



MECÂNICA NEWTONIANA COM VPYTHON

TIAGO DAVI FREITAS DE SOUZA¹, VÁGNER RICARDO DE ARAÚJO PEREIRA²

¹ Graduando em Engenharia de Energias Renováveis, Bolsista PACTec, IFSP, Campus Matão, tiago.davi@aluno.ifsp.edu.br.

² Professor de Física, IFSP, Campus Matão, vagner.pereira@ifsp.edu.br.

Área de conhecimento (Tabela CNPq): 1.05.00.00-6 Física

RESUMO: O objetivo principal deste estudo é desenvolver e disponibilizar uma simulação interativa para o ensino de Física, escrita em Python/VPython e executada no GlowScript, facilitando uso, execução em navegador e compartilhamento. Com base em um exemplo clássico de dinâmica, o código modela dois blocos em linha sobre um plano, opcionalmente inclinado. O sistema permite o ajuste de massas, forças (aplicadas em A e/ou B), ângulo, coeficientes de atrito estático e cinético, separação inicial e coeficiente de restituição. A dinâmica é integrada numericamente ao longo do eixo do plano (modelo unidimensional com visualização 3D), possibilitando analisar aceleração comum no contato, força interna de compressão, ruptura do contato, regimes de deslizamento e colisões. O desenvolvimento iniciou-se por protótipos de visualização vetorial e evoluiu para um modelo que combina equações de movimento com gráficos de posição e velocidade em função do tempo, oferecendo indicadores claros de comportamento. O uso de VPython mostra-se eficaz para vincular cálculo e fenômeno, tornando o estudo mais tangível para estudantes com dificuldades de visualização espacial e manipulação de grandezas vetoriais. O programa foi estruturado para interação direta: alterações nos parâmetros produzem efeito imediato na animação e nos gráficos, promovendo aprendizagem ativa e experimentação segura.

PALAVRAS-CHAVE: aprendizagem ativa; atrito; colisões; glowscript; simulação computacional; visualização 3D.

INTRODUÇÃO

O ensino de Física, particularmente em Mecânica, costuma enfrentar entraves associados à alta abstração dos modelos e às limitações materiais para a realização de experimentos em ambiente escolar principalmente em nível médio. Nesse contexto, simulações computacionais interativas configuraram alternativa didática pertinente por possibilitarem a visualização de fenômenos, a repetição controlada de procedimentos e a variação sistemática de parâmetros, com baixo custo e elevada reprodutibilidade.

Apresenta-se, neste trabalho, uma simulação desenvolvida em Python/VPython e executada em ambiente web, voltada ao estudo da dinâmica de dois blocos colineares. A modelagem toma como referência o Exemplo 5.07 – “Aceleração de um bloco empurrado por outro bloco”, da 10^a edição de Fundamentos de Física — Volume 1: Mecânica (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016). O código integra numericamente o movimento ao longo do eixo do plano — horizontal ou inclinado — e permite atuar com uma única força (aplicada em A ou B) ou com forças independentes em ambos os blocos, além de considerar atrito estático e cinético, separação inicial ajustável e colisões com coeficiente de restituição.

A proposta busca aproximar cálculo e fenômeno por meio de visualização tridimensional com retorno imediato ao usuário, articulando gráficos de posição e velocidade com a cena 3D. Assim, promove-se um ambiente de experimentação no qual a manipulação de massas, forças e condições de contato favorece a

compreensão de aceleração comum, força interna de compressão, ruptura do contato e efeitos de atrito e inclinação, contribuindo para a consolidação de um raciocínio físico mais avançado.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A situação “um bloco empurra outro”, em regime unidimensional sobre plano horizontal ou inclinado, é um caso clássico para aplicar as Leis de Newton com atrito opcional. Considera-se a decomposição do peso em componente paralela ao plano — responsável por tracionar o bloco ladeira abaixo — e componente normal, que regula a intensidade do contato com a superfície (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016). O atrito estático impede o deslizamento até um limite proporcional à força normal; superado esse valor, atua o atrito cinético, cujo módulo é proporcional à normal e sempre oposto ao movimento (YOUNG; FREEDMAN, 2016).

Quando os blocos permanecem comprimidos, o conjunto comporta-se como um único sistema, compartilhando a mesma aceleração; a força interna de contato garante a coesão até o instante em que deixa de ser compressiva, quando então ocorre separação. Em casos de reencontro, modela-se a interação como colisão unidimensional com coeficiente de restituição, que quantifica a razão entre as velocidades relativas após e antes do impacto (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016).

No âmbito educacional, a literatura indica que integrar pensamento/computação às atividades de Física favorece a compreensão conceitual e a prática docente, ao aproximar modelos matemáticos de simulações executáveis em sala (LANE; GALANTI; ROZAS, 2023). Em paralelo, relatos nacionais mostram que a visualização 3D interativa com Python/GlowScript é um caminho viável e de baixo custo para explorar fenômenos e promover aprendizagem ativa em Mecânica (SOUZA; PASSOS; COSTA, 2024).

Para fins didáticos, o estudo recorre a simulações acessíveis em navegador que representem os vetores de força, posições e velocidades em tempo real, seguindo princípios descritos na documentação pública do GlowScript/VPython. Tais ambientes favorecem a ligação entre cálculo e fenômeno, com manipulação de parâmetros e observação imediata de efeitos (GLOWSCRIPT, 2025). Além disso, a literatura recente destaca que atividades desse tipo promovem práticas de pensamento computacional — decomposição do problema, construção de algoritmos, depuração e análise de dados — contribuindo para a compreensão conceitual em cursos introdutórios de Física (WELLER et al., 2022).

Para fins deste trabalho, adota-se esse arcabouço: Leis de Newton e análise de forças em plano inclinado com atrito; contato compressivo entre blocos com aceleração comum; e colisões com coeficiente de restituição — sustentando as escolhas de modelagem e a leitura dos resultados na visualização 3D.

METODOLOGIA

Apresenta-se uma visualização interativa que retrata dois blocos alinhados sobre um plano (horizontal ou inclinado). O usuário controla massas (m_1, m_2), forças aplicadas (modo ÚNICO ou DUAS), ângulo da rampa (θ), atritos (μ_s, μ_k), separação inicial e coeficiente de restituição (e). O movimento é calculado ao longo do eixo do plano (modelo unidimensional) e apresentado em 3D, acompanhado de gráficos de posição e velocidade e de um painel de estado que indica contato/separação, aceleração instantânea e força interna de compressão. As relações físicas usadas são: o princípio fundamental da dinâmica (Equação 1), que vincula força resultante e aceleração; o limite do atrito estático que impede o deslizamento até certo patamar (Equação 2); o módulo do atrito cinético quando há deslizamento (Equação 3); as definições cinemáticas de velocidade e aceleração como variações no tempo (Equação 4); a conservação do momento linear em colisões unidimensionais sem impulso externo (Equação 5); e a definição do coeficiente de restituição, que quantifica a elasticidade do impacto pela razão entre velocidades de separação e de aproximação (Equação 6). A seguir, registram-se as relações utilizadas.

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a} \quad (1)$$

$$|\vec{F}_{fric}| \leq \mu_s \cdot N \quad (2)$$

$$|\vec{F}_{fric}| = \mu_k \cdot N \quad (3)$$

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}, \quad \vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} \quad (4)$$

$$m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 = m_1 \cdot v'_1 + m_2 \cdot v'_2 \quad (5)$$

$$e = \frac{v'_2 - v'_1}{v_1 - v_2} \quad (6)$$

onde,

m - Massa

F - Força

a - Aceleração

v - velocidade

r - posição

N - Força normal

F_{fric} - força de atrito

μ_s, μ_k - coeficientes de atrito estático/cinético

e - Coeficiente de restituição

v₁, v₂/ v_{1'}, v_{2'} - velocidades antes/depois da colisão

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No primeiro semestre de 2025 foram construídas simulações em GlowScript com foco em Mecânica Newtoniana. Após protótipos introdutórios, evoluiu-se para um ambiente que modela dois blocos alinhados sobre um plano, com controle de forças externas (em A e/ou B), inclinação, atritos estático e cinético, separação inicial e colisões com coeficiente de restituição estabelecido. O link para o código desenvolvido é (o link disponibilizando demais programas foi retirado para avaliação às cegas, que será disponibilizado na próxima etapa ou se requisitado).

A visualização 3D apresenta a cena dos blocos e dois gráficos (posição e velocidade). Um painel informa o estado do sistema (contato mantido ou rompido), a aceleração instantânea e, quando aplicável, a força de contato. Essa organização permite que pequenas mudanças nos parâmetros produzam respostas imediatamente perceptíveis, aproximando cálculo e fenômeno.

Observou-se que, em plano horizontal e sem atrito, a aplicação de força em um dos blocos leva o conjunto a mover-se solidariamente; os gráficos exibem velocidade crescente de modo regular e posição com crescimento quadrático. Com inclinação e atritos, o sistema pode permanecer em repouso até um limiar (regime estático) e, superado esse ponto, passar a deslizar com aceleração menor (regime cinético). No modo UNICO, a força externa tende a manter os blocos unidos; no modo DUAS, forças em sentidos opostos podem quebrar o contato, o que se evidencia pela separação das curvas de posição e velocidade. Com separação inicial, a aproximação e o choque são nítidos, e a “elasticidade” da colisão varia de acordo com o coeficiente de restituição.

Durante o desenvolvimento, os principais desafios envolveram a estabilidade da atualização temporal, o tratamento consistente de contato/ruptura e a clareza da interface. Testes sistemáticos e ajustes de parâmetros resultaram em um recurso robusto para explorar, em cenário único, força resultante, atrito, contato, separação e colisões. A Figura 1 ilustra a cena 3D utilizada na análise, enquanto a Figura 2 apresenta os gráficos.

FIGURA 1. Simulação adaptada do exemplo 5.07 (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016).

Simulação — dois blocos em contato sobre plano

Massa A (kg):
 Massa B (kg):
 Modo forças (UNICO/DUAS):
 Força aplicada (N, \pm) [modo UNICO]:
 Força em (A/B) [modo UNICO]:
 F_A (N, \pm) [modo DUAS]:
 F_B (N, \pm) [modo DUAS]:
 Ângulo do plano (°):
 μ_s (atrito estático — limite p/ não deslizar):
 μ_k (atrito cinético — quando desliza):
 Restituição e (0=1, 0=inelástica, 1=elástica):
 Separação inicial entre blocos (m):

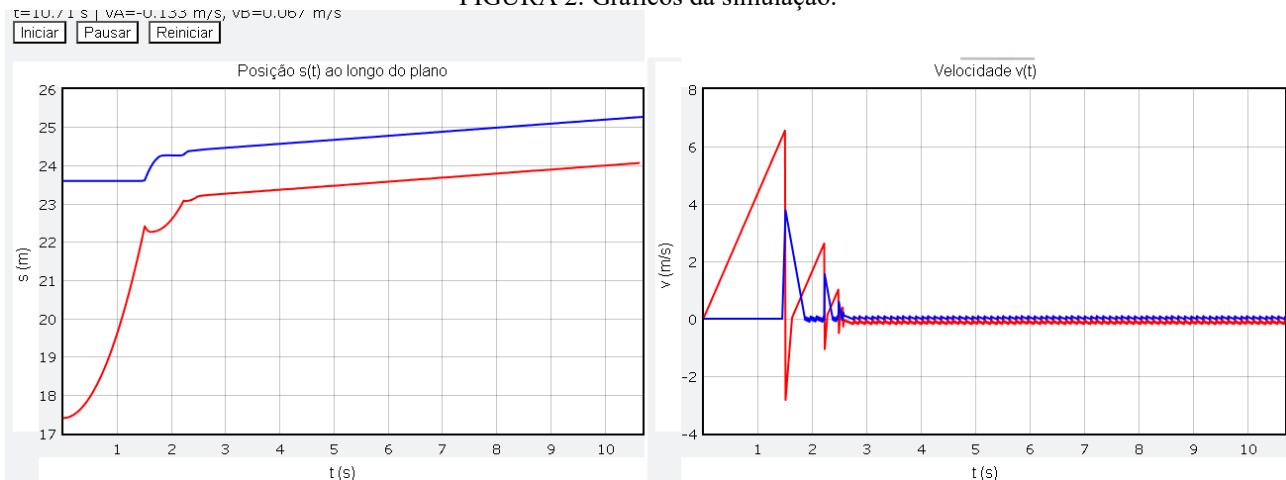
Ajuda rápida

- μ_s (coef. de atrito estático): valor-limite do atrito quando o bloco não desliza. Enquanto a força paralela ao plano não superar $\mu_s \cdot N$ ($N = m \cdot g \cdot \cos\theta$), o bloco fica preso (aceleração zero).
- μ_k (coef. de atrito cinético): usado quando há deslizamento. O módulo do atrito é $\mu_k \cdot N$ e ele atua sempre no sentido oposto ao movimento ao longo do plano.
- Restituição e: mede a 'elasticidade' da colisão entre A e B. $e=0 \rightarrow$ colisão totalmente inelástica (após o impacto movem-se juntos); $e=1 \rightarrow$ colisão elástica (sem perdas de energia).
- Modo forças:
 - UNICO: usa uma força F (\pm) aplicada a A ou B (campo 'Força em').
 - DUAS: usa F_A e F_B simultaneamente (ambas com sinal), o que permite separar, acelerar e depois colidir controlando o sentido individualmente.

Rodando:
 $t=6.02 \text{ s} \mid v_A=-0.109 \text{ m/s}, v_B=0.036 \text{ m/s}$

Fonte: Autoria própria.

FIGURA 2. Gráficos da simulação.



Fonte: Autoria própria.

CONCLUSÕES

O objetivo proposto — construir uma simulação interativa em VPython/GlowScript para o sistema “um bloco empurra outro”, com controle de forças, atritos, inclinação, separação inicial e colisões — foi alcançado. A cena 3D e os gráficos de posição/velocidade permitem observar, em tempo real, aceleração comum no contato, compressão entre os blocos, ruptura do contato e efeitos do coeficiente de restituição.

Os resultados obtidos referem-se à verificação interna do comportamento do modelo: nos casos de referência (plano horizontal sem atrito; limiar de atrito estático; regime cinético; rompimento de contato e colisões), a simulação reproduziu o comportamento esperado pela mecânica newtoniana e pelos cálculos analíticos correspondentes. Não houve aplicação com turmas até o momento; a utilidade educacional é, até aqui, potencial, estimulando novas linhas de pesquisa.

As principais dificuldades foram: tratar de forma clara a transição entre contato e separação; estabilizar o passo temporal durante colisões; e tornar a interface objetiva para leitura do estado do sistema. Esses pontos foram contornados com um critério explícito de compressão para o contato, ajustes no passo de integração e um painel de estado com indicadores de regime.

O significado do trabalho para a área está na oferta de um recurso de baixo custo, acessível em navegador e reutilizável por docentes e estudantes para explorar cenários de dinâmica elementar. Como próximas etapas, recomenda-se integrar a simulação a roteiros de aula (situações sem atrito; rampa com atrito estático/cinético; forças opostas e colisões), criar fichas de atividades com questões-guia e utilizar o recurso em avaliações diagnósticas ou estudos dirigidos. Espera-se, assim, ampliar a compreensão conceitual e a autonomia dos estudantes na análise de fenômenos físicos.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Programa de Apoio à Ciência e Tecnologia do IFSP (PACTec) e a Fundação de Apoio Institucional ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FAI. UFSCar) pela bolsa de iniciação científica.

REFERÊNCIAS

GLOWSCRIPT. [VPython documentation](https://glowscript.org/docs/VPythonDocs/index.html). Disponível em: <<https://glowscript.org/docs/VPythonDocs/index.html>>. Acesso em: 30 out. 2025.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física**: Mecânica. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016. v. 1.

LANE, W.B., GALANTI, T.M. & ROZAS, X.L. **Teacher Re-novicing on the Path to Integrating Computational Thinking in High School Physics Instruction**. Journal for STEM Educ Res 6, 302–325 (2023). Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s41979-023-00100-1>>. Acesso em: 30 out. 2025.

SOUZA, M.S.; COSTA, PASSOS, F.S.; COSTA, A.E.B. **Simulação no ensino de Física: uma proposta para o ensino de oscilações**. ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA (EPEF), 2024, Recife, PE. Disponível em: <<https://www.sisgeenco.com.br/anais/epef/2024/arquivos/T0421-1.pdf>>. Acesso em: 30 out. 2025.

WELLER, D. P. et al. **Development and illustration of a framework for computational thinking practices in introductory physics**. Physical Review Physics Education Research, v. 18, p. 020106, 2022. DOI: 10.1103/PhysRevPhysEducRes.18.020106.

YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. **Física I**: mecânica. Tradução de Daniel Vieira. 14. ed. São Paulo: Pearson, 2016. Título original: *Sears and Zemansky's university physics: mechanics*.