

FÍSICA EM JOGOS DIGITAIS

PHYSICS IN DIGITAL GAMES

Leonardo Pastori Noveli – lyonpast.business@gmail.com
 Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga (Fatec) – Taquaritinga – SP – Brasil

João de Lucca Filho – joaodelucca@terra.com.br
 Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga (Fatec) – Taquaritinga – SP – Brasil

DOI: 10.31510/infa.v21i2.2071
 Data de submissão: 25/09/2024
 Data do aceite: 23/11/2024
 Data da publicação: 20/12/2024

RESUMO

O objetivo deste artigo é explorar e elaborar conceitos sobre como os princípios da física do mundo real podem ser aplicados ao desenvolvimento de jogos digitais, proporcionando maiorrealismo e imersão. A pesquisa tem como objetivo descrever e apresentar métodos simples e eficazes para aplicações das leis da física em ambientes de desenvolvimento de jogos através de exemplos e técnicas básicas. O estudo demonstra como as simulações de fenômenos físicos como gravidade, colisões e movimentos, podem ser desenvolvidas de forma prática utilizando como exemplo a física newtoniana e métodos desenvolvidos pelo próprio autor. Os resultados demonstram a relevância da física no design de jogos, mostrando que o uso da física aumenta a qualidade da experiência dos jogadores, tornando-a mais envolvente e dinâmica. Portanto, o uso adequado da física é essencial para conseguir maisrealismo e imersão em jogos com maior profundidade.

Palavras-chave: Física em Jogos Digitais, Gravidade em Jogos Digitais, Colisões em Jogos Digitais, Desenvolvimento de Jogos Digitais, Jogos Digitais.

ABSTRACT

The objective of this article is to explore and elaborate concepts on how real-world physics principles can be applied to the development of digital games, providing greater realism and immersion. The research aims to describe and present simple and effective methods for applying the laws of physics in game development environments through examples and basic techniques. The study demonstrates how simulations of physical phenomena such as gravity, collisions and movements can be developed in a practical way using Newtonian physics as an example and methods developed by the author himself. The results demonstrate the relevance of physics in game design, showing that the use of physics increases the quality of the players' experience, making it more immersive and dynamic. Therefore, the appropriate use of physics is essential to achieve more realism and immersion in games with greater depth.

Keywords: Physics in Digital Games, Gravity in Digital Games, Collisions in Digital Games, Digital Game Development, Digital Games.

1 INTRODUÇÃO

Uma área muito importante onde os desenvolvedores de jogos digitais podem melhorar a experiência e o realismo em termos de imersão e suas propostas de enredo é considerar as respostas no mundo virtual aplicando a física newtoniana. Nesse sentido, eles percebem cada vez mais o quanto importante é utilizar e aplicar esses conceitos em projetos e jogos digitais. Este artigo explorará estratégias e métodos para aplicar a física ao desenvolvimento de jogos, apresentando a implementação eficiente de fenômenos físicos básicos como gravidade, força e colisão. (IPACS, 2023)

Historicamente, devido às limitações tecnológicas, os jogos digitais têm utilizado uma física simplificada. Mas isso está mudando devido aos avanços no poder de processamento e à criação de mecanismos físicos complexos. Hoje, interações realistas são simuladas em jogos com algoritmos complexos, fazendo com que os jogadores sintam que tudo no jogo se comporta naturalmente. Isso proporciona um ambiente mais dinâmico e envolvente, que não só melhora o visual, mas também aumenta a qualidade desses jogos. (FERNADES, 2021)

Por fim, este artigo pretende demonstrar que o uso da física é uma parte essencial do desenvolvimento de jogos digitais.

2 IMPORTÂNCIA DA FÍSICA NOS JOGOS DIGITAIS

2.1 Melhorias no Realismo

O conceito fornecido pela física permite simular o comportamento e a interação de objetos naturais no mundo dos jogos digitais. Por exemplo, a gravidade realista e a mecânica da colisão reproduzem um cenário do mundo real, o que aumentará o envolvimento e a sua interação do usuário com o jogo. (MILNER; NASRI e DIAS, 2022).

Com base na experiência do autor, em jogos de tiro em primeira pessoa (FPS), a destruição realista de paredes e objetos cria uma sensação de impacto e resultado que intensifica a adrenalina dos usuários durante as partidas. Isso permite que eles se sintam verdadeiramente imersos no mundo do jogo, explorando e interagindo de maneira significativa. Esse sentido é essencial para manter o interesse do usuário ou público para nesses jogos.

2.2 Aumento da Interatividade

Os personagens, objetos e recursos podem interagir com o ambiente de forma mais dinâmica através da aplicação da física. Para interagir de forma significativa com o mundo, os jogadores podem manipular objetos e experimentar dinâmicas de movimento realistas. O envolvimento do jogador aumenta como resultado desta interação, fazendo com que o mundo do jogo vivo e responsivo. (MILNER; NASRI e DIAS, 2022).

A física permite respostas mais realistas de elementos e objetos do ambiente com base nas ações do usuário e do personagem. Cria-se uma sensação de realismo, por exemplo, quando um jogador atira um objeto, sua direção, velocidade e impacto são calculados com base nas leis físicas programadas pelo projeto, como a gravidade e a resistência do ar. (MILNER; NASRI e DIAS, 2022).

Em resumo, o jogo torna-se mais detalhado e atrativo graças a sistemas desenvolvidos como a capacidade de quebrar objetos, destruir cenas e até ver como os fluidos reagem durante o decorrer da execução desse jogo devido a influência de determinados recursos.

2.3 Qualidade Visual

Jogos com simulações físicas realistas têm maior qualidade visual e são mais atraentes visualmente. A representação autêntica de fenômenos físicos, como ambientes destrutíveis ou dinâmica de fluidos, acrescenta emoção e profundidade, tornando o jogo mais agradável para os jogadores em geral. (BRAZIE, 2024).

Por exemplo, quando feito corretamente, replicar as propriedades de partículas como poeira, fumaça ou mesmo faíscas pode tornar uma cena de ação visualmente realista e imersiva. A forma como os objetos se desintegram ou os fluidos se espalham pelo cenário quando os jogadores entram em contato com eles e traz um visual mais realista que atrai os jogadores e os mantém interessados por mais tempo. (BRAZIE, 2024).

3 FUNCIONAMENTO

3.1 Física Utilizada em Jogos Digitais

Nos jogos digitais, a física é utilizada para aumentar o realismo e a interatividade do ambiente virtual, proporcionando assim aos jogadores uma experiência mais realista. Isso faz com que o ambiente pareça vivo, responsável e sensível ao mesmo tempo que permite que objetos e personagens interajam com ele de uma forma mais orgânica. Isso é visto no jogo e nos gráficos, onde são utilizados modelos físicos que proporcionam profundidade e emoções,

como a destruição do ambiente ou a movimentação de fluidos mencionada anteriormente. (CIANFA, 2014)

Tendo isso em vista, os jogadores podem alterar o ambiente ao seu redor de diferentes maneiras, a física também contribui para um maior nível de imersão, aumentando as oportunidades de inovação e exploração. Além disso, a integração de recurso visuais de última geração com a física melhora a qualidade visual, resultando em uma experiência visualmente agradável para os seus usuários. Para criar mundos mais dinâmicos, imersivos e visualmente realistas em jogos digitais, a física é um elemento crucial que ajuda a criar uma experiência de jogo mais envolvente e memorável.

A física nos jogos digitais não só aumenta o realismo e a imersão, mas também abre novas possibilidades para mecânicas de jogo criativas. Os desenvolvedores podem criar desafios e quebra-cabeças baseados na interação física, permitindo que objetos e personagens se comportem naturalmente. Os jogadores têm mais oportunidades de experimentar diversas estratégias e soluções inventivas graças a esta dinâmica de jogo, que aumenta os riscos e as recompensas. (CIANFA, 2014).

Nos jogos multiplayer, onde as interações em tempo real entre os jogadores e o ambiente se tornam mais dinâmicas e inesperadas, a física também é muito importante. Porém, para jogos multiplayer é muito importante que a física possa seja melhorada e otimizada para todos os usuários, para que o *delay* na conexão entre o usuário e o servidor do jogo não afete negativamente em suas experiências. Para tornar isso sistemas devem ser desenvolvidos e implementados e métodos para melhorar a qualidade dessas interações de forma global, para que erros sejam evitados e que o jogo tenha um *delay* de conexão cada vez menor. (BRAZIE, 2024).

3.2 A Física Desenvolvida em Jogos Digitais

De acordo com Cianfa (2014) e Neumann, Dion (2021), é possível perceber que existem muitos métodos, maneiras, formas e conceitos que podem ser utilizados para desenvolver e implementar a física em jogos digitais. Isso pode depender e variar muito dependendo dos requisitos e objetivos específicos do projeto como desenvolver esta tecnologia com base no tipo de experiência, gênero e o estilo de jogo que desejam produzir. A visão criativa e o tipo de jogabilidade que os desenvolvedores esperam oferecer proporcionar aos jogadores muitas vezes impactam a escolha da física apropriada para o projeto final.

Por exemplo, a física em jogos focados no realismo é muitas vezes projetada para replicar fielmente fenômenos do mundo real, tais como a forma como as coisas interagem, como as personagens se movem e como o ambiente reage às ações do usuário. (CIANFA, 2014), (NEUMANN; DION, 2021).

Tendo isso em vista, grau de complexidade para desenvolver o projeto final também será elevado dependendo da escolha do tipo de modelo e do método para desenvolver a física desejada para o projeto. Por exemplo, a física pode ser mais básica e comum em ações e interações imediatas e rápidas em projetos mais simples ou programas voltados para plataformas móveis.

E como consequência, projetos mais complexos voltados para jogos de PC ou consoles de última geração, podem ser desenvolvidas uma física extremamente complexa, com efeitos complexos como sistemas climáticos dinâmicos, simulação de líquidos e destruição de cenas em tempo real.

3.3 Desenvolvimento

Com base na experiência adquirida pelo autor ao longo do tempo, os métodos que serão abordados a seguir refletem uma análise prática e detalhada sobre o desenvolvimento de sistemas de física em jogos digitais. Essas abordagens foram desenvolvidas a partir da observação direta e experimentação contínua em projetos de diferentes níveis de complexidade pelo autor, o que permite uma visão geral sobre os desafios e soluções eficazes para implementar alguns dos conceitos da física de forma eficiente em jogos digitais.

Como a gravidade afeta diretamente a maneira como os objetos e personagens se movem no mundo do jogo, a simulação da gravidade é frequentemente o primeiro passo para o desenvolvimento prático da física em jogos digitais. A gravidade será responsável por controlar a aceleração vertical do objeto, fazendo com que ele caia mais rápido com base na intensidade da gravidade determinada pelo jogo. Na tentativa de imitar o comportamento da queda real, os objetos nesta simulação aceleraram gradativamente.

Para um sistema de gravidade mais detalhado, os desenvolvedores poderiam utilizar outros recursos que serão responsáveis por influenciar a velocidade dos objetos afetados pela gravidade, como densidade, peso, área de superfície e resistência do ar dos objetos.

A aplicação de forças aos objetos é uma consideração adicional importante. Personagens ou elementos do jogo podem exercer diversas formas de força sobre objetos para

causar movimento, deslocamento ou mudanças na trajetória à medida que interagem com o ambiente.

Este procedimento envolve a determinação das forças aplicadas em diferentes direções e em diferentes intensidades com base na ação do jogador, que pode incluir ventos, explosões ou colisão de objetos. Quando forças dinâmicas são aplicadas, um ambiente pode se tornar mais interativo, fazendo com que os objetos reajam de forma realista quando empurrados, puxados ou arremessados.

Para que seja possível, no caso de qualquer um desses eventos, será preciso determinar a força e a direção em que serão arremessados os objetos envolvidos. Em jogos 3D, por exemplo, será possível utilizar fórmulas e métodos como *Quaternions* e *Euler Angles* para poder determinar a orientação em que os objetos serão arremessados de acordo com cada evento.

Por último, mas não menos importante, será necessário criar um sistema de colisão que faça parte de uma interação realista entre o ambiente e os seus componentes e usuários. A colisão de objetos é um recurso essencial da física dos jogos digitais.

Uma das técnicas que determinado conceito pode ser introduzido e aplicado em um projeto será a utilização de cálculos nas áreas das faces dos polígonos que compõem cada objeto de acordo com as suas orientações neste plano 3D, permitindo a detecção de colisões. Com esta funcionalidade será possível identificar durante a execução do jogo, quando um objeto toca outro ou se essa colisão ocorrerá no próximo *frame* do jogo de acordo com cálculos matemáticos.

Além disso, um dos desafios na implementação deste método será a previsão de colisões no próximo *frame* do jogo, que exigirá cálculos de trajetória e velocidade para identificar a localização futura de cada objeto. Esta previsão elevará o esforço computacional e pode ser um desafio em aparelhos com menor capacidade de processamento, como plataformas móveis. Para minimizar essa questão, deve-se buscar um equilíbrio entre a exatidão e o desempenho.

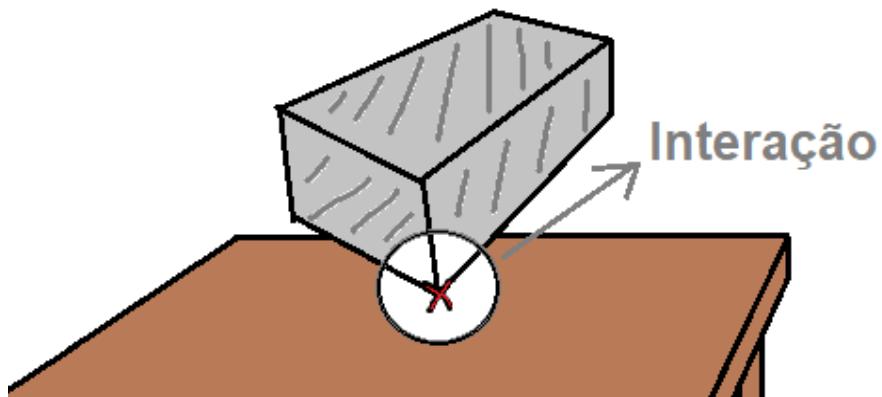
E com a aplicação desta técnica, será possível definir pelo sistema quais objetos irão possuir colisões a partir desse cálculo para que elas ocorram, isso permitirá ao sistema determinar a resposta definida e apropriada para cada objeto, caso ele não deva se mover, saltar ou deformar. Isso pode variar de acordo com cada material e objeto e no impacto.

Observando a Ilustração 1 como um exemplo de colisão entre dois objetos no espaço 3D. Considere “ $V = (0,5,0)$ ” a velocidade com que o objeto cinza colidiu com o outro objeto

abaixo com o efeito da gravidade reproduzido de acordo com as coordenadas 3D, “Y” é o eixo vertical no qual o objeto cinza está caindo que tem o valor de “5” como velocidade vertical.

Ilustração 1 - Colisão de Objetos

$$V=(0,5,0)$$



Fonte: Criação do Autor.

No exemplo, para que sejam utilizados e aplicados ao objeto cinza os recursos de físicos mencionados anteriormente, será necessário calcular a área das faces que constituem os polígonos dos dois objetos para identificar a sua colisão e a localização, para que o sistema previna que os objetos passem entre eles, este é o conceito da colisão.

Um outro desafio importante a ser considerado será a exatidão das respostas com as colisões, levando em conta as características físicas dos materiais. Por exemplo, itens como metal ou madeira, requerem respostas diferentes com o impacto, como deformações e interrupções no movimento. Isso exige um sistema dinâmico que possa adaptar as consequências de acordo com as propriedades do material e o tipo de interação, o que elevará a complexidade do desenvolvimento desse recurso.

Quanto ao conceito de aplicação de força, o ponto de colisão da figura pode ser utilizado para aplicar uma força naquele ponto aos dois objetos, o que consequentemente fará com que a velocidade do objeto cinza seja distribuída para o outro objeto como uma corrente, essa força poderá variar para cada objeto, levando em consideração as suas características mencionadas anteriores como detalhes adicionais.

4 FÍSICA EM JOGOS 2D E EM JOGOS 3D

4.1 Diferenças

Devido às diferenças de tamanho entre os ambientes 2D e 3D, existem certos níveis de complexidade e recursos são necessários para desenvolver a física nos jogos. A física leva em consideração apenas as dimensões de altura e largura em jogos 2D que usam dois eixos “X” e “Y”, portanto o eixo de profundidade “Z” não é um problema, diferente de jogos 3D que usam todos os três eixos “X”, “Y” e “Z”. O desenvolvimento torna-se muito mais fácil porque as interações ocorrem em um plano bidimensional, simplificando os cálculos de forças, gravidade e colisões. (NEUMANN; DION, 2021).

Sendo assim, a gravidade em um jogo 2D afeta apenas o movimento vertical de um objeto em uma direção quando se trata de aceleração, o que simplifica os cálculos para aumentos de velocidade. Da mesma forma, aplicar uma força a um objeto requer simplesmente o cálculo de vetores ao longo dos eixos horizontal e vertical, facilitando a aplicação da física a interações como empurrar ou lançar objetos.

Como os objetos 2D só podem ser representados por formas geométricas como retângulos e círculos, é ainda mais simples identificar e lidar com colisões entre objetos 2D. Calcular a interseção de polígonos, ou saber se dois objetos estão colidindo, é um processo de cálculo que exige menos processamento em termos computacionais porque requer apenas o exame de pontos e linhas em um plano. Com isso, o sistema consegue detectar colisões com mais rapidez e precisão, o que permite alterar o movimento dos objetos com menos sobrecarga.

Porém, em jogos 3D, a física é introduzida de forma mais complexa, pois os objetos existem em um ambiente tridimensional e as colisões, a gravidade e as forças devem ser calculadas ao longo de três eixos (largura, altura e profundidade). Para que os objetos se interajam com superfícies inclinadas, acelerem verticalmente ou se movam livremente em qualquer direção, a gravidade deve ser fornecida. Algoritmos e processamento tornam-se mais complexos quando se aplica uma força em um ambiente tridimensional, pois isso requer o cálculo de vetores em todas as direções. (NEUMANN; DION, 2021).

Tendo isso em vista, como uma consequência por exigir a detecção de interações de polígonos tridimensionais e suas orientações neste espaço, a detecção de colisões 3D também é muito mais complexa. Como cada objeto consiste em muitas faces e vértices, o sistema físico deve analisar continuamente como esses polígonos interagem entre si a partir de diferentes perspectivas e ângulos. Para garantir que as colisões sejam reconhecidas de forma

confiável e que as respostas físicas, como as deformações, sejam reproduzidas adequadamente, são necessários algoritmos e processamento computacional mais avançados.

5 CONCLUSÃO

Nos jogos digitais, a física é crucial para criar experiências mais realistas, envolventes e imersivas. A física permite que os jogadores se sintam parte do ambiente virtual, modelando fenômenos como a gravidade, a aplicação de forças e colisões de objetos. Também dá aos jogadores uma sensação de respostas físicas às suas atividades. Aqui foram abordados os principais conceitos da implementação de física aos jogos digitais, desde as ideias básicas que regem a forma como a física é aplicada, como o comportamento da gravidade e o uso de forças, até às dificuldades associadas ao cálculo de colisões e interações de objetos.

Observou-se também sobre como a aplicação da física poderia diferenciar significativamente entre jogos 2D e 3D. Como trabalhar em duas dimensões é simples e requer menos cálculos e variáveis a considerar, os jogos 2D são geralmente mais fáceis de projetar desta forma. Contudo, a física dos jogos 3D é muito mais complexa e difícil de ser reproduzida e criada, necessitando de dispositivos de hardware com um processamento superior e métodos avançados para recriar representações tridimensionais com precisão.

E com os avanços tecnológicos, a evolução se concentrará principalmente na modelagem detalhada das interações entre os objetos e seus arredores. E essas tecnologias possuirão a capacidade de gerar fenômenos físicos cada vez mais complexos, tais como deformação de materiais, objetos, fluidos e colisões que revelam características particulares de peso, densidade e textura. Com esses aprimoramentos, os jogadores poderão se relacionar com o mundo digital de forma mais realista.

Desta forma, espera-se que a física nos jogos digitais tenha um impacto direto no desenvolvimento de mecânicas de colaboração, particularmente em jogos multiplayer. A capacidade dos objetos e ambientes responderem individualmente para cada jogador, poderia proporcionar uma cooperação e uma competição mais intensa. Isso não apenas aumentaria a participação do público, mas também promoveria novas estratégias de design de níveis e experiências compartilhadas.

Por fim, concluiu-se que uma das bases para a criação de jogos digitais dinâmicos é a física, que além de estar sempre em constante evolução, é capaz de proporcionar o realismo e uma melhor qualidade visual aos usuários, além de apresentar mais oportunidades de envolvimento e exploração desses usuários. A física é uma ferramenta fundamental que

agrega profundidade e complexidade aos jogos digitais, potencializando e impactando a experiência do usuário, seja para construir mundos de fantasia com interações inesperadas, para imitar movimentos precisos, simular jogos realistas ou até mesmo para simular e auxiliar pessoas em treinamento e testes práticos.

REFERÊNCIAS

- BRAZIE, Alexander. **How Does Video Game Physics Work**, 2024. Disponível em: <<https://gamedesignskills.com/game-development/video-game-physics>>. Acesso em: 18 set. 2024.
- CIANFA, Grazielle de Lima. **A física básica nos jogos digitais**, 2014. Disponível em: <<https://tede2.pucsp.br/bitstream/handle/18172/1/Grazielle%20de%20Lima%20Cianfa.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2024.
- FERNANDES, Paulo Renato. **Da primeira à última geração: a evolução dos jogos eletrônicos**, 2021. Disponível em: <<https://blog.grammicmicro.com.br/gaming/evolucao-dos-jogos-eletronicos>>. Acesso em: 19 set. 2024.
- IPACS, Diana. **Game Physics: Your Complete Guide**, 2023. Disponível em: <<https://bluebirdinternational.com/game-physics>>. Acesso em: 18 set. 2024.
- MILNER, Guilherme Nogueira.; NASRI, André Luiz Xavier Guimarães.; e DIAS, Caio Pereira. **A Evolução da Física nos Jogos Digitais: Uma Análise Temporal Acerca dos Consoles Domésticos, seus Desafios e Potencialidades**, 2022. Disponível em: <<http://www4.unifsa.com.br/revista/index.php/fsa/article/view/2576>>. Acesso em: 09 jun. 2024.
- NEUMANN, Maureen D.; DION, Lion. **Teaching Computational Thinking: An Integrative Approach for Middle and High School Learning**, 2021. Disponível em: <https://direct.mit.edu/books/oa-monograph/chapter-pdf/2259284/c002700_9780262366144.pdf>. Acesso em: 09 jun. 2024.