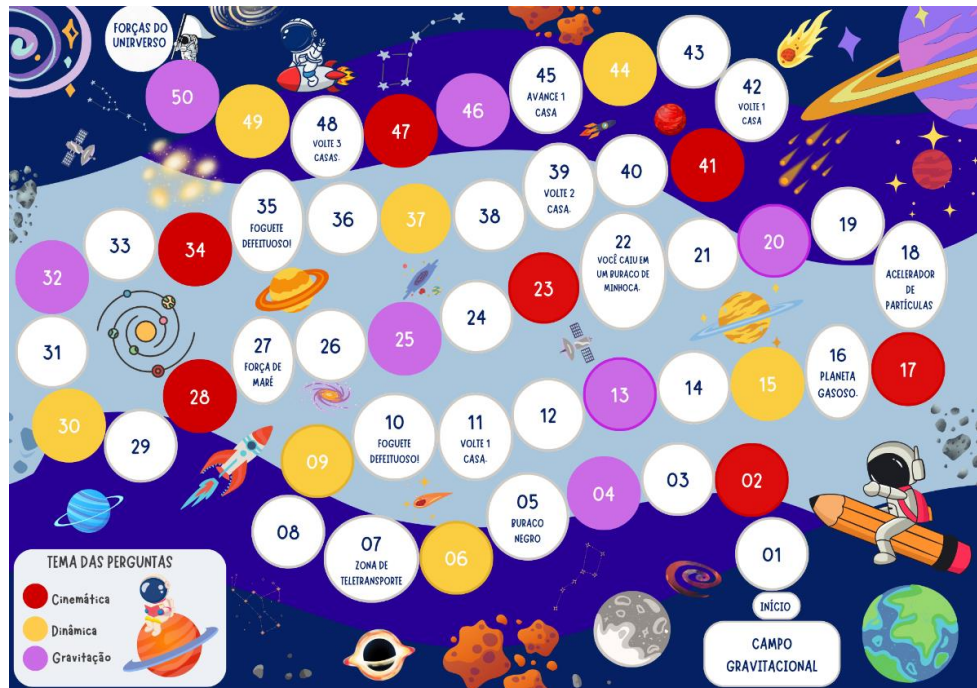
Outras casas também foram colocadas para impulsionar ou regredir no jogo, fazendo com que o aluno pudesse responder algumas perguntas, como:

- **Casa 11 (volte 1 casa):** Ao voltar para a casa 10 o aluno cai na casa foguete defeituoso e terá que voltar mais 3 casas, que chegará a casa zona de teletransporte, e avançará para casa 13, por fim terá que responder 1 questão de gravitação.
- **Casa 39 (volte 2 casas):** Essa jogada tem intuito de fazer o jogador responder uma pergunta de cinemática ao voltar 2 casas.
- **Casa 42 (volte 1 casa):** O aluno quando volta 1 casa é obrigado a responder uma pergunta de gravitação.
- **Casa 45 (avance 1 casa):** Faz com que o aluno ao avançar 1 casa responda uma pergunta de gravitação.
- **Casa 48 (volte 3 casas):** Ao voltar 3 casas o aluno cai na casa 45, em que ele avança 1 casa e responde uma pergunta de gravitação.

As regras do jogo podem ser encontradas no apêndice B.

O design visual do jogo foi pensado para ser atraente, com imagens e ilustrações relacionadas ao universo da física. Cada detalhe do tabuleiro, das perguntas ao estilo das casas, foi pensado para tornar o aprendizado mais interessante e acessível, de uma forma que o aluno sente que estava fazendo uma viagem no espaço. Na figura 14 está o design visual do tabuleiro.

Figura 15: Tabuleiro.



Fonte: Autoria própria (2025).

4.1.5 Regras e Mecânica de Jogo

A mecânica do jogo foi construída para ser simples e dinâmica, mas também desafiadora. As regras foram estruturadas de forma que os jogadores pudessem aprender enquanto jogavam, com a aplicação de conceitos de física sendo parte integrante da experiência. Algumas das regras principais incluem:

1. **Objetivo do jogo:** O jogador que chegar à última casa primeiro, (Casa 50) vence. Para isso, será necessário responder corretamente as perguntas e enfrentar desafios na viagem no universo da física.
2. **Movimentação:** Cada jogador rola um dado de 6 lados em sua vez e avança o número correspondente de casas. Ao cair em uma casa, deve responder à pergunta da área correspondente.
3. **Respostas corretas:** O jogador joga novamente o dado podendo acertar até 3 perguntas.

4. **Respostas incorretas:** O jogador permanece na mesma casa ou, em algumas situações especiais (como "buraco negro"), pode ter que voltar casas.

5. **Casas especiais:** Algumas casas no tabuleiro trazem desafios que alteram o curso do jogo, como avançar ou voltar algumas casas ou ficar sem jogar por uma rodada.

4.2 Instrumentos de avaliação

Para analisar a eficácia do jogo Forças do Universo como ferramenta educativa, utilizamos diferentes instrumentos de avaliação que nos ajudaram a acompanhar o processo de aprendizagem dos estudantes durante e após a aplicação do jogo. Desde o início da aplicação, buscamos também coletar feedbacks espontâneos dos alunos. Esses retornos surgiram tanto durante as partidas quando os estudantes comentavam sobre as regras, as perguntas ou as casas especiais quanto ao final das atividades, em conversas rápidas de socialização da experiência. Esses registros foram fundamentais para complementar os demais instrumentos, pois revelaram impressões imediatas e genuínas, permitindo captar a motivação, o envolvimento e até as dificuldades enfrentadas pelos participantes de forma mais natural.

Durante as partidas, os alunos eram orientados a separar as respostas corretas das incorretas. Essa dinâmica teve como objetivo não apenas verificar a compreensão dos conceitos trabalhados, mas também identificar eventuais dificuldades, seja em conteúdos específicos ou na interpretação das questões. Esse acompanhamento durante o jogo também nos permitiu observar, de forma mais próxima, o impacto da atividade na aprendizagem dos participantes.

Ao final das atividades, aplicamos um questionário elaborado especialmente para esta pesquisa. Este instrumento buscou avaliar como o jogo foi recebido pelos estudantes e adota uma abordagem qualitativa e quantitativa, também conhecida como análise mista, conforme defende Gil [35]. Para o autor, essa combinação é essencial para uma compreensão mais completa do fenômeno investigado, pois une a objetividade dos dados numéricos à riqueza das interpretações descritivas.

A parte quantitativa do questionário foi responsável pela análise das respostas fechadas, permitindo levantar informações objetivas e mensuráveis sobre a experiência dos alunos. Por outro lado, a abordagem qualitativa possibilitou explorar as respostas abertas, valorizando as percepções, sentimentos e opiniões dos

estudantes em relação ao uso do jogo como recurso pedagógico. A escolha pela análise mista se justifica pela própria natureza desta pesquisa, que busca compreender não apenas os resultados quantitativos, mas também o significado que os alunos atribuem à experiência vivida com o jogo.

Com isso, buscamos entender melhor como foi a participação dos estudantes, quais momentos foram mais marcantes e, principalmente, se o jogo contribuiu para o aprendizado de conceitos físicos.

O questionário continha perguntas objetivas e abertas, possibilitando aos alunos expressarem livremente suas opiniões. As questões abordavam aspectos como:

- Como os alunos se sentiram ao jogar Forças do Universo;
- Quais partes do jogo mais chamaram sua atenção;
- Se o jogo facilitou a compreensão dos conceitos de Física;
- Se o jogo ajudou a relembrar conteúdos estudados anteriormente;
- A opinião dos estudantes sobre o uso de jogos como estratégia de ensino-aprendizagem.

O Questionário Forças do Universo foi pensado para avaliar a experiência dos alunos em um contexto lúdico de ensino, contemplando conteúdos como cinemática, dinâmica e gravitação. Estruturado em formato misto, reuniu perguntas fechadas (múltipla escolha e escalas de avaliação) e abertas, permitindo a coleta de dados tanto objetivos quanto subjetivos. As perguntas visaram compreender como os alunos perceberam o jogo (se consideraram a experiência divertida, desafiadora ou difícil) e identificar quais elementos do jogo, como as casas especiais, mais despertaram o interesse dos participantes.

Além disso, procuramos avaliar se o jogo realmente auxiliou na compreensão dos conceitos físicos, se os ajudou a recordar conteúdos do primeiro ano do Ensino Médio e qual a visão deles sobre o uso de jogos como ferramenta pedagógica. O questionário foi aplicado a estudantes do Ensino Médio que já haviam estudado esses conteúdos anteriormente, o que nos permitiu observar tanto o resgate quanto o fortalecimento dos conhecimentos trabalhados. O questionário completo encontra-se disponível no Apêndice A deste trabalho.

As respostas obtidas serão analisadas na seção Resultados e Discussão, possibilitando compreender de forma mais aprofundada o impacto do jogo na aprendizagem. Além do questionário, realizamos momentos de feedback contínuo, nos quais os alunos puderam expressar suas impressões espontaneamente, destacando os aspectos que mais lhes chamaram a atenção.

Essa combinação de instrumentos observação das respostas durante o jogo, questionário pós-atividade e feedbacks constantes tornou possível uma análise mais detalhada, tanto do desenvolvimento conceitual quanto do engajamento e da motivação dos estudantes em relação ao aprendizado da Física.

4.3 Fabricação dos materiais

Foram confeccionados 9 kits do jogo, e cada um deles contém: 1 tabuleiro, 5 peões coloridos, 60 cartas e 2 caixinhas para organizar as cartas certas e erradas das cores verde e vermelha.

Tabuleiro: O tabuleiro foi feito em adesivo vinil, com o tamanho de 46x34 cm, e depois colado em uma base de compensado de 5mm, para dar mais firmeza e durabilidade.

Cartas: As cartas foram impressas em papel A4, depois recortadas com cuidado e coladas em papéis cartão nas cores amarela, vermelha e roxa, de acordo com a temática de cada categoria.

Caixas: foram feitas 2 caixas de Papel Duplex, das cores vermelho e verde para separar as cartas certas e erradas.

4.4 Teste piloto do Protótipo

Com o protótipo pronto, foi realizado um teste piloto com um grupo de alunos da universidade do grupo de iniciação científica, para avaliar como o jogo funcionava em prática. Esse teste foi feito para observar a dinâmica entre os jogadores, identificar pontos que precisavam de ajustes e verificar se as regras estavam claras e se o nível de dificuldade das perguntas era adequado para o ensino médio. Durante o teste, percebemos a necessidade de ajustar algumas perguntas e de esclarecer certas regras para facilitar o andamento do jogo.

Figura 16: Jogo teste.



Fonte: Autoria própria (2025).

No momento deste teste foi proposto separar as cartas certas e erradas para saber quais as dificuldades dos alunos.

4.5 Revisão e ajustes finais

Após o teste piloto, foram feitos os ajustes finais no protótipo, incluindo a reformulação de algumas perguntas, algumas modificações nas regras do jogo e redefinição de algumas das instruções para que o jogo fosse o mais intuitivo e acessível possível. Também foram confeccionadas algumas caixinhas para colocar as perguntas certas e erradas a caixa verde eram das perguntas respondidas corretamente e as vermelhas eram de perguntas que estavam erradas.

Figura 17: Caixas que separam as perguntas com respostas certas e erradas.



Fonte: Autoria própria (2025).

Com esses ajustes, o protótipo ficou pronto para a aplicação em uma sala de aula, onde seria possível observar seu impacto direto na aprendizagem dos alunos.

4.6 Aula de gravitação newtoniana

Pensando na necessidade de abordar o conteúdo de gravitação com os alunos, já que, segundo os próprios professores, esse tema não havia sido trabalhado no 1º ano do ensino médio por falta de tempo, decidi preparar uma aula introdutória antes da aplicação do jogo. O objetivo dessa aula foi apresentar os principais conceitos da gravitação de forma simples e acessível, despertando o interesse dos alunos e criando uma base mínima para que eles pudessem aproveitar melhor o jogo.

A seguir, descrevo o plano de aula utilizado:

1. Quebra-gelo: Gravidade no Cotidiano

Comecei a aula com uma conversa descontraída, perguntando aos alunos: “Por que os objetos caem?”, “Por que a Lua não escapa da Terra?”. Escutei as respostas deles e, a partir disso, introduzi a ideia de que existe uma força invisível que atua sobre tudo: a gravidade.

Usei exemplos do dia a dia, como uma maçã caindo de uma árvore (fazendo referência a Newton), para iniciar a explicação.

2. Explicação Interativa: Lei da Gravitação Universal

Apresentei a fórmula da gravitação:

$$F = G \frac{Mm}{r^2}.$$

Expliquei o que cada variável representa de forma acessível:

F é força de atração,

M e m e as massas dos corpos,

r e a distância entre os corpos,

G é a constante gravitacional.

Usei exemplos como a Terra e a Lua e situações do cotidiano, como duas cadeiras, para mostrar que a gravidade atua entre todos os corpos, mas só se torna perceptível quando as massas são grandes.

3. Exploração Visual: Gravitação no Espaço

Mostrei um vídeo curto que explicava como a gravidade mantém os planetas em órbita. Aproveitei esse momento para relacionar o conteúdo com fenômenos do dia a dia, como as marés, e com aspectos mais amplos, como o funcionamento do universo.

4. Discussão e Reflexão: Gravidade no Dia a Dia

Encerramos a aula com uma conversa aberta, levantando a questão: “Onde mais conseguimos perceber a gravidade em ação?”. Incentivei os alunos a pensarem para além da sala de aula, refletindo sobre situações como o motivo de sentirmos nosso peso ou o que mantém nossos pés no chão.

Também conversamos brevemente sobre a importância da gravidade para a exploração espacial e o que poderia acontecer se essa força deixasse de existir.

Para finalizar, propus três perguntas reflexivas para os alunos responderem:

1. O que aconteceria se a Terra tivesse metade da sua massa?
2. Como a gravitação influencia sua vida de maneira prática?
3. Explique, com suas palavras, por que a gravitação é importante para o funcionamento do universo.

As respostas que os alunos deram nas reflexões finais foram muito boas. Mesmo sem nunca terem estudado gravitação em sala antes, eles demonstraram que conseguiram entender bem os principais conceitos durante a aula. Alguns já até tinham noção sobre a gravidade a partir de curiosidades e situações do dia a dia, e conseguiram relacionar isso com o que foi explicado. Isso mostrou que, mesmo sendo um conteúdo novo para eles, a forma como a aula foi conduzida com exemplos, perguntas, vídeo e conversa ajudou na construção do entendimento.

4.7 Aplicação em sala de aula

A aplicação aconteceu na Escola Estadual de Ensino Médio Doutor Miguel de Santa Brígida, no município de Salinópolis – PA, em momentos distintos, **12/12/2024** e **12/02/2025**, com alunos do 3º ano do Ensino Médio como público-alvo.

Antes da aplicação, foi realizada uma conversa prévia com a equipe gestora da escola para verificar a viabilidade do projeto. Após a autorização da direção, o planejamento foi ajustado conforme a demanda pedagógica da instituição, sendo discutido diretamente com os professores de Física. O professor Francisco Siqueira, responsável pelas turmas do 1º ano, colaborou avaliando se os conteúdos abordados no jogo correspondiam aos temas do currículo. Já a professora Julcirene, docente do 3º ano, analisou a proposta e confirmou a possibilidade de aplicação junto às suas turmas, contribuindo para alinhar a atividade ao contexto pedagógico das aulas.

Primeira aplicação: No final do ano letivo, com 16 alunos que estavam concluindo o terceiro ano do ensino médio.

Segunda aplicação: No início do ano seguinte, com 23 alunos que estavam ingressando no terceiro ano do ensino médio.

O objetivo era observar como os estudantes interagiam com os desafios do jogo, analisando tanto sua participação quanto a forma como lidavam com os conteúdos de Física apresentados.

Durante a realização do jogo, foi feita uma coleta de dados que incluiu:

- Aplicação de questionários pós-jogo
- Registro dos acertos e erros cometidos pelos alunos
- Observações realizadas pelo professor ao longo das partidas

Esses dados permitiram comparar o desempenho e o engajamento das turmas participantes, avaliando o impacto real do jogo no processo de aprendizagem.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Descrição da partidas e observações coletadas

A aplicação do jogo Forças do Universo foi conduzida com uma abordagem quali-quantitativa, conforme sugere Gil [35], buscando não apenas os dados objetivos obtidos nos questionários, mas também as percepções subjetivas dos alunos. Essa integração metodológica permitiu compreender de forma mais completa o impacto do jogo no aprendizado de Física, articulando números, observações e relatos dos participantes.

Desde o início, foi perceptível o entusiasmo dos alunos. Divididos em pequenos grupos, os participantes interagiram ativamente com a dinâmica proposta, demonstrando interesse tanto nas questões quanto nas situações imprevistas trazidas pelas casas especiais do tabuleiro. Essa participação confirma o que Ausubel [3] defende ao destacar que a motivação e o envolvimento são essenciais para que a aprendizagem significativa ocorra. À medida que avançavam pelo tabuleiro, era possível notar diferentes reações: alguns jogadores demonstravam confiança ao responder rapidamente às questões, enquanto outros aproveitavam o momento para revisar conceitos que já haviam estudado, mas que talvez não estivessem tão frescos na memória.

Houve momentos de debates, risadas e até mesmo frustração quando um jogador caía na Casa do Buraco Negro e precisava voltar ao início do tabuleiro. Esse aspecto lúdico tornou a experiência envolvente e divertida, afastou a sensação de que se tratava apenas de uma avaliação. Essas interações sustentam a reflexão de Tourinho Filho [14], segundo o qual a gamificação permite que o erro seja visto como uma oportunidade de aprendizado, enquanto promove protagonismo estudantil e engajamento por meio da experiência lúdica e emocional do jogo.

Figura 18: Primeiro grupo de estudantes jogando.



Fonte: Autoria própria (2025).

5.1.1 Interação com as questões e desafios do jogo

Um dos pontos mais interessantes foi perceber como os alunos reagem a cada tipo de questão. Alguns desafios foram resolvidos com rapidez, especialmente aqueles ligados a conceitos mais intuitivos da cinemática e da gravitação. No entanto, as perguntas relacionadas à dinâmica geraram mais dúvidas e discussões. Esse fator nos ajudou a identificar quais temas ainda representam dificuldades para os estudantes e como o jogo pode atuar como ferramenta de reforço.

Figura 19: segundo grupo de estudantes tirando dúvidas sobre uma pergunta de gravitação.



Fonte: Autoria própria (2025).

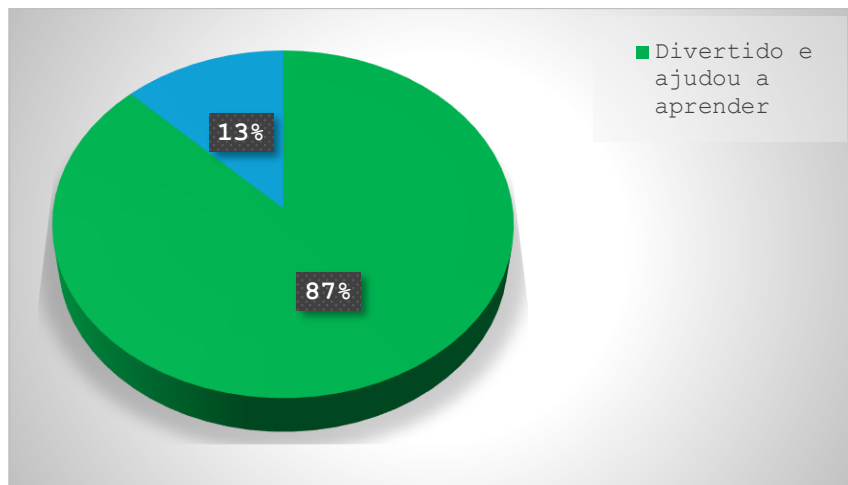
As casas especiais do tabuleiro também tiveram um papel essencial. Elas adicionaram momentos inesperados, tornando a experiência mais dinâmica e menos previsível. Além disso, o jogo incentivou a colaboração entre os alunos, que frequentemente explicavam conceitos uns para os outros durante as partidas.

Resultados do Grupo 1 - Questões Quantitativas:

Pergunta 1 – Experiência com o jogo:

- **87,5%** dos alunos afirmaram que o jogo foi divertido e contribuiu significativamente para o aprendizado, tornando o estudo da Física mais leve e envolvente.
- **12,5%** consideraram o jogo interessante, mas relataram dificuldades em alguns momentos, o que sugere a necessidade de ajustes para educação desses estudantes.

Gráfico 2: Experiência com o jogo (grupo 1).

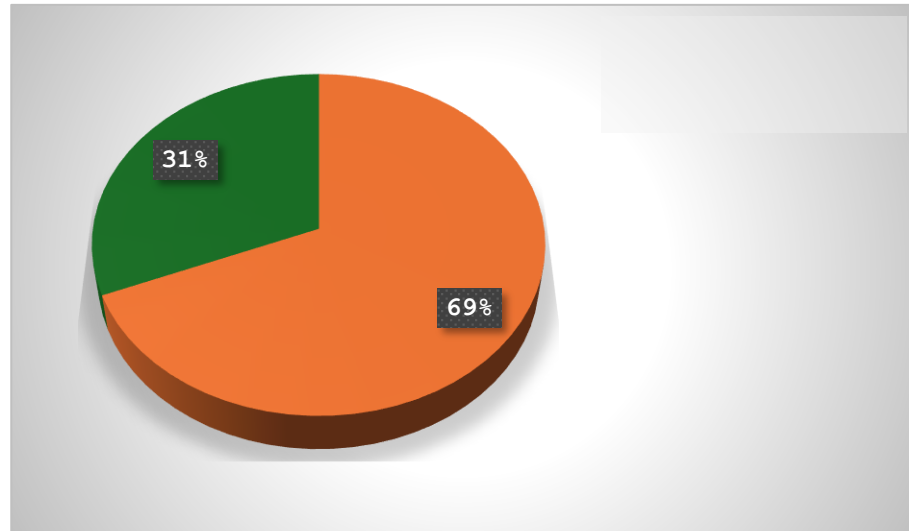


Fonte: Autoria própria (2025).

Pergunta 3 - Compreensão dos conceitos de Física:

- **68,75%** disseram que conseguiram visualizar e aplicar os conteúdos de forma mais prática.
- **31,25%** afirmaram que foi útil, mas ainda ficaram com dúvidas.

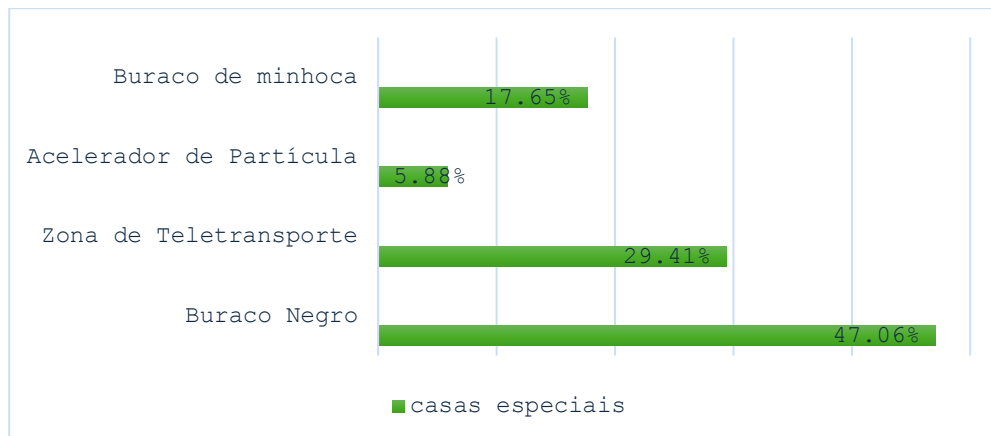
Gráfico 3: Compreensão dos conceitos de Física (grupo 1).



Fonte: Autoria própria (2025).

Pergunta 4 - Casa especial mais chamativa:

Gráfico 4: Casa especial mais chamativa (grupo 1).



Fonte: Autoria própria (2025).

Ao analisar as respostas do Grupo 1 sobre qual casa especial mais chamou a atenção durante o jogo, dá para perceber que o Buraco Negro foi, o mais marcante para os participantes. A Zona de Teletransporte também teve um destaque considerável, o que mostra que essas duas casas conseguiram despertar bastante o interesse dos alunos, seja pela proposta que elas trazem ou pelas consequências que causam no andamento do jogo.

Na minha percepção, o Buraco Negro teve esse destaque porque ele provoca uma reviravolta no jogo. Voltar casas é sempre algo que mexe com os jogadores, causa surpresa e, muitas vezes, risadas. Isso cria um momento

marcante, que os alunos lembram. Já a Zona de Teletransporte tem um efeito parecido, por causar mudanças inesperadas na posição dos peões, o que também contribui para tornar o jogo mais dinâmico.

Por outro lado, o Acelerador de Partícula teve uma participação bem menor nas respostas. Isso pode estar relacionado ao fato de que sua função, apesar de ser positiva (avançar casas), talvez não tenha sido tão impactante quanto as outras em termos de narrativa ou surpresa. Já o Buraco de Minhoca ficou no meio-termo. É uma casa interessante, mas talvez precise de um reforço visual ou uma explicação mais divertida para se tornar mais envolvente para os alunos.

Essas observações são importantes porque ajudam a pensar em melhorias para versões futuras do jogo. Talvez reforçar a estética ou o efeito de algumas casas menos lembradas possa equilibrar a experiência e tornar todas as casas especiais igualmente atrativas e memoráveis.

Pergunta 8 - Facilidade em lembrar os conceitos do 1º ano:

- **Média das notas:** 7,68

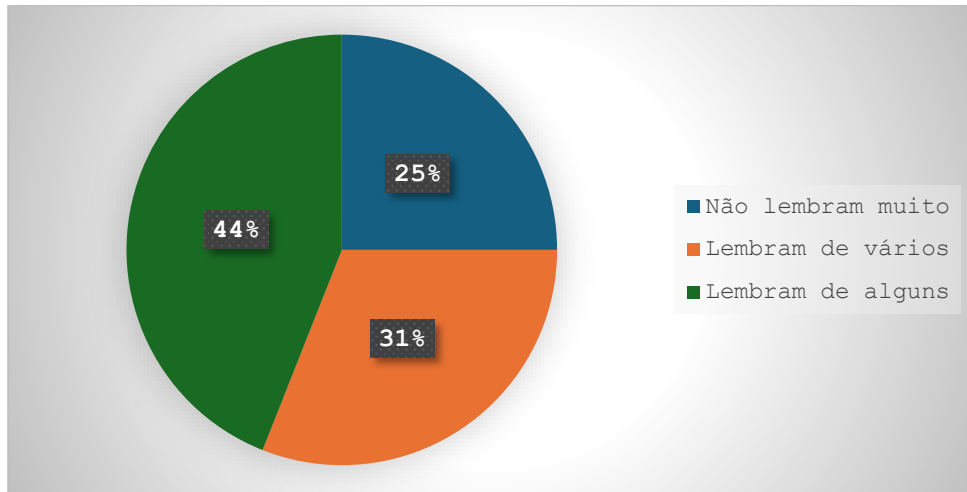
A média das notas atribuídas à pergunta 8, avaliava a facilidade em lembrar dos conceitos de Física estudados no primeiro ano, foi de **7,68**. Esse valor indica que os alunos, de modo geral, conseguiram relembrar os conteúdos com certa tranquilidade. Isso é bastante relevante, principalmente levando em conta que muitos desses temas já haviam sido vistos há bastante tempo e, segundo os próprios professores, alguns nem chegaram a ser abordados com profundidade anteriormente. Acredito que o formato do jogo teve um papel importante nesse resgate, pois proporcionou um ambiente mais leve e descontraído, favorecendo o reconhecimento de conceitos que talvez estivessem esquecidos ou mal compreendidos. Essa resposta reforça a ideia de que a ludicidade pode ser uma ferramenta poderosa para facilitar a aprendizagem e a recuperação de conteúdos já trabalhados.

Pergunta 9 – Memória sobre os conceitos do primeiro ano:

- **31,25%** dos alunos (5 estudantes) disseram que conseguiram lembrar de vários conceitos enquanto jogavam.
- **43,75%** (7 estudantes) afirmaram que lembraram de alguns conceitos, mas precisaram revisar outros.

- **25%** (4 estudantes) relataram que não conseguiram lembrar muito dos conteúdos, mas que o jogo os ajudou a reaprender.

Gráfico 5: Memória sobre os conceitos do primeiro ano (grupo 1).



Fonte: Autoria própria (2025).

Pergunta 10 - Nota para o jogo:

- **Média das notas:** 9,63

Na pergunta 10, os alunos do Grupo 1 atribuíram uma nota de 0 a 10 para o jogo como um todo, e a média obtida foi de 9,63. Esse resultado demonstra um alto nível de aceitação por parte dos estudantes, o que é bastante satisfatório. A avaliação positiva indica que o jogo conseguiu cumprir seu propósito de tornar o processo de aprendizagem mais atrativo e dinâmico. Além do conteúdo, o fator lúdico parece ter contribuído significativamente para o engajamento da turma. Perceber que a proposta foi bem recebida e valorizada pelos participantes.

Análise Qualitativa das Respostas do Grupo 1:

Na análise qualitativa das respostas do Grupo 1, percebi que os alunos apresentaram diferentes níveis de lembrança dos conteúdos abordados no jogo. Alguns não lembraram muito, outros se recordaram de várias coisas e alguns, de apenas alguns conceitos. Quando foram questionados sobre o que mais gostaram no jogo, muitos destacaram a dinâmica das perguntas e o aprendizado colaborativo. Para eles, responder às perguntas e ajudar os colegas tornou a experiência mais interativa, o que fez com que o aprendizado fosse mais interessante. Além disso, alguns mencionaram a Casa do Buraco Negro como um dos pontos altos, pois a mecânica desafiadora tornou o jogo mais divertido.

Quanto aos conceitos de Física que eles sentiram que compreenderam melhor, os mais citados foram a força gravitacional, a gravidade, as órbitas dos planetas, a cinemática e as Leis de Newton. Quando questionados sobre o que aprenderam durante o jogo, muitos falaram sobre esses conceitos, como a força gravitacional e a rotação dos planetas. No entanto, alguns alunos tiveram um pouco de dificuldade em expressar exatamente o que haviam aprendido.

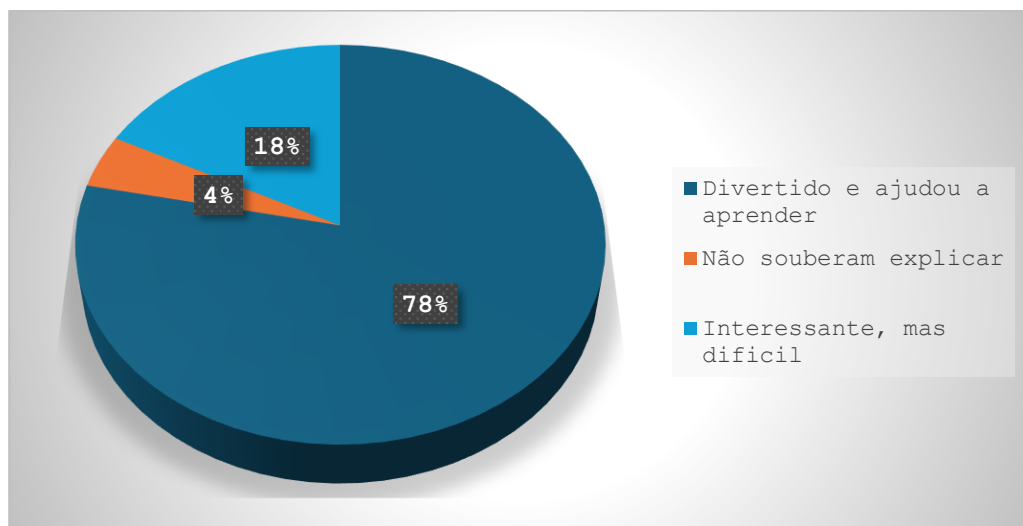
Por fim, ao serem perguntados sobre o impacto do jogo no aprendizado, a maioria dos alunos respondeu positivamente. Eles disseram que o jogo tornou o aprendizado mais divertido e envolvente, facilitou a memorização de conceitos do primeiro ano e ajudou a refletir sobre o conteúdo de forma mais dinâmica.

Resultados do Grupo 2 - Questões Quantitativas:

Pergunta 1 – Experiência com o jogo:

- 78,3% dos alunos afirmaram que o jogo foi divertido e contribuiu significativamente para o aprendizado.
- 17,4% acharam interessante, mas encontraram dificuldades em alguns momentos.
- 4,3% não souberam explicar.

Gráfico 6: Experiência com o jogo (grupo 2).



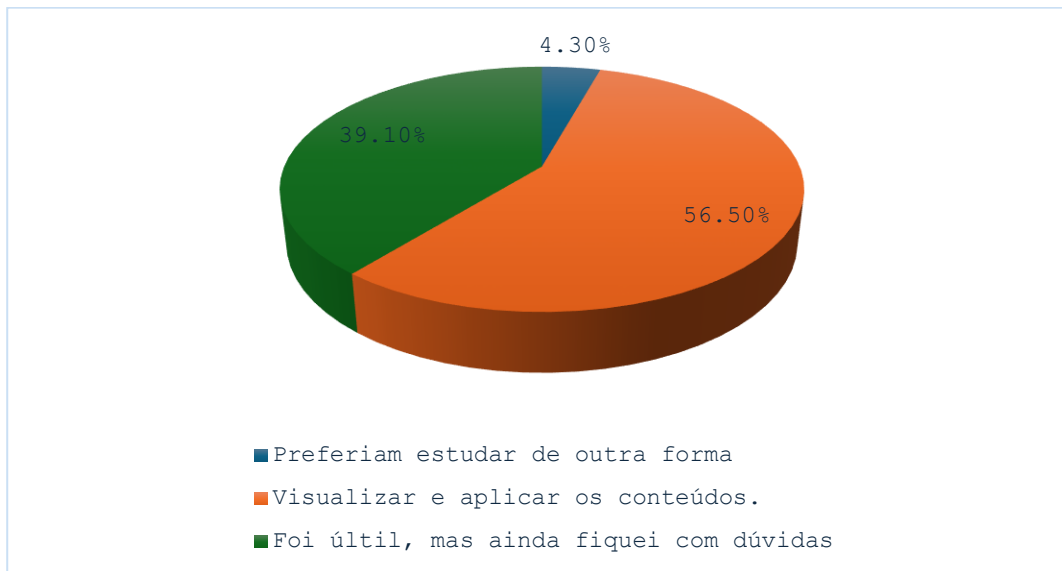
Fonte: Autoria própria (2025).

Pergunta 3 - Compreensão dos conceitos de Física:

- 56,5% conseguiram visualizar e aplicar os conteúdos de forma mais prática.
- 39,1% disseram que o jogo foi útil, mas ainda ficaram com dúvidas.

- 4,3% preferiam estudar de outra forma.

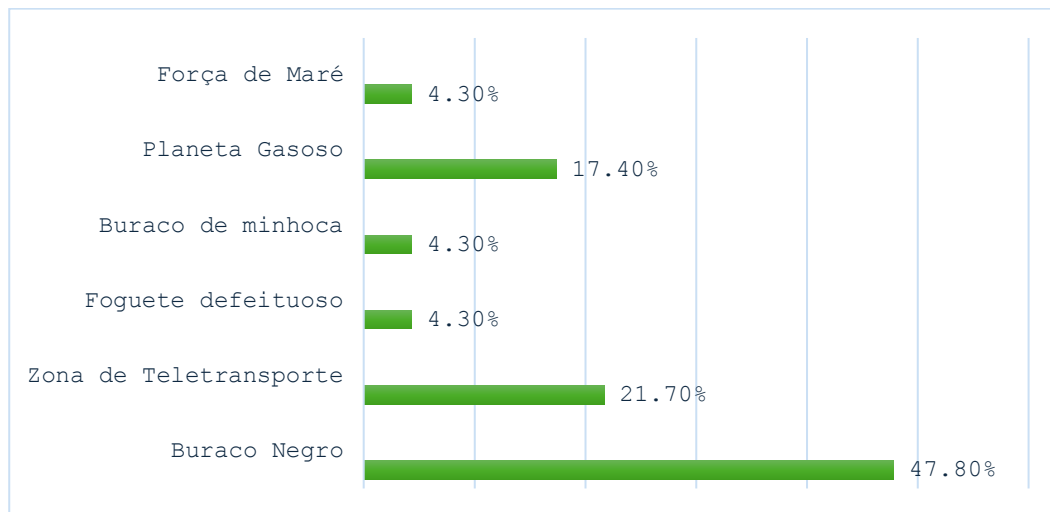
Gráfico 7: Compreensão dos conceitos de física (grupo 2).



Fonte: Autoria própria (2025).

Pergunta 4 - Casa especial mais chamativa:

Gráfico 8: Casa especial mais chamativa (grupo 2).



Fonte: Autoria própria (2025).

No grupo 2, o padrão de respostas foi bastante parecido com o grupo anterior: o Buraco Negro novamente foi a casa que mais chamou a atenção dos participantes. Isso reforça a ideia de que esse tipo de casa, por ter uma consequência mais impactante dentro do jogo, acaba se tornando mais marcante para os alunos.

A Zona de Teletransporte também teve destaque, sendo lembrada por vários alunos. Isso mostra que as casas que envolvem movimento inesperado, como

avançar ou voltar muitas casas, realmente despertam curiosidade e tornam o jogo mais dinâmico e imprevisível o que parece ser algo que os estudantes valorizam bastante durante a experiência.

Já outras casas como Força de Maré, Foguete Defeituoso e Buraco de Minhoca tiveram menos destaque nesse grupo. Pode ser que, por terem efeitos mais simples ou menos visuais, acabaram passando despercebidas. O Planeta Gasoso teve uma presença um pouco maior entre essas menos votadas, talvez por sua estética ou pela ideia curiosa que envolve o nome da casa.

Esses dados ajudam a perceber o que mais chama a atenção dos alunos e o que pode ser melhorado. Em uma próxima versão do jogo, vale pensar em dar um reforço visual ou narrativo para as casas que tiveram menor destaque, tornando-as mais envolventes e equilibrando a experiência entre todas as possibilidades do tabuleiro.

Pergunta 8 - Facilidade em lembrar os conceitos do 1º ano:

- **Média das notas:** 8,65

Foi solicitado aos alunos que dessem uma nota de 0 a 10 para expressar o quanto o jogo ajudou na facilidade em lembrar os conceitos de Física aprendidos no 1º ano do ensino médio. A média das notas atribuídas foi de 8,65, o que representa uma avaliação bastante positiva por parte dos participantes.

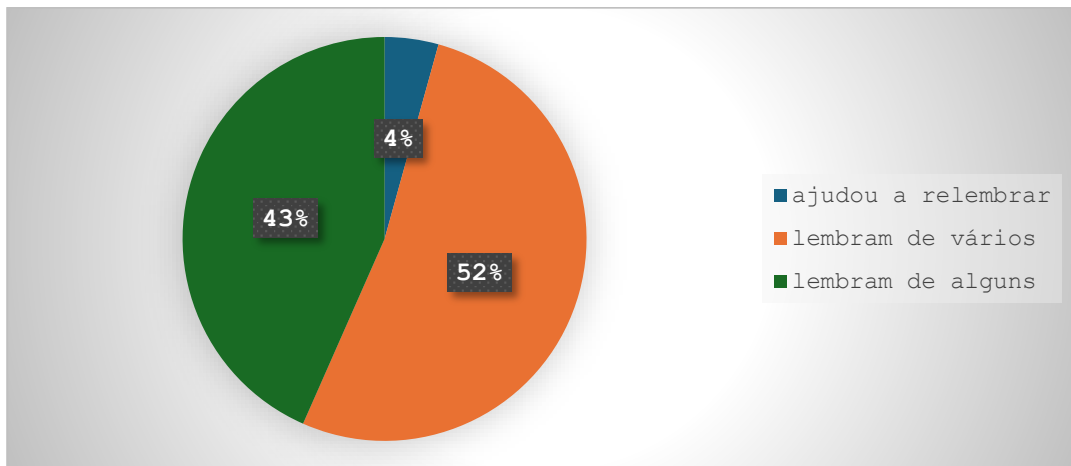
Esse resultado sugere que o jogo cumpriu bem o papel de resgatar conteúdos já estudados anteriormente, servindo como uma ferramenta de revisão lúdica e eficaz. A gamificação, nesse caso, parece ter contribuído para reativar conhecimentos que, em outras circunstâncias, poderiam ter sido esquecidos ou permanecido pouco acessíveis. A média alta também reforça a ideia de que a interatividade proporcionada pelo jogo facilitou a fixação e a recuperação de conceitos fundamentais, como os relacionados à cinemática, dinâmica e gravitação.

Pergunta 9 – Memória sobre os conceitos do primeiro ano:

- 52,2% disseram que lembraram de vários conceitos.
- 43,5% afirmaram que lembraram de alguns, mas precisaram revisar outros.

- 4,3% disseram que o jogo os ajudou a lembrar.

Gráfico 9: Memória sobre os conceitos do primeiro ano (grupo 2).



Fonte: Autoria própria (2025).

Pergunta 10 - Nota para o jogo:

- **Média das notas:** 9,20

Os alunos foram convidados a atribuir uma nota de 0 a 10 para avaliar o jogo como um todo ou seja, o quanto a experiência lhes pareceu divertida, envolvente e pedagogicamente útil. A média obtida foi de 9,20, um índice que revela um grau de satisfação muito elevado.

Análise Qualitativa das Respostas do Grupo 2

Os alunos destacaram diferentes aspectos do jogo que mais chamaram sua atenção. Muitos apreciaram as perguntas e os desafios, especialmente pela oportunidade de interagir com os colegas durante a partida. As casas especiais também foram bastante comentadas, com destaque para o Buraco Negro, considerada uma das mais interessantes devido ao seu caráter desafiador. Além disso, elementos lúdicos como o uso de cores vibrantes no tabuleiro e a rolagem do dado contribuíram para tornar a experiência mais atrativa. Apesar disso, alguns alunos relataram dificuldades em expressar exatamente o que mais gostaram no jogo.

Em relação aos conceitos de Física mais bem compreendidos, os mais citados foram gravidade e força gravitacional, as Leis de Newton, força e massa, além do Movimento Retilíneo Uniforme (MRU). No entanto, muitos alunos também demonstraram dificuldades em identificar claramente qual conceito conseguiram aprender melhor.

Quando perguntados sobre o que aprenderam durante o jogo, as respostas variaram entre temas como a Gravitação Universal, as Leis de Newton, força e aceleração e a atração gravitacional. Ainda assim, alguns estudantes não souberam explicar com clareza o conteúdo assimilado ao longo da atividade.

Ao serem questionados se acreditam que jogos contribuem para o aprendizado, a maioria respondeu de forma positiva. Os alunos afirmaram que o jogo tornou o processo de aprendizagem mais divertido e envolvente, além de ter facilitado a assimilação dos conteúdos. Alguns ainda ressaltaram que a diversão é um fator importante que torna o aprendizado mais leve e eficaz.

Comparação da Análise Qualitativa e Quantitativa dos Grupos 1 e 2

A análise dos dois grupos que participaram do jogo Forças do Universo apresenta alguns padrões interessantes sobre o impacto da gamificação no aprendizado de física. Apesar de algumas diferenças nas respostas, ambos os grupos demonstraram engajamento e percepção positiva sobre o jogo.

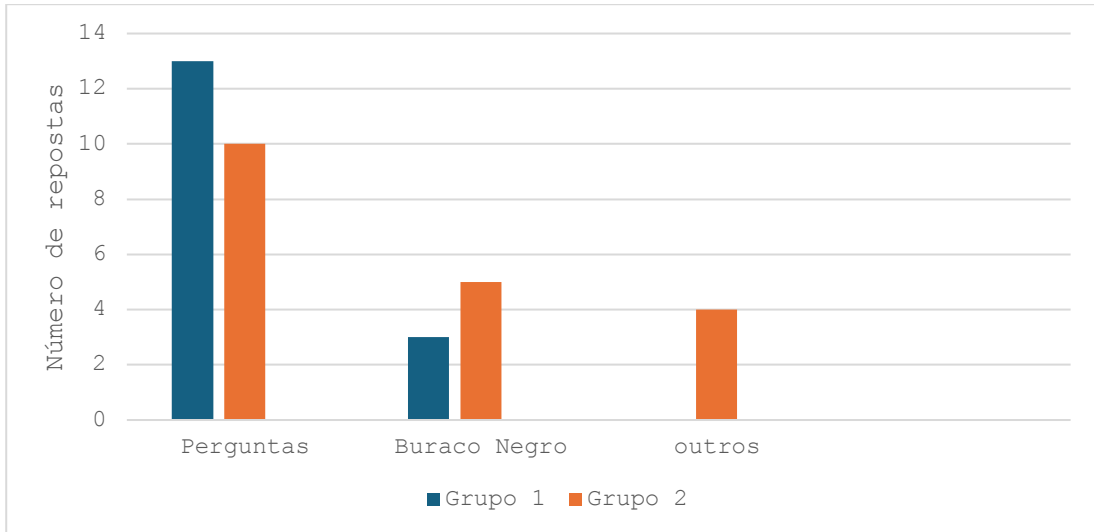
I. Engajamento e Aspectos Favoritos do Jogo

Os dois grupos destacaram as perguntas como a parte mais interessante do jogo, com muitos alunos mencionando que aprenderam ao responder e ao ajudar os colegas. Além disso, a Casa do Buraco Negro foi um elemento marcante em ambas as turmas, sendo citada por vários alunos como um dos momentos mais impactantes da experiência.

Apesar das semelhanças entre os dois grupos, algumas pequenas diferenças chamaram a atenção. No Grupo 1, os alunos demonstraram um foco maior na parte pedagógica do jogo, destacando principalmente as perguntas como elemento essencial para o aprendizado. Já no Grupo 2, as respostas foram mais variadas: alguns estudantes ressaltaram a interação entre os colegas, outros mencionaram a rolagem do dado como um momento divertido, e houve ainda quem destacasse a experiência nostálgica de simplesmente jogar, lembrando brincadeiras da infância. Esses contrastes ajudam a mostrar como diferentes aspectos do jogo podem impactar os alunos de formas distintas, dependendo do perfil do grupo.

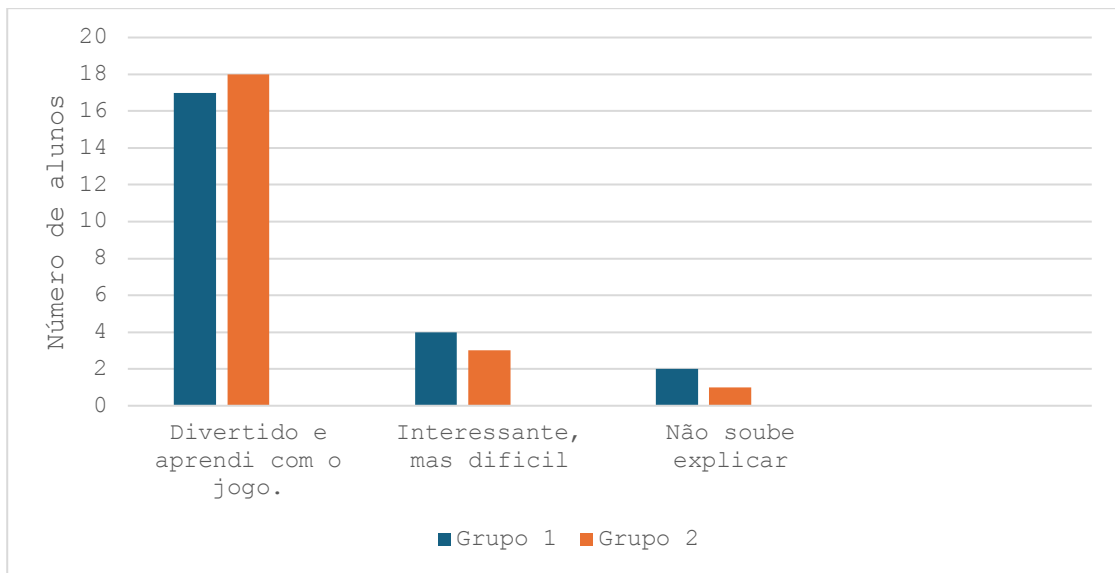
Comparando a experiência dos alunos dos dois grupos com o jogo.

Gráfico 10: Aspectos favoritos do jogo.



Fonte: Autoria própria (2025).

Gráfico 11: Experiência dos alunos com o jogo.



Fonte: Autoria própria (2025).

Essa diferença pode indicar que o Grupo 2 percebeu o jogo de forma mais ampla, valorizando não apenas o aprendizado, mas também a experiência lúdica e social da atividade.

II. Conceitos de Física Mais Bem Compreendidos

Quando questionados sobre quais conceitos entenderam melhor, ambos os grupos apresentaram uma tendência clara: **a força gravitacional e a gravidade foram os temas mais assimilados.**

No Grupo 1, a maioria dos alunos destacou a força gravitacional e a gravidade como os conceitos de Física mais bem compreendidos durante o jogo. Apenas um aluno mencionou as órbitas planetárias, e dois citaram conteúdos relacionados à cinemática e às Leis de Newton, o que indica uma concentração maior nas ideias ligadas à gravitação. Já no Grupo 2, sete alunos também apontaram a gravidade e a força gravitacional como os principais aprendizados, mas, de modo geral, as respostas foram mais variadas. Alguns estudantes mencionaram as Leis de Newton, enquanto outros citaram o Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) e a relação entre força e massa, sugerindo uma compreensão mais distribuída entre diferentes conceitos da Física.

Embora a gravitação tenha sido o conceito mais absorvido pelos dois grupos, o Grupo 2 demonstrou um pouco mais de dificuldade para identificar o aprendizado, com 11 alunos afirmando que não souberam responder. Isso sugere que a compreensão foi mais intuitiva do que verbalizada, ou que o jogo poderia ter explorado esses conceitos de maneira mais explícita.

III. Aprendizados Sobre Cinemática, Dinâmica e Gravitação

Nas respostas sobre o que os alunos aprenderam enquanto jogavam, observa-se um padrão semelhante entre os grupos: alguns alunos conseguiram identificar conceitos específicos, enquanto outros tiveram dificuldade para explicar o aprendizado.

No Grupo 1, os principais conceitos mencionados pelos alunos como aprendidos durante o jogo foram força gravitacional, órbitas elípticas e a rotação dos planetas. No entanto, 13 estudantes não souberam explicar claramente o que aprenderam, o que evidencia uma certa dificuldade em articular o conhecimento adquirido ao longo da atividade. Já no Grupo 2, as respostas apresentaram um pouco mais de variedade, incluindo temas como gravitação universal, força e aceleração, além da atração gravitacional. Ainda assim, a maioria dos alunos também demonstrou dificuldades para expressar de forma clara o que conseguiram compreender, o que aponta para a importância de momentos de sistematização do conteúdo após a atividade lúdica.

Esse padrão sugere que, embora o jogo tenha facilitado o contato com os conceitos de física, muitos alunos ainda enfrentam desafios na construção de uma

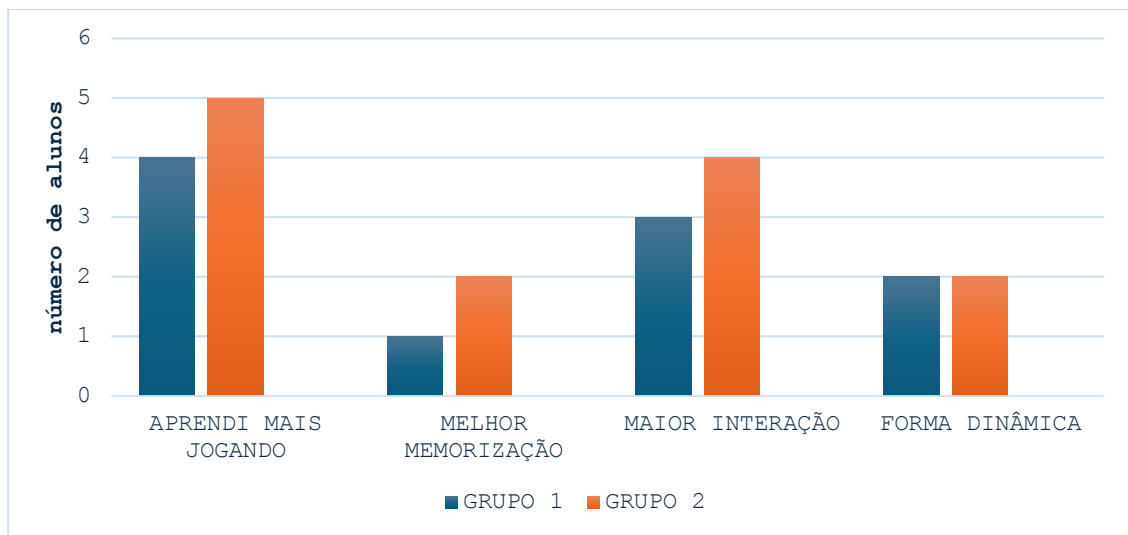
narrativa clara sobre o aprendizado. Isso reforça a importância de atividades complementares, como discussões pós-jogo ou exercícios reflexivos.

IV. O Jogo Como Ferramenta de Aprendizado

Quando perguntados se acreditavam que o jogo ajudava no aprendizado, ambos os grupos responderam majoritariamente de forma positiva, mas com justificativas um pouco diferentes:

No Grupo 1, as respostas dos alunos enfatizaram principalmente a percepção de que o jogo contribuiu para tornar a aprendizagem mais dinâmica, facilitando a memorização dos conteúdos e promovendo maior engajamento durante a atividade. Já no Grupo 2, as justificativas apresentaram uma variedade maior de pontos de vista. Os alunos destacaram o fator diversão, a interação entre os colegas e o estímulo ao raciocínio como aspectos positivos que fizeram com que o jogo fosse não apenas educativo, mas também agradável e estimulante.

Gráfico 12: Jogo de tabuleiro como ferramenta de Aprendizado.



Fonte: Autoria própria (2025).

Essa diferença sugere que o Grupo 1 teve uma visão mais voltada para o benefício educacional do jogo, enquanto o Grupo 2 percebeu um equilíbrio entre aprendizado e entretenimento.

V. Avaliação Geral do Jogo

Na avaliação final, a maioria dos alunos de ambos os grupos atribuiu notas altas ao jogo, confirmando sua recepção positiva. Demonstraram que o jogo foi bem aceito pelos estudantes, proporcionando uma experiência envolvente e eficaz no

aprendizado da Física. A alta pontuação atribuída por ambos os grupos reflete o impacto positivo da abordagem lúdica no ensino, reforçando a ideia de que a gamificação pode ser uma ferramenta valiosa para a educação.

5.2 Contribuição do jogo na compreensão dos conceitos de gravitação, cinemática e dinâmica.

Análise do Desempenho dos Grupos 1 e 2

Os dois grupos de estudantes que participaram do jogo Forças do Universo, respondendo a cartas de três áreas da física: Cinemática, Dinâmica e Gravitação. O desempenho foi analisado com base no número de acertos e erros, ajudando a entender como o jogo contribuiu para a aprendizagem.

5.2.1 Levantamento Geral de Respostas

Cada grupo teve um número total de respostas diferentes, o que já era esperado considerando a quantidade de alunos e pela dinâmica do jogo.

Tabela 1: Acertos e erros de cada grupo.

Grupo	Acertos	Erros	Total de Respostas
Grupo 1 (16 alunos)	66	54	120
Grupo 2 (23 alunos)	84	82	166

Fonte: Autoria própria (2025)

Podemos ver que o Grupo 2 respondeu mais perguntas (166 contra 120 do Grupo 1), o que já era esperado, pois tinham mais alunos e mais equipes. No entanto, isso não significa necessariamente um melhor desempenho.

5.2.2 Taxa de Aproveitamento

Para entender melhor a eficiência de cada grupo, calculamos o **aproveitamento**, que representa a porcentagem de acertos em relação ao total de respostas.

Fórmula:

$$\text{aproveitamento} = \left(\frac{\text{acertos}}{\text{total de respostas}} \times 100 \right)$$

Aplicando os dados:

- **Grupo 1:** $\frac{66}{120} \times 100 = 55\%$ de aproveitamento
- **Grupo 2:** $\frac{84}{166} \times 100 = 50.6\%$ de aproveitamento

O Grupo 1 teve um aproveitamento ligeiramente superior (55%) em relação ao Grupo 2 (50%). Isso sugere que os alunos do Grupo 1 podem ter sido mais cuidadosos ao responder, enquanto o Grupo 2 pode ter se concentrado mais na rapidez, resultando em mais erros. Vale destacar que o Grupo 1 era composto por estudantes que estavam finalizando o 3º ano do ensino médio, enquanto o Grupo 2 era formado por alunos que estavam ingressando nessa etapa, o que pode ter influenciado no desempenho observado.

5.2.3 Desempenho por tipo de questão

A separação dos acertos e erros por área do conhecimento (Cinemática, Dinâmica e Gravitação) nos ajuda a entender quais conceitos foram mais assimilados pelos alunos e quais ainda representam desafios.

Grupo 1:

Tabela 2: Erros e acertos por área (grupo 1)

Conceitos	Erros	Acertos	% Erros	% Acertos
Cinemática	25	18	58,14%	41,86%
Dinâmica	15	24	38,46%	61,54%
Gravitação	14	24	36,84%	63,16%

Fonte: Autoria própria (2025).

Grupo 2

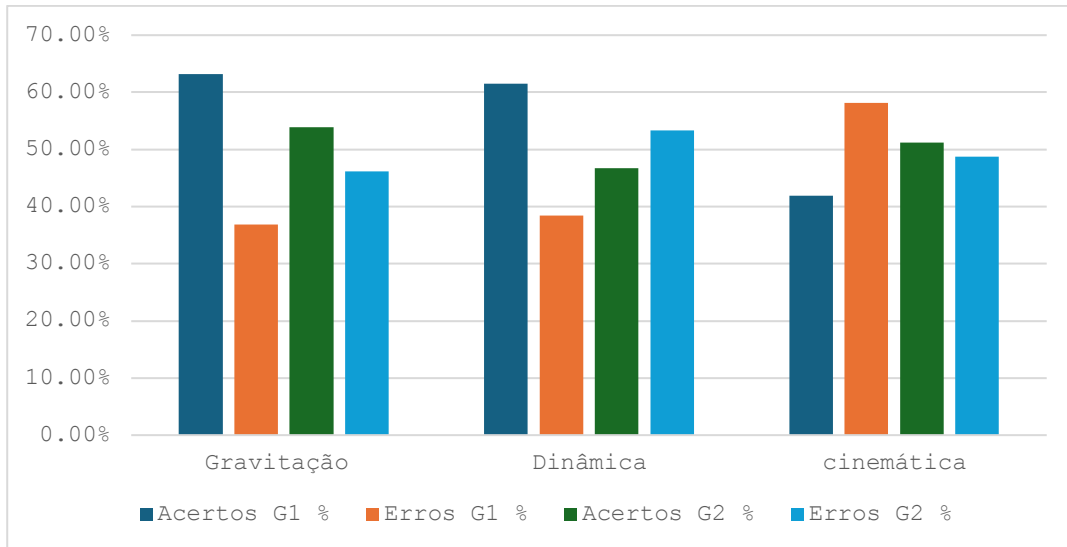
Tabela 3: Erros e acertos por área (Grupo 2).

Conceitos	Erros	Acertos	% erros	% Acertos
Cinemática	20	21	48,78%	51,22%
Dinâmica	32	28	53,33%	46,67%
Gravitação	30	35	46,15%	53,85%

Fonte: Autoria própria (2025).

Analizando os dados

Gráfico 13: Acertos e erros por área.



Fonte: Autoria própria (2025).

A partir da análise percentual dos acertos e erros por área do conhecimento, observam-se algumas distinções importantes entre os grupos participantes. No que se refere ao tema **Gravitação**, ambos os grupos demonstraram bom desempenho, com uma predominância de acertos em relação aos erros, fato que se relaciona diretamente à motivação despertada pelo tema e pela aula introdutória ministrada antes da aplicação do jogo. Essa antecipação de conteúdos está em consonância com a teoria de Ausubel [3], que enfatiza a importância de ativar os conhecimentos prévios como subsunçores para a nova aprendizagem.

Por outro lado, em **Dinâmica**, nota-se um desempenho discrepante entre os grupos. O Grupo 1 apresentou elevado percentual de acertos, superando os erros, o que indica uma boa compreensão do conteúdo. Já o Grupo 2 obteve uma taxa de erros superior à de acertos, revelando dificuldades na apropriação dos conceitos dessa área. Tal resultado aponta para a necessidade de reforçar esse conteúdo, considerando a defasagem natural do ensino médio e a dificuldade de retenção quando o assunto não é revisitado, como destacou Werbach e Hunter [15], ao enfatizar que o envolvimento contínuo é essencial para a consolidação da aprendizagem.

Em relação à **Cinemática**, os resultados também são distintos. O Grupo 2 demonstrou um desempenho equilibrado entre acertos e erros, o que pode indicar uma compreensão parcial ou mediana do conteúdo. Já o Grupo 1 apresentou um percentual de erros consideravelmente maior, evidenciando maior dificuldade na compreensão dos conceitos cinemáticos.

Dessa forma, os dados obtidos por meio da atividade lúdico pedagógica apontam para a importância de um diagnóstico contínuo do aprendizado, a fim de que estratégias metodológicas mais eficazes possam ser aplicadas, respeitando as especificidades e os ritmos de aprendizagem de cada grupo.

O que podemos aprender com esses resultados?

- Gravitação foi o conceito mais bem assimilado por ambos os grupos, possivelmente por ser um tema que desperta mais curiosidade.
- Dinâmica foi o maior desafio, indicando que conceitos como forças e movimento podem exigir reforço no ensino.

O jogo de tabuleiro se mostrou uma ferramenta valiosa para o aprendizado, tornando os conceitos físicos aqui abordados, mais interativos e envolventes. Apesar dos desafios, os alunos conseguiram absorver conceitos importantes, especialmente de Gravitação. O Grupo 1 obteve um aproveitamento de 55%, enquanto o Grupo 2 ficou com 50%. Esses resultados mostram que há espaço para aprimorar a abordagem do jogo, mas também confirmam seu potencial como estratégia pedagógica.

5.3 Percepções dos alunos e impacto do jogo

Ao final das partidas, muitos estudantes relataram que se sentiram mais confiantes em relação aos conteúdos e demonstraram interesse em jogar novamente. A partir das observações coletadas durante a aplicação, foi possível identificar dificuldades específicas de alguns alunos, permitindo ajustes no jogo para reforçar conteúdos menos mencionados e torná-lo uma ferramenta de ensino ainda mais eficaz. Esse processo de adaptação contínua é essencial para garantir que o jogo cumpra seu propósito pedagógico, transformando o aprendizado da Física em uma experiência interativa e colaborativa, fator essencial para a aprendizagem significativa, conforme defende Ausubel [3].

Figura 20: Alunos respondendo os questionários.



Fonte: Autoria própria (2025).

5.4 Análise das respostas dos participantes

Durante a análise dos resultados, ficou evidente um desempenho variado dos alunos nos temas abordados. Apesar de não terem tido aulas específicas sobre gravitação no ensino médio devido à falta de tempo e ao fato de a gravitação newtoniana geralmente ser pouco explorada no currículo tradicional, surpreendentemente, as questões desse tema foram as que tiveram maior índice de acertos juntamente com as questões de cinemática. Reforçando a importância de estratégias como a gamificação para tornar o aprendizado mais acessível e conectado à realidade dos estudantes Plataforma AZ [5].

Esse bom desempenho pode ser explicado pela aula introdutória de gravitação universal que ofereci antes de aplicar o jogo, onde os conceitos de gravitação foram apresentados de forma clara e interativa. Além disso, o formato do jogo contribuiu para tornar o aprendizado mais acessível e interessante, facilitando a compreensão dos conteúdos.

Em contraste, nas questões sobre dinâmica, que também é ensinada no primeiro ano do ensino médio, o índice de acertos foi menor. Isso pode estar relacionado ao fato de que, embora os alunos já tenham estudado o tema, ele não foi revisado recentemente, dificultando a retenção e aplicação dos conceitos.

Esses resultados mostram como o jogo de tabuleiro pode ser eficaz tanto para relembrar conteúdos já estudados quanto para introduzir novos temas de maneira significativa e marcante.

5.5 Análise dos desempenhos dos participantes.

O desempenho dos alunos foi avaliado por meio de um questionário que combinou abordagens qualitativas e quantitativas, permitindo uma análise mais completa sobre a efetividade do jogo Forças do Universo no aprendizado de Física.

5.6 Feedback dos alunos e professores sobre a efetividade do jogo

Os feedbacks dos alunos foram muito valiosos para entender o impacto do jogo de tabuleiro no aprendizado. Muitos destacaram que o tema da gravitação universal foi o que mais chamou a atenção, tornando a experiência ainda mais interessante e instigante. Além disso, vários participantes mencionaram que conseguiram lembrar dos conceitos de cinemática, dinâmica e gravitação, especialmente das Leis de Newton. A maioria dos alunos apreciou as perguntas do jogo, pois sentiram que era uma forma divertida e interativa de aprender. O elemento lúdico, combinado com a necessidade de raciocinar e discutir as respostas, contribuiu significativamente para a assimilação dos conteúdos.

um dos alunos compartilhou sua experiência: *"Aprendi muito, porque quando eu errava, podia ler a resposta correta e entender onde estava meu erro. Principalmente quando era minha vez de fazer perguntas para os colegas, isso me ajudava a ler e aprender ainda mais."*

Esse relato evidencia como o jogo não apenas testou o conhecimento dos alunos, mas também os ajudou a consolidar e revisar os conteúdos de maneira dinâmica e colaborativa. As falas dos alunos, como a do estudante Kleyton, que ressaltou o aprendizado proporcionado pela correção das respostas e pelas interações com os colegas, refletem o papel do **feedback constante**, conforme destacado por Kapp [16]. O feedback contínuo e imediato é essencial não apenas para corrigir erros, mas também para reforçar o aprendizado, motivando os alunos a persistirem nas atividades. Os professores também demonstraram satisfação com o jogo.

A professora regente comentou: *"Esse jogo é muito bom e pode ser uma ferramenta útil, pois permite modificar as perguntas e avaliar cada aluno de maneira diferente."* Esse aspecto de flexibilidade do jogo foi destacado como um ponto positivo, já que ele pode ser adaptado conforme a necessidade da turma e do conteúdo a ser revisado.

Além disso, a participação ativa dos alunos e o engajamento demonstrado durante as partidas reforçam o potencial do “Forças do Universo” como um recurso didático eficaz para tornar o ensino da Física mais acessível e envolvente.

5.7 Avaliação geral do jogo

As análises qualitativa e quantitativa realizadas confirmaram que a aplicação do jogo *Forças do Universo* promoveu não apenas a memorização, mas também a compreensão dos conceitos físicos, além de incentivar a participação ativa e o trabalho colaborativo entre os alunos. Conforme destaca Gil [35], a análise mista que integra dados objetivos e percepções subjetivas possibilita uma visão mais ampla e aprofundada do fenômeno estudado, especialmente em contextos educacionais.

A avaliação final, considerando ambos os grupos, indicou que a maioria dos participantes atribuiu notas elevadas ao jogo, com médias acima de 9. Esses resultados sugerem que:

- a. **Engajamento e motivação** – A dinâmica lúdica manteve os alunos ativos e interessados do início ao fim;
- b. **Clareza de regras e mecânicas** – O funcionamento do tabuleiro e das casas especiais foi compreendido sem grandes dificuldades, evitando frustrações;
- c. **Percepção de utilidade pedagógica** – Os estudantes não o viram apenas como um passatempo, mas como uma estratégia que realmente os ajudou a revisar e consolidar conceitos de Física.

Do ponto de vista didático, essa avaliação reforça o potencial do jogo como recurso a ser incorporado em aulas de revisão ou em momentos de diagnóstico de aprendizagem. A elevada aprovação oferece respaldo para futuras adaptações ou expansões do jogo, já contando com a aceitação expressiva do público-alvo.

A comparação entre os dois grupos revelou que o jogo atingiu seu objetivo principal: tornar o aprendizado da Física mais acessível, dinâmico e envolvente. Essa constatação vai ao encontro do que afirmam Werbach e Hunter [14], ao destacarem que a gamificação, quando bem estruturada, atua como catalisadora da aprendizagem, incentivando a autonomia e o protagonismo dos alunos..

I. Pontos fortes do jogo:

- Alto engajamento dos alunos;
- Ênfase na aprendizagem colaborativa;
- Interesse especial pelos desafios das perguntas;
- Fortalecimento do entendimento sobre gravitação;
- Elevada aceitação e boas avaliações gerais.

II. Desafios observados:

- Alguns alunos tiveram dificuldade para expressar claramente o que aprenderam;
- O jogo foi mais eficiente na fixação de conceitos de gravitação do que de cinemática e dinâmica;
- Diferenças na percepção do jogo entre os grupos podem indicar que algumas turmas necessitam de mais apoio pedagógico pós-jogo para consolidar os conceitos.

A partir dessas observações, seria interessante complementar a aplicação do jogo com estratégias como:

1. Atividades escritas que incentivem a reflexão sobre os conceitos abordados;
2. Pequenos ajustes para reforçar conteúdos menos mencionados.

No geral, a comparação entre os grupos mostra que o jogo foi bem-sucedido em promover o aprendizado e a interação, mas há espaço para otimizações na forma como os conceitos são consolidados após a experiência lúdica.

6 CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou o desenvolvimento e a aplicação do jogo de tabuleiro Forças do Universo como uma estratégia metodológica inovadora para o ensino de Física no Ensino Médio, com foco na promoção da aprendizagem significativa e no despertar do interesse dos alunos pelos conteúdos de cinemática, dinâmica e gravitação.

A aplicação do jogo em sala de aula revelou que quando o aluno é colocado como protagonista do seu processo de aprendizagem, ele se envolve mais ativamente, compartilha saberes, reflete sobre os erros, colabora com os colegas e, sobretudo, aprende com mais sentido. Foi gratificante perceber que muitos estudantes, ao jogarem, conseguiam resgatar conhecimentos do primeiro ano, conectando-os aos desafios propostos no tabuleiro. Isso evidencia que o uso do lúdico não apenas motiva, mas também favorece a aprendizagem significativa, conforme propõe a teoria de Ausubel.

Outro ponto importante foi perceber como o jogo promoveu momentos de interação, trocas e cooperação entre os alunos. A dinâmica das partidas, as casas especiais e as perguntas desafiadoras estimularam não apenas o raciocínio lógico, mas também a capacidade de escuta e argumentação dos mesmos. A sala de aula se transformou em um espaço mais leve, acolhedor e estimulante, onde o erro foi compreendido como parte natural do processo de aprendizagem.

De maneira geral, a experiência indicou que a gamificação pode ser uma ferramenta pedagógica eficaz, desde que bem planejada e alinhada a uma base teórica consistente. A proposta apresentada não tem a intenção de substituir o ensino tradicional, mas de enriquecer e diversificar as práticas pedagógicas, tornando o conhecimento mais acessível, atrativo e conectado à realidade dos estudantes. Assim, o jogo *Forças do Universo* demonstrou seu potencial para contribuir com uma formação mais significativa e transformadora, reafirmando que aprender pode e deve ser também uma experiência prazerosa e divertida.

Como possibilidade de continuidade, recomenda-se que o jogo *Forças do Universo* seja adaptado a diferentes conteúdos de física, explorando também temas

como termologia, óptica e eletricidade e seja aplicado em distintos contextos escolares, incluindo turmas de primeiro ano e segundo ano do ensino médio. Além disso, futuras práticas pedagógicas podem combinar o uso de jogos com outras metodologias ativas, como projetos interdisciplinares, com o propósito de ampliar o engajamento dos alunos e favorecer a aprendizagem significativa. Também se sugere que novas pesquisas sejam realizadas para avaliar o impacto da gamificação em diferentes contextos escolares, considerando as especificidades de cada turma e realidade educacional.

REFERÊNCIAS

- [1] CACHAPUZ, António; GIL-PÉREZ, Daniel; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de; PRAIA, João; VILCHES, Amparo. *A necessária renovação do ensino das ciências*. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2005.
- [2] NASCIMENTO, Tiago Lessa do. *Repensando o ensino da Física no ensino médio*. 2010. 56 f. Monografia (Licenciatura Plena em Física) — Universidade Estadual do Ceará, Faculdade de Educação, Ciências e Letras do Sertão Central, Quixadá, 2010.
- [3] AUSUBEL, D. P. *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Lisboa: Plátano, 2003.
- [4] FREIRE, Paulo. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- [5] PLATAFORMAAZ. *Gamificação na educação: saiba qual é a melhor*. Disponível em: <https://blog.plataformaaz.com.br/gamificacao-como-escolher/>.
- [6] CARVALHO, Maria Vilani de; MATOS, Kelma Socorro Lopes de. *Psicologia da educação*. 3. ed. Fortaleza: [s. n.], 2021.
- [7] AUSUBEL, David Paul. *Educational psychology: a cognitive view*. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.
- [8] FREITAS, Márcia de Fátima Rabello Lovisi de; PINTO, Rosângela de Oliveira; FERRONATO, Raquel Franco. *Psicologia da educação e da aprendizagem*. São Paulo: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2016.
- [9] FONSECA, João Ferreira. A ludicidade como estratégia no ensino de física no ensino fundamental. 2021. 168 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Naturais) – Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2021.
- [10] SAVI, Rafael; ULBRICHT, Vania Ribas. Jogos digitais educacionais: benefícios e desafios. *RENOTE*, Porto Alegre, v. 6, n. 1, 2008. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/14405>.
- [11] DETERDING, Sebastian et al. From game design elements to gamefulness: defining “gamification”. In: *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: envisioning future media environments*. New York: ACM, 2011. p. 9–15.
- [12] BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular: ensino médio*. Brasília, DF: MEC, 2018. Disponível em: https://www.gov.br/mec/pt-br/cne/bncc_ensino_medio.pdf.
- [13] TOURINHO FILHO, Humberto Luiz de Araújo. Gamificação no ensino superior: o erro como ferramenta de aprendizado. *Jornal da USP*, São Paulo, 18 jun. 2020. Disponível em: <https://jornal.usp.br/artigos/gamificacao-no-ensino-superior-o-erro-como-ferramenta-de-aprendizado/>.
- [14] WERBACH, Kevin; HUNTER, Dan. *For the win: how game thinking can revolutionize your business*. Philadelphia: Wharton Digital Press, 2012.
- [15] HATTIE, John; TIMPERLEY, Helen. The power of feedback. *Review of Educational Research*, v. 77, n. 1, p. 81–112, 2007.

- [16] KAPP, Karl M. *The gamification of learning and instruction: game-based methods and strategies for training and education*. San Francisco: Pfeiffer, 2012.
- [17] YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. *Física 1*. São Paulo: Addison Wesley, 2008.
- [18] BRASIL ESCOLA. Movimento circular. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/movimento-circular.htm>.
- [19] CARIBE, Euler. 07 – Dinâmica: segunda lei de Newton. *Euler Caribe Blog*, 22 ago. 2016. Disponível em: <https://eulercaribe.blogspot.com/2016/08/07-dinamica-segunda-lei-de-newton.html>.
- [20] PREPARA ENEM. Terceira lei de Newton – Ação e Reação. Disponível em: <https://www.preparaenem.com/fisica/terceira-lei-newton.htm>.
- [21] RESPONDE AÍ. Livro de exercícios – Física. Disponível em: <https://arquivos.respondeai.com.br/seo-mirror/book-exercise/2023/5cd31d78-c5d6-4261-853f-d58997fd0c93.webp>.
- [22] PREPARA ENEM. Representação gráfica da lei de Hooke. Disponível em: <https://www.preparaenem.com/fisica/representacao-grafica-lei-hooke.htm>.
- [23] YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. *Física 2*. São Paulo: Addison Wesley, 2008.
- [24] TOSSATO, Claudemir Roque. Tycho Brahe e a precisão das observações astronômicas. *Intelligere, Revista de História Intelectual*, n. 13, p. 92-112, 2022. Disponível em: <http://revistas.usp.br/revistaintelligere>
- [25] NASA. *Planetary Fact Sheet – Metric*. Disponível em: <https://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/factsheet/>.
- [26] LIFEDER. Leis de Kepler. 2020. Disponível em: <https://www.lifeder.com/wp-content/uploads/2020/03/kepler-4-300x100.jpg>.
- [27] KOYRÉ, Alexandre. *Do mundo fechado ao universo infinito*. 4. ed. São Paulo: Forense Universitária, 2001.
- [28] MUNDO EDUCAÇÃO. Segunda lei de Kepler. *Mundo Educação*, [s.d.]. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/segunda-lei-de-kepler.htm>.
- [29] GO CONQR. Leis de Kepler. Disponível em: <https://www.goconqr.com/mapa-mental/27091859/leis-de-kepler>.
- [30] KUADRO. Imagem sobre peso aparente e rotação da Terra. Disponível em: <https://kuadrostatic.storage.googleapis.com/8e58aeade4e34c05be9d9d89ac967627>.
- [31] PPLWARE. Imagem de buraco negro resulta em prêmio de 2,7 milhões de euros. 2024. Disponível em: <https://pplware.sapo.pt/ciencia/imagem-de-buraco-negro-resulta-em-premio-de-27-milhoes-de-euros>.
- [32] ARTENAREDE. O buraco negro na arte. *ArtenaRede*, 2023. Disponível em: <http://www.artenarede.com/o-buraco-negro-na-arte/>.
- [33] CANVA. Gráficos. Disponível em: https://www.canva.com/pt_br/graficos/.
- [34] ESCOLASDISRUPTIVAS. Plano de aula com gamificação. Disponível em: <https://escolasdisruptivas.com.br/glossario/plano-de-aula-com-gamificacao/>.
- [35] GIL, Antonio Carlos. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

APÊNDICE A – questionário

Questionário – "Forças do Universo"

Nome: _____

Turma: _____

Olá, estudante!

Esperamos que você tenha se divertido e aprendido bastante com o jogo "Forças do Universo". Este questionário é uma oportunidade para você compartilhar sua experiência.

1. Como você se sentiu jogando

"Forças do Universo"?

- Foi divertido e ajudou a aprender.
 Foi interessante, mas difícil em alguns momentos.
 Não gostei muito, prefiro outras formas de aprender.
 Outro (explique):

2. Qual foi a parte do jogo que

Acelerador de Partícula

Buraco de Minhoca

Força de Maré

Por quê?

5. Que conceito de Física você acha que entendeu melhor com o jogo?

6. O que você aprendeu sobre cinemática, dinâmica ou gravitação enquanto jogava?

7. Você acha que usar jogos ajuda mais no aprendizado? Por quê?

APÊNDICE B – Regras do jogo

REGRAS DO JOGO: FORÇAS DO UNIVERSO

Objetivo:

Avançar pelo tabuleiro respondendo perguntas e enfrentando desafios até chegar ao final, integrando aprendizado e diversão.

Dinâmica Geral:

1. **Movimentação:** Os jogadores lançam o dado e avançam no tabuleiro de acordo com o número obtido.
2. **Quem faz as perguntas:** as perguntas serão feitas pelo próximo jogador e assim por diante. As respostas estão em **negrito**.
3. **Casas com Perguntas:** Ao cair em uma casa de pergunta, VERMELHO, AMARELA OU ROXA o jogador deve responder corretamente para jogar novamente o jogo e avançar. Se errar, permanece na mesma posição.
4. **Casas Especiais:** O tabuleiro inclui casas com efeitos únicos, que adicionam desafios e surpresas ao jogo.

Casas Especiais:

- **Casa 5 – Buraco Negro:**

Representação: O buraco negro é uma região do espaço onde a gravidade é tão intensa que nada, nem mesmo a luz, pode escapar. Ao cair aqui, o jogador é sugado de volta ao início, simbolizando a incapacidade de escapar da atração gravitacional extrema.

- O jogador é sugado pelo buraco negro e volta ao início do tabuleiro.

- **Casa 7 – Zona de Teletransporte:**

Representação: Inspirada pela ideia de viagens quânticas ou dobras espaciais, essa zona simboliza um portal que permite saltos instantâneos no espaço. Ao cair aqui, o jogador é transportado para a **Casa 13**, representando a quebra das limitações de deslocamento tradicional.

- O jogador se teletransporta diretamente para a **Casa 13** e enfrenta um desafio extra.

- **Casa 10 e 35 – Foguete Defeituoso:**

Representação: Um foguete defeituoso simboliza falhas tecnológicas em missões espaciais. A pane força o jogador a recuar **2 casas**, representando a necessidade de corrigir problemas técnicos antes de prosseguir.

- O foguete falha, e o jogador recua **3 casas**.

- **Casa 16 – Planeta Gasoso:**

Representação: Os planetas gasosos, como Júpiter e Saturno, têm atmosferas densas e caóticas que dificultam a navegação. Ao cair aqui, o jogador perde **uma rodada**, simbolizando o esforço necessário para escapar da resistência atmosférica.

- A densa atmosfera do planeta gasoso atrapalha o jogador, que perde **uma rodada**.

- **Casa 18 – Acelerador de Partícula:**

Representação: Um acelerador de partículas é uma máquina que impulsiona partículas a velocidades altíssimas, simulando condições extremas. Ao passar por essa casa, o jogador avança **1 casa** adicional, simbolizando o impulso gerado pelo aumento de energia cinética.

- O jogador recebe um impulso e avança **1 casa** adicional.

- **Casa 22 – Buraco de Minhoca:**

Representação: Um buraco de minhoca é uma hipotética ponte no espaço-tempo que conecta dois pontos distantes do universo.

Ao cair nesta casa, o jogador rola o dado novamente:

- Se o número obtido for **par**, avança **2 casas**.
- Se o número obtido for **ímpar**, recua **2 casas**.

- **Casa 27 – Força de Maré:**

Representação: Representa a influência gravitacional de um objeto massivo que causa diferenças de força em diferentes partes de um corpo. O jogador pode:

- Voltar até a casa **roxa anterior**, simbolizando uma retração gravitacional.
- Permanecer na casa atual, mas **perder uma rodada** para "recuperar a trajetória", como se corrigisse a influência da força de maré.

Vencedor:

Ganha o jogador que alcançar a última casa do tabuleiro primeiro, superando os desafios e respondendo corretamente às perguntas.