

CONSERVAÇÃO DA QUANTIDADE DO MOVIMENTO: UM EXEMPLO OBTIDO A PARTIR DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Conservation of Momentum: an example obtained from Artificial Intelligence

Edmundo Rodrigues Junior¹, Carlos Henrique Jansen Zampirolo de Oliveira², João Gabriel da Costa Miranda Pimenta³

¹ Instituto Federal do Espírito Santo, Doutor em Ciências Naturais, edmundor@ifes.edu.br, http://lattes.cnpq.br/8294757167478786; ² Instituto Federal do Espírito Santo, Ensino Médio, thvc3d@gmail.com; ³ Instituto Federal do Espírito Santo, Ensino Médio, akjoao777@gmail.com.

DOI: <https://doi.org/10.37157/fimca.v12i2.1149>

RESUMO

A incorporação de tecnologias como a Inteligência Artificial (IA) e ferramentas de programação permite aos alunos explorar conceitos físicos de forma dinâmica e contextualizada. Neste trabalho, pretendemos verificar a conservação da quantidade de movimento utilizando o Gemini 2.5 Pro, uma inteligência artificial do Google. Utilizando uma figura disponível em um livro didático de física do ensino médio que mostra dois carrinhos acoplados a uma mola, criamos um *prompt* e solicitamos à inteligência artificial para calcular as velocidades dos carrinhos, a distância percorrida e a quantidade de movimento após perder o contato com a mola. Encontramos módulos iguais para a velocidade, a distância e a quantidade de movimento quando os dois carrinhos tinham a mesma massa. Quando as massas foram diferentes, encontramos velocidades distintas para os dois carrinhos, sendo que o carrinho mais pesado adquiriu velocidade e distâncias menores, porém, a quantidade de movimento permaneceu a mesma. A simulação é de fácil acesso e pode auxiliar os alunos no entendimento dos conceitos de quantidade de movimento de forma lúdica. No entanto, reconhecemos que a simulação ainda apresenta limitações, como a impossibilidade de reproduzir com total precisão os valores obtidos em um experimento real.

Palavras-chave: Quantidade de movimento, inteligência artificial, lúdica, livro didático.

ABSTRACT

The incorporation of technologies such as Artificial Intelligence (AI) and programming tools enables students to explore physics concepts in a dynamic, context-rich way. In this work, we intend to verify the conservation of momentum using Gemini 2.5 Pro, an artificial intelligence from Google. Using a figure from a high school physics textbook showing two carts attached to a spring, we created a prompt. We asked the artificial intelligence to calculate the carts' speeds, distances traveled, and momenta after the spring's contact was lost. We found equal magnitudes for speed, distance, and momentum when the two carts had the same mass. When the masses were different, we found different velocities for the two carts; the heavier cart had a lower speed and shorter distance, but its momentum remained the same. The simulation is easily accessible and can help students understand momentum concepts playfully. However, we recognize that the simulation still has limitations, such as its inability to reproduce values obtained in a real experiment accurately.

Keywords: Quantity of movement, artificial intelligence, playful, textbook.

INTRODUÇÃO

A incorporação de tecnologias, como a Inteligência Artificial (IA) e ferramentas de programação, possibilita aos alunos explorar conceitos físicos de forma dinâmica e contextualizada (ANDRADE e PAZ, 2025).

Nogueira (2023), comenta que a IA pode ser utilizada no ensino como uma ferramenta capaz de ajustar ao ritmo e às necessidades específicas de cada estudante, permitindo um aprendizado contínuo e personalizado.

Um conceito da física abordado no 1º ano do ensino médio é a quantidade de movimento. A quantidade de movimento (\mathbf{p}) de um objeto é definido como o produto da sua massa pela velocidade instantânea (v) do corpo. Matematicamente temos: $\mathbf{p}=mv$ (RAMALHO JUNIOR; FERRARO; SOARES, 2009, p.327).

A quantidade de movimento total de um sistema isolado permanece constante e é essencial para entender algumas situações do cotidiano, como na explosão de uma bomba, em que a soma das quantidades de movimento dos fragmentos antes e após a explosão é a mesma; ou para compreender a física das colisões presentes no jogo de sinuca. Além disso, a conservação da quantidade de movimento pode ser utilizada pelos peritos criminais para calcular a velocidade de um veículo antes de colidir com outro.

Após uma tentativa frustrada de verificar o fenômeno da conservação de movimento por meio da colisão de dois carrinhos, resolvemos utilizar a inteligência artificial para obter maior precisão nas medidas.

Assim, neste trabalho pretendemos verificar a conservação da quantidade de movimento utilizando o Gemini 2.5 Pro, uma inteligência artificial do Google.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para desenvolver a simulação da conservação da quantidade de movimento, utilizamos a inteligência artificial da Google, o Gemini 2.5 Pro, como apoio em cada etapa. Primeiro inserimos

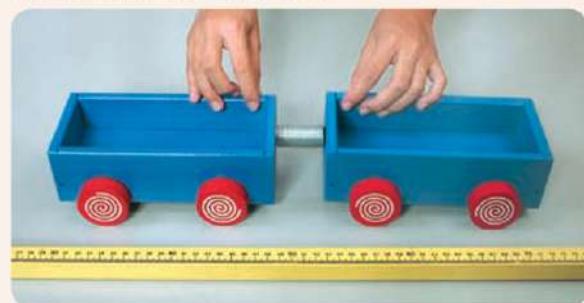
à ferramenta a descrição do experimento, retirada de Ramalho Junior; Ferraro; Soares (2009), ver figura 1.

A conservação da quantidade de movimento

1ª experiência

Usando duas caixas de madeira A e B , idênticas, abertas na face superior e providas de rodinhas, construa dois carrinhos. Sejam m_A e m_B suas massas. Como as caixas são idênticas, temos $m_A = m_B$. Determine essas massas utilizando uma balança.

Mantenha uma mola comprimida entre os carrinhos sobre uma mesa horizontal, conforme mostra a foto da direita.



Soltando-se o sistema, a mola se distende, desprende-se dos carrinhos e estes entram em movimento. Com auxílio de uma régua, medimos as distâncias percorridas pelos carrinhos em um certo intervalo de tempo Δt (por exemplo: 3,0 s).

Figura 1. Descrição do Experimento. Fonte: Ramalho Junior; Ferraro; Soares (2009, p.360)

Em seguida solicitamos a criação de um protótipo em *three.js* que incluisse os carrinhos, a mola e um painel para exibir resultados. A partir daí iniciamos um processo de testes e observações, executando o código diretamente no Canvas do Gemini, no qual a cada problema identificado solicitamos ajustes detalhados e específicos, para evitar interpretações equivocadas.

Quando percebemos que a mola ficava presa entre os carrinhos e se esticava infinitamente, solicitamos a correção desses comportamentos.

Quando observamos que os carrinhos continuavam em movimento sem nunca parar, solicitamos a inclusão de um

mecanismo que permitisse a desaceleração. Além disso, para tornar a análise mais clara, pedimos a implementação de uma função de pausa, que permitiu examinar os conceitos físicos em momentos distintos. Com todas essas correções, foi possível chegar a um único *prompt* que seja suficiente para cobrir esses erros (veja o quadro 1)

Quadro 1. Orientações para a inteligência artificial criar a simulação.

Crie um único arquivo HTML de uma simulação three.js do experimento da figura apresentada. Crie um botão de Iniciar o Experimento e Reiniciar, separadamente. Adicione rodas vermelhas (como a da imagem) nos carrinhos. Adicione a mola do experimento comprimida entre os carrinhos (ela deverá sumir após iniciar o experimento). Os carrinhos A vai ao sentido esquerdo e o carrinho B vai ao sentido direito (devido um bug em que os carrinhos entram um no outro e seguem caminhos opostos). Crie um botão de pausa para que seja possível efetuar as leituras dos cálculos. Considere as massas dos carrinhos 5kg cada. Crie um botão para que seja possível mudar o valor da massa. Pare a simulação após 2 s de movimento. Em seguida responda as seguintes questões: Os carrinhos A e B percorrem a mesma distância? Anote os valores das distâncias. As velocidades médias dos carrinhos A (v_A) e B (v_B) são iguais? Calcule-as. Os produtos $m_A v_A$ e $m_B v_B$ são iguais? Responda novamente as questões anteriores, porém se as massas dos carrinhos fossem $m_A = 6\text{kg}$ e 5kg a massa de B.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todas as alterações solicitadas foram validadas pelo Gemini 2.5 Pro o que resultou em uma simulação mais estável, próxima da realidade e mais adequada ao ensino sobre os conceitos da quantidade de movimento. A figura 2 mostra o resultado do layout da simulação com todos os ajustes realizados:



Figura 2. Layout da simulação.

A seguir, mostramos o resultado apresentado pela inteligência artificial na simulação:

Análise do experimento

Figura 3. Cenário 1: Massas Iguais ($m_A = 5,0\text{ kg}$, $m_B = 5,0\text{ kg}$).

1. Os carrinhos A e B percorrem a mesma distância?
Sim. Como as massas são iguais, e a força (impulso) da mola é a mesma para ambos, eles adquirem velocidades de mesma magnitude e percorrem distâncias iguais em sentidos opostos.
Distância A: 8.000 m
Distância B: 8.000 m

2. As velocidades médias dos carrinhos A (v_A) e B (v_B) são iguais?
As velocidades são vetores. Suas magnitudes (módulos) são iguais, mas seus sentidos são opostos. Portanto, os vetores velocidade não são iguais ($v_A = -v_B$).
Velocidade A (v_A): -4.000 m/s (para a esquerda)
Velocidade B (v_B): 4.000 m/s (para a direita)

3. Os produtos $m_A v_A$ e $m_B v_B$ são iguais?
Estes produtos representam a quantidade de movimento (momento linear) de cada carrinho. Assim como a velocidade, a quantidade de movimento é um vetor. As magnitudes são iguais, mas os sentidos são opostos. Portanto, $m_A v_A = -m_B v_B$. A soma vetorial é zero, conservando o momento linear total do sistema.
Momento A (p_A): -20.000 kg·m/s (para a esquerda)
Momento B (p_B): 20.000 kg·m/s (para a direita)

Figura 4. Cenário 2: Massas Diferentes ($m_A = 6,0\text{ kg}$, $m_B = 5,0\text{ kg}$).

1. Os carrinhos A e B percorrem a mesma distância?

Não. O carrinho mais leve (B) percorrerá uma distância maior. Pela conservação do momento, o carrinho com menor massa deve ter maior velocidade para que o produto $m \cdot v$ seja igual em magnitude ao do carrinho mais pesado.

Distância A: 8.667 m

Distância B: 8.000 m

2. As velocidades médias dos carrinhos A (v_A) e B (v_B) são iguais?

Não. Nem em magnitude nem em sentido. O carrinho mais leve (B) terá uma velocidade maior em magnitude.

Velocidade A (v_A): -3.333 m/s (para a esquerda)

Velocidade B (v_B): 4.000 m/s (para a direita)

3. Os produtos $m_A v_A$ e $m_B v_B$ são iguais?

As magnitudes dos produtos são iguais. Este é o cerne do princípio da conservação da quantidade de movimento. O impulso da mola é igual para ambos, então a variação do momento (que é o próprio momento, pois parte do repouso) deve ser igual em módulo para ambos.

Momento A (p_A): -20.000 kg·m/s (para a esquerda)

Momento B (p_B): 20.000 kg·m/s (para a direita)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a realização do experimento com carrinhos reais, utilizamos a inteligência artificial para verificar o princípio da conservação da quantidade de movimento e obtivemos êxito com o empreendimento.

Durante o desenvolvimento da experiência com carrinhos reais, tivemos dificuldades em encontrar objetos com as mesmas dimensões e características para garantir a precisão do experimento. Por outro lado, tivemos facilidade tanto na parte dos cálculos quanto na interpretação dos resultados.

A simulação é de fácil acesso e pode auxiliar os alunos no entendimento dos conceitos de quantidade de movimento de forma lúdica. No entanto, reconhecemos que a simulação ainda apresenta limitações, como a impossibilidade de reproduzir com total precisão os valores obtidos em um experimento real.

O trabalho contribuiu significativamente para o entendimento da Lei de Newton e, principalmente, do princípio da conservação da quantidade de movimento.

Como disse Richard Feynman, "a física é como um grande quebra-cabeça, e a conservação da quantidade de movimento é uma das peças-chave".

REFERÊNCIAS

ANDRADE, V.; PAZ, F. Ensino de física e inteligência artificial: uma análise dos desafios e potencialidades. Revista de Estudos Interdisciplinares.v.7, n.5, 2025. <https://doi.org/10.56579/rei.v7i5.2357>

FEYNMAN, R. The Feynman Lectures on Physics, 1965

NOGUEIRA, H. S. A percepção dos estudantes do curso de Física da Universidade Federal do Ceará sobre o uso da inteligência artificial como ferramenta de ensino e aprendizagem em Física, Trabalho de conclusão de curso, Universidade Federal do Ceará, p. 60, 2023. Disponível em: <<https://abre.ai/nSAR>>. Acesso em 21 de out. 2025.

RAMALHO JUNIOR, F.; FERRARO, N.; SOARES, P. Os Fundamentos da Física. v.1 (Mecânica), 10. ed., São Paulo: Moderna, 2009.473p.