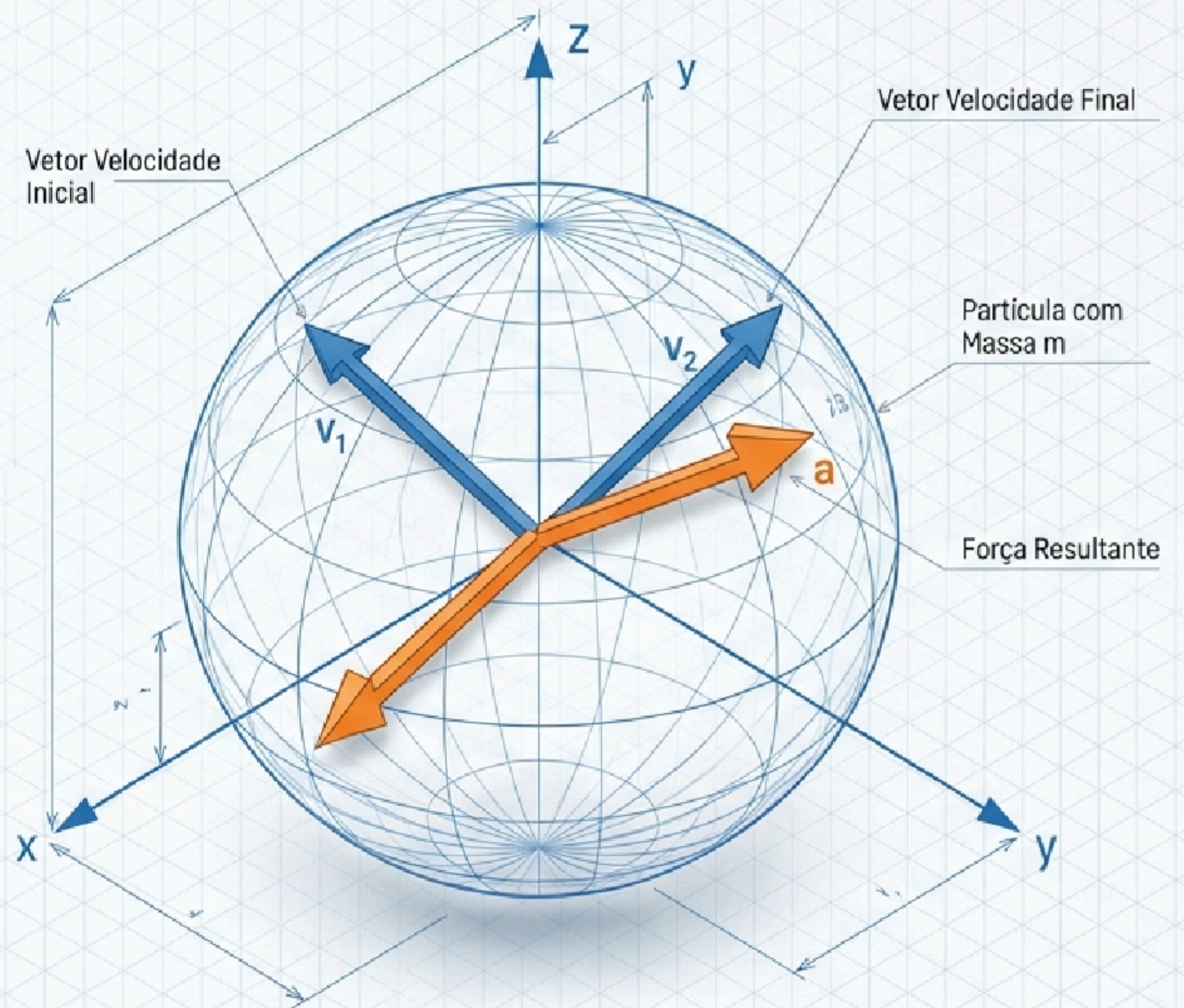


DO QUADRO NEGRO AO UNIVERSO TRIDIMENSIONAL

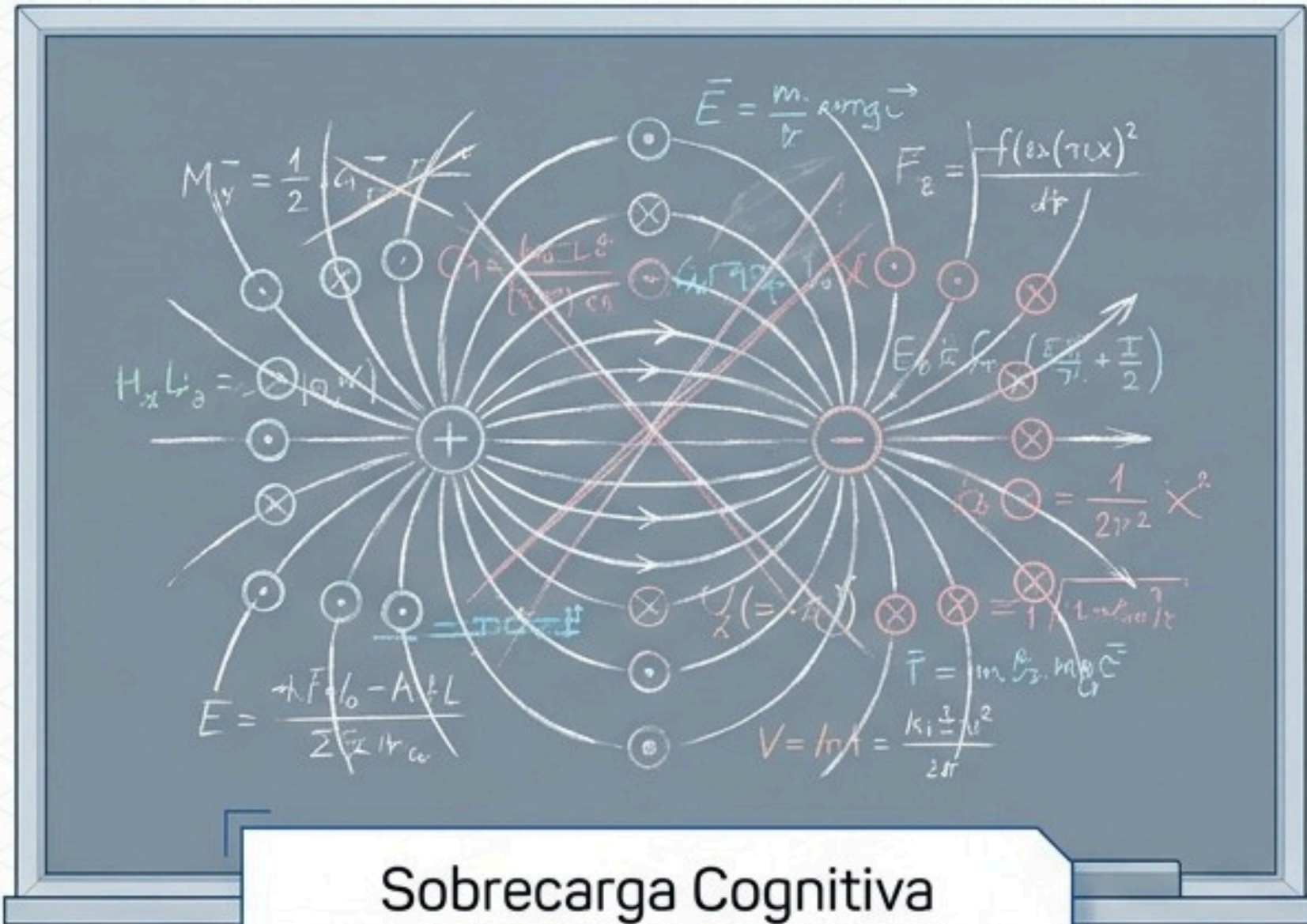
Modelagem Computacional
e Visualização em Física
com VPython (Aula 06)

MPF310033 | Atividades
Computacionais para o Ensino de Física



A Barreira Epistemológica do Ensino Tradicional

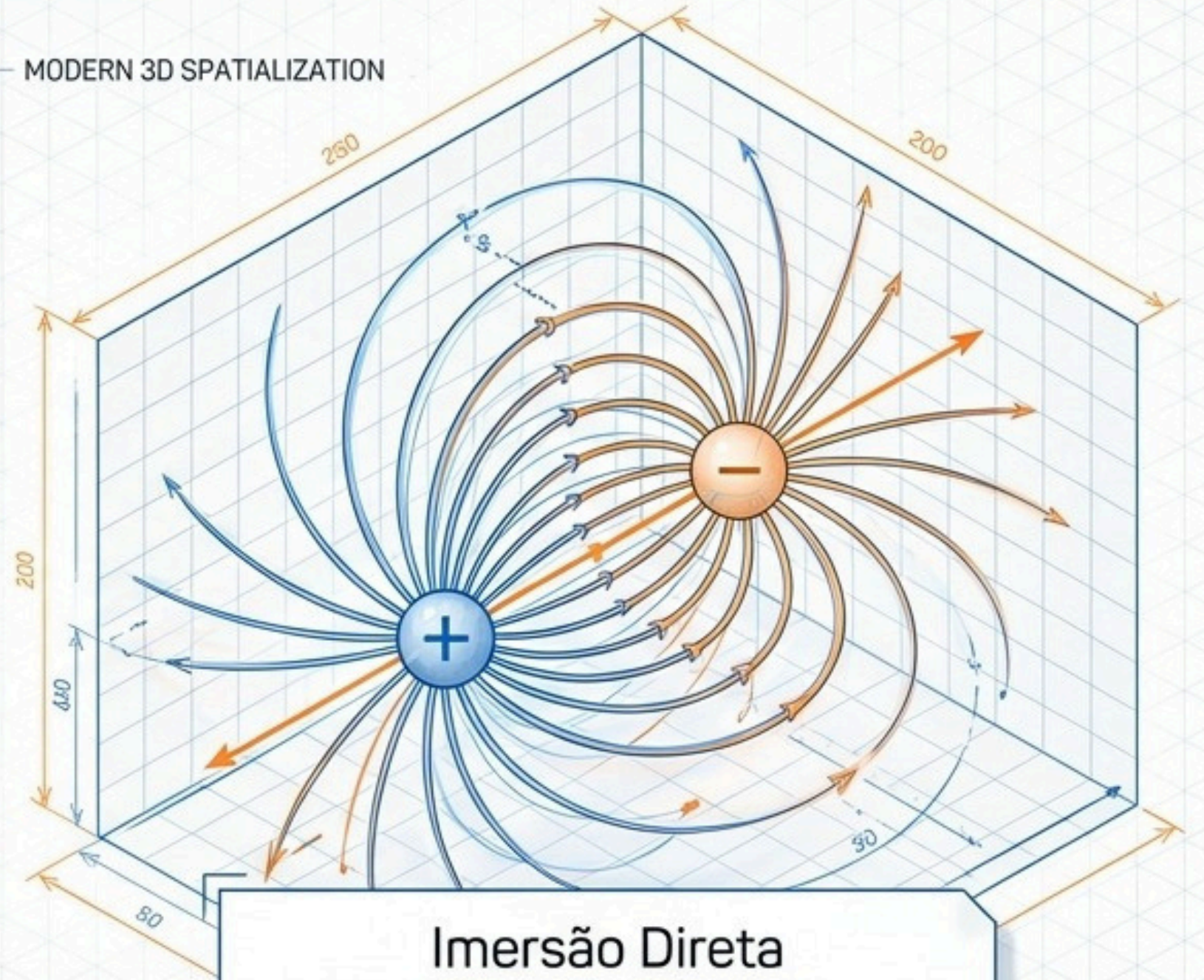
TRADITIONAL 2D ABSTRACTION



Sobrecarga Cognitiva

A abstração bidimensional força o cérebro a calcular a profundidade espacial ausente, desviando o foco da fenomenologia física.

MODERN 3D SPATIALIZATION

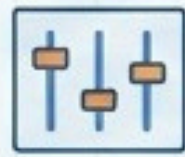


Imersão Direta

O ambiente virtual 3D permite que o aluno "toque", gire e explore a geometria da natureza sem ginástica mental.

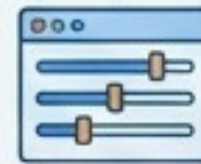


O Antídoto: Redução de Abstração



1. Manipulação Sensorial (VPython)

'Hacking' de parâmetros em tempo real.



2. Visualização Espacial (Subsunçor)

O 3D atua como a estrutura cognitiva âncora (Aprendizagem Significativa Crítica de Moreira).

3. Formalismo Matemático

As equações algébricas finalmente ganham significado físico.

$$\int f(x) = \frac{1}{12} ds$$
$$\vec{v} = \int \vec{p}^2 + \vec{v} dt$$
$$\vec{e} = ng \frac{2\vec{v} - \vec{v}}{2x}$$

O formalismo algébrico só faz sentido após a experiência sensorial. O 3D atua como a fundação empírica para leis complexas. Baseado no currículo Matter & Interactions (Chabay & Sherwood).

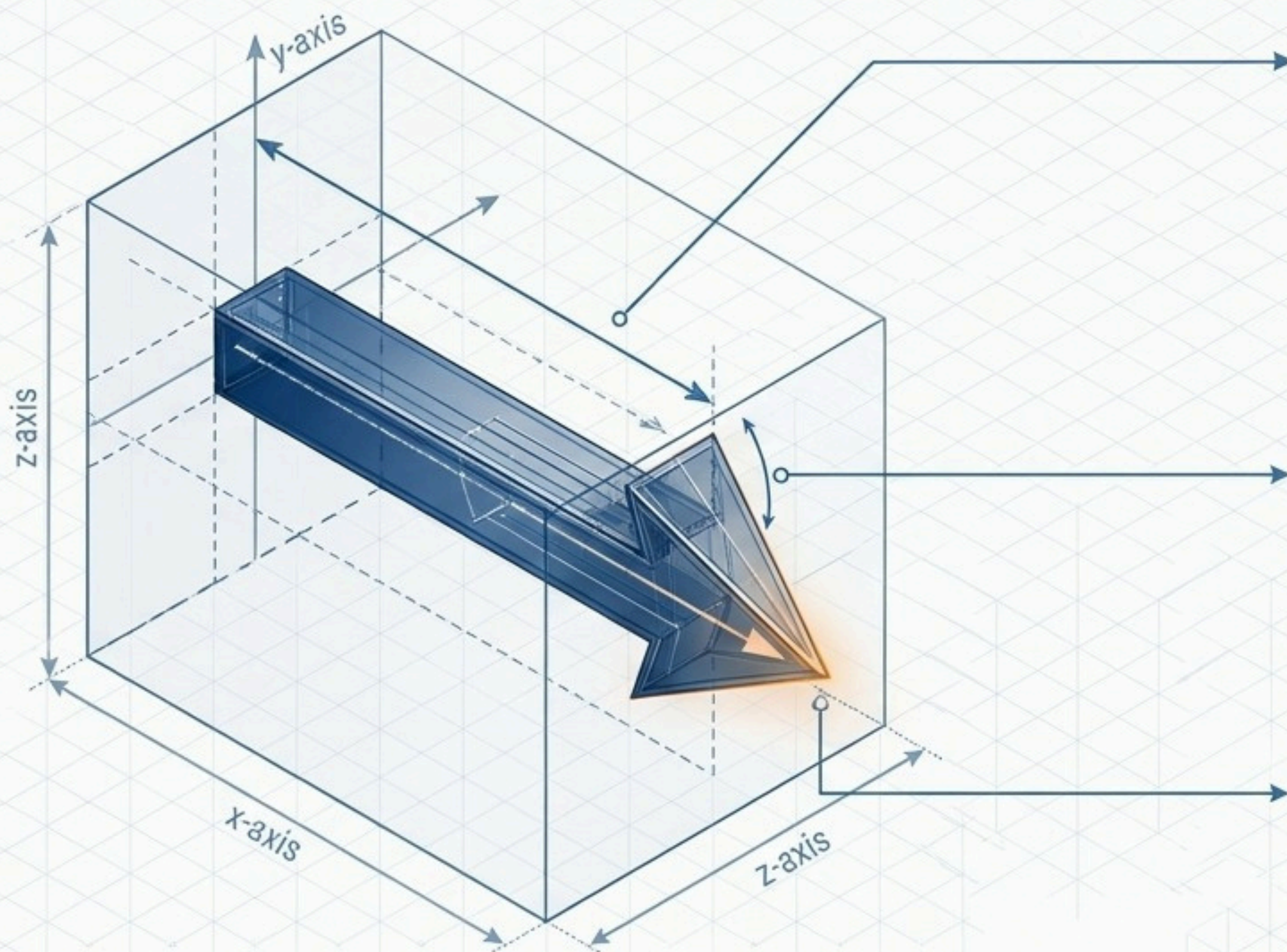
O Motor da Imersão: Mapeamento Interface-Cognição

O domínio da navegação espacial é o primeiro passo crítico no design instrucional.



Anatomia do Vetor: Um Objeto Computacional Tangível

Ressignificando grandezas espaciais para evitar concepções alternativas (ex: Regra da Mão Direita).



Módulo (Escala Visual)

A escala 3D do objeto permite comparações imediatas de intensidade entre forças ou campos sem cálculos prévios.

Direção (Eixos x,y,z)

A reta suporte real no espaço elimina erros de perspectiva inerentes ao desenho manual.

Sentido (Interação)

Em modelos planetários ou dipolos, a ponta da seta indica visualmente a polaridade (atração/repulsão) em tempo real.

A Metodologia do 'Hacking' Físico

A meta é focar na fenomenologia física, eliminando completamente a sobrecarga cognitiva de aprender a programar do zero.

```
import python
import sol.mass import sol
import collection import collection.interact

sol.mass = 2.0e30
eletron.charge = -1.6e-19
bola.v0 = vector(10, 15, 0)

for i in ranges():
    for n in times:
        bola.n = vector(10, 15, 0)
        print.bola(n)
```


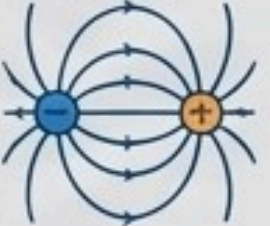
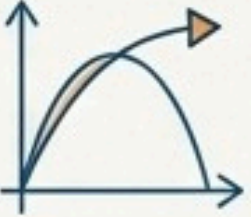


Regra de Ouro:

O aluno atua como investigador fenomenológico. Intervimos em códigos prontos alterando parâmetros físicos e observando consequências.

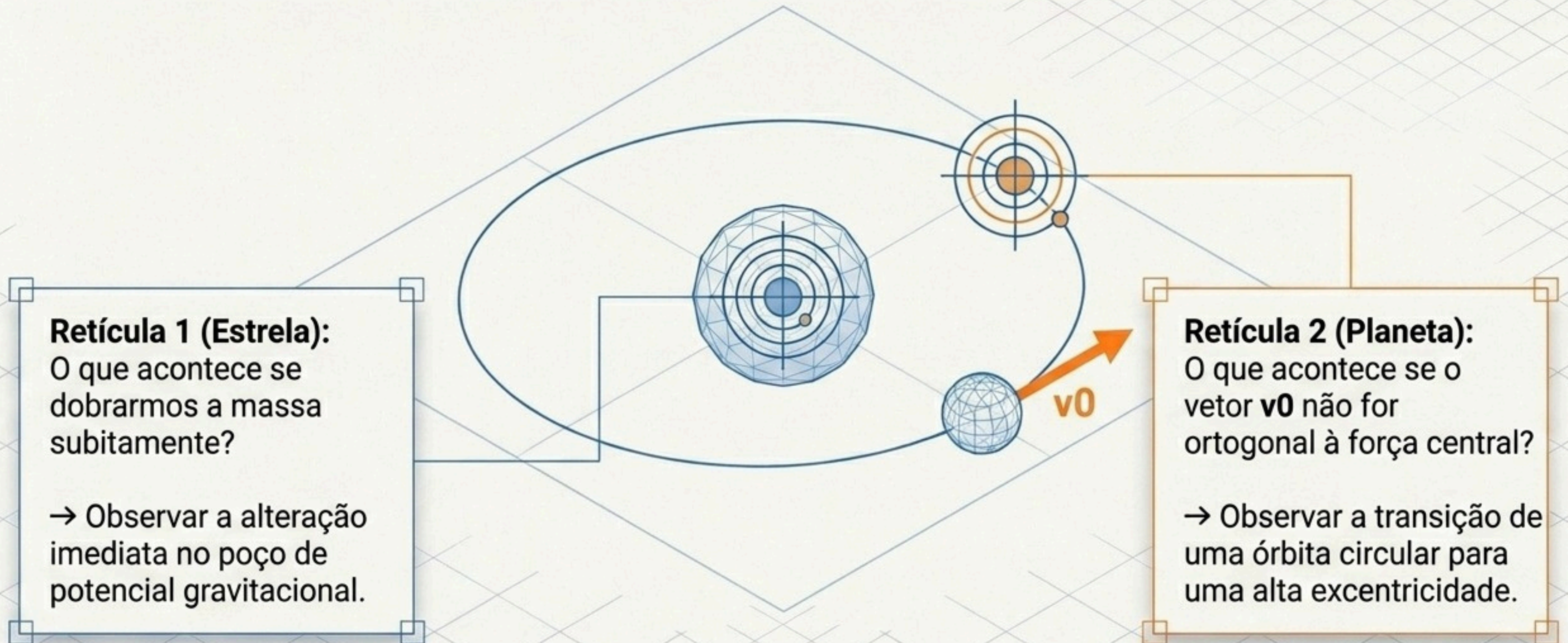
Matriz de Exploração: Os 3 Laboratórios Virtuais

Roteiro de apropriação tecnológica para as missões de investigação.

Laboratório Virtual (OVA)	Conceito Físico Alvo	Missão de Hacking (Intervenção)
 I. Sistema Estelar	Gravitação e Estabilidade Orbital	Alterar massas (m) e velocidades (v_0) para observar colapsos ou ejeções.
 II. Dipolo Elétrico	Eletromagnetismo e Vetores Espaciais	Inverter polaridades (q) e mapear a direção do campo resultante.
 III. Lançamento Oblíquo	Cinemática 3D e Forças Dissipativas	Modificar densidade do ar e gravidade local para analisar a assimetria parabólica.

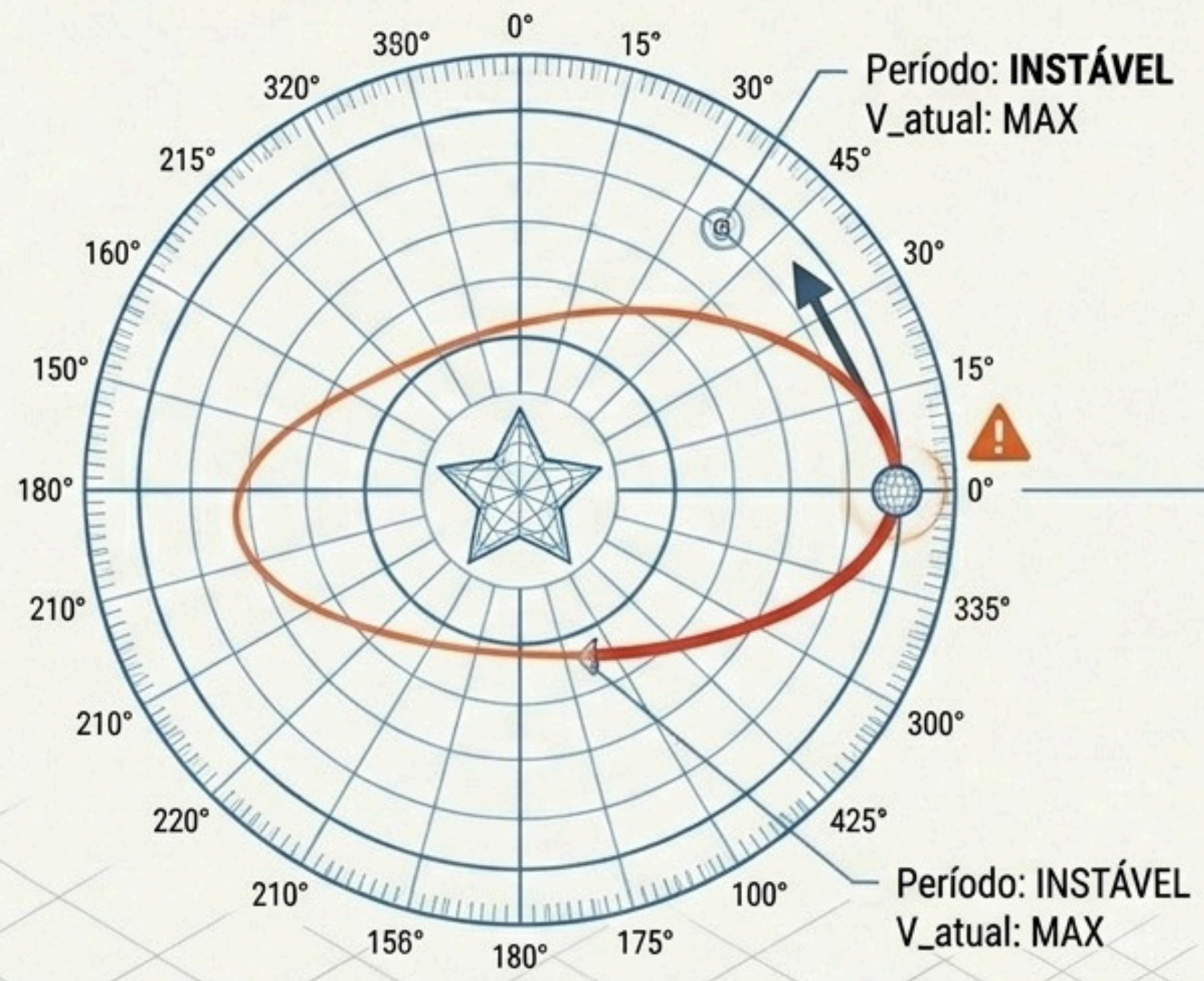
Missão I: Gravitação e Dinâmica Orbital

Compreendendo a estabilidade orbital como o equilíbrio dinâmico entre inércia e gravidade.



Gamificação: O Ajustador de Órbitas

ERRO DE EXCENTRICIDADE: 0.85 (CRÍTICO)



A Missão

Assuma o papel de engenheiro espacial. Estabilize a órbita do planeta alterando apenas a velocidade inicial no código, buscando o menor erro de excentricidade possível.

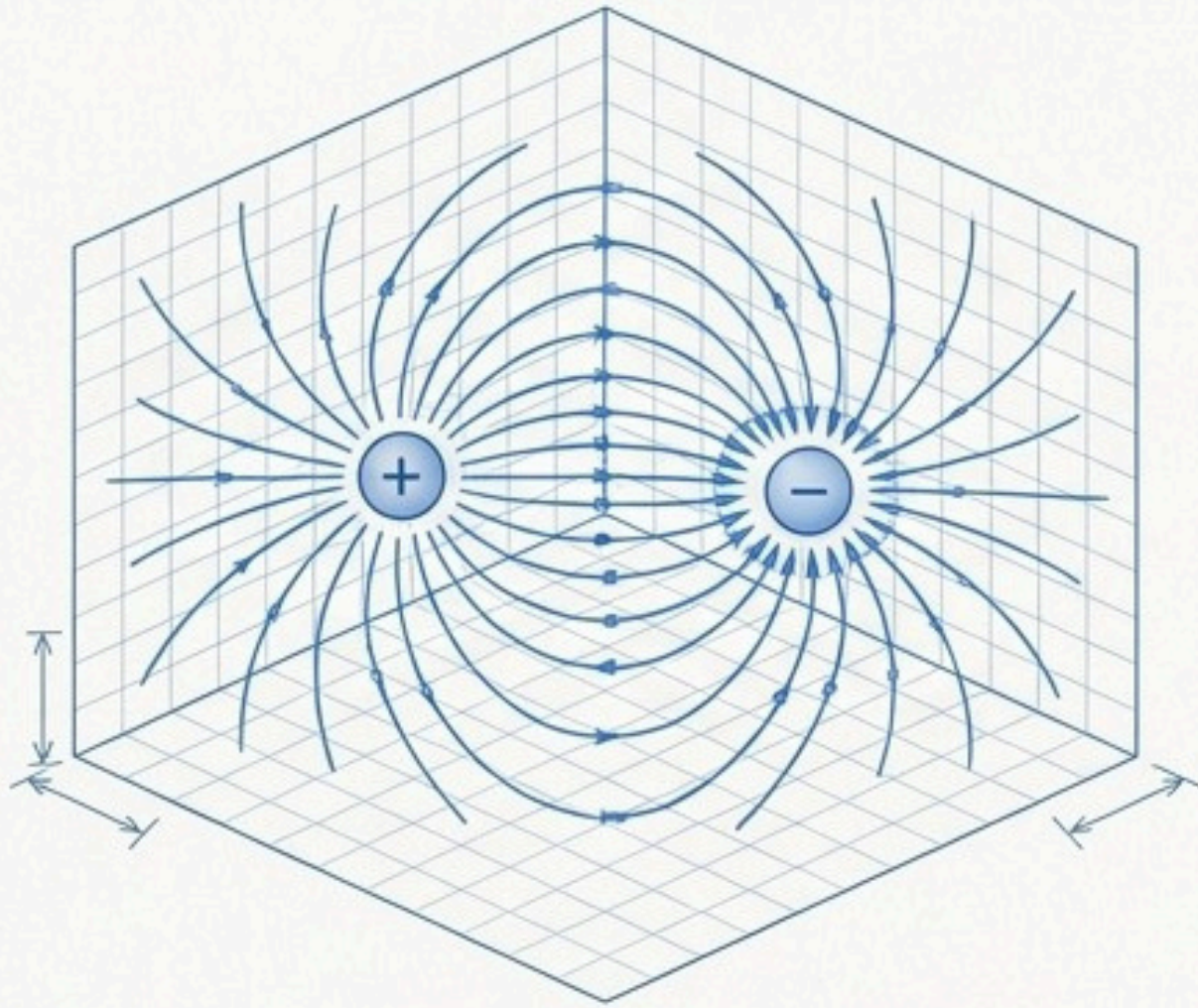
Dicas de Mestre

Se o planeta for ejetado, a energia cinética superou o poço gravitacional (velocidade excessiva). Se colidir, faltou inércia para manter a curvatura.

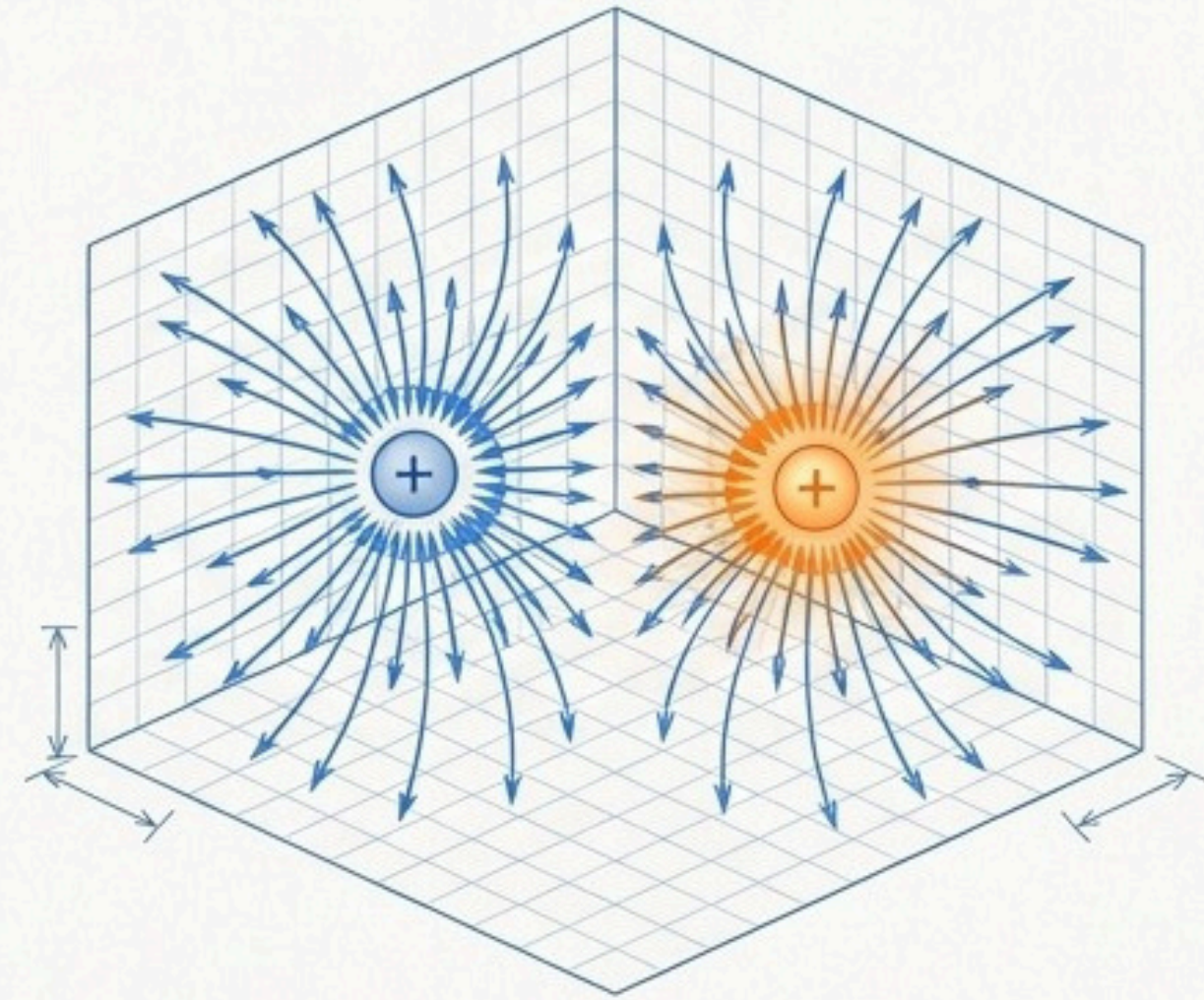
Missão II: Eletromagnetismo e o Espaço Preenchido

Visualizando o invisível: o campo elétrico não existe apenas no papel; ele preenche todo o volume espacial real.

Antes (Dipolo Padrão)



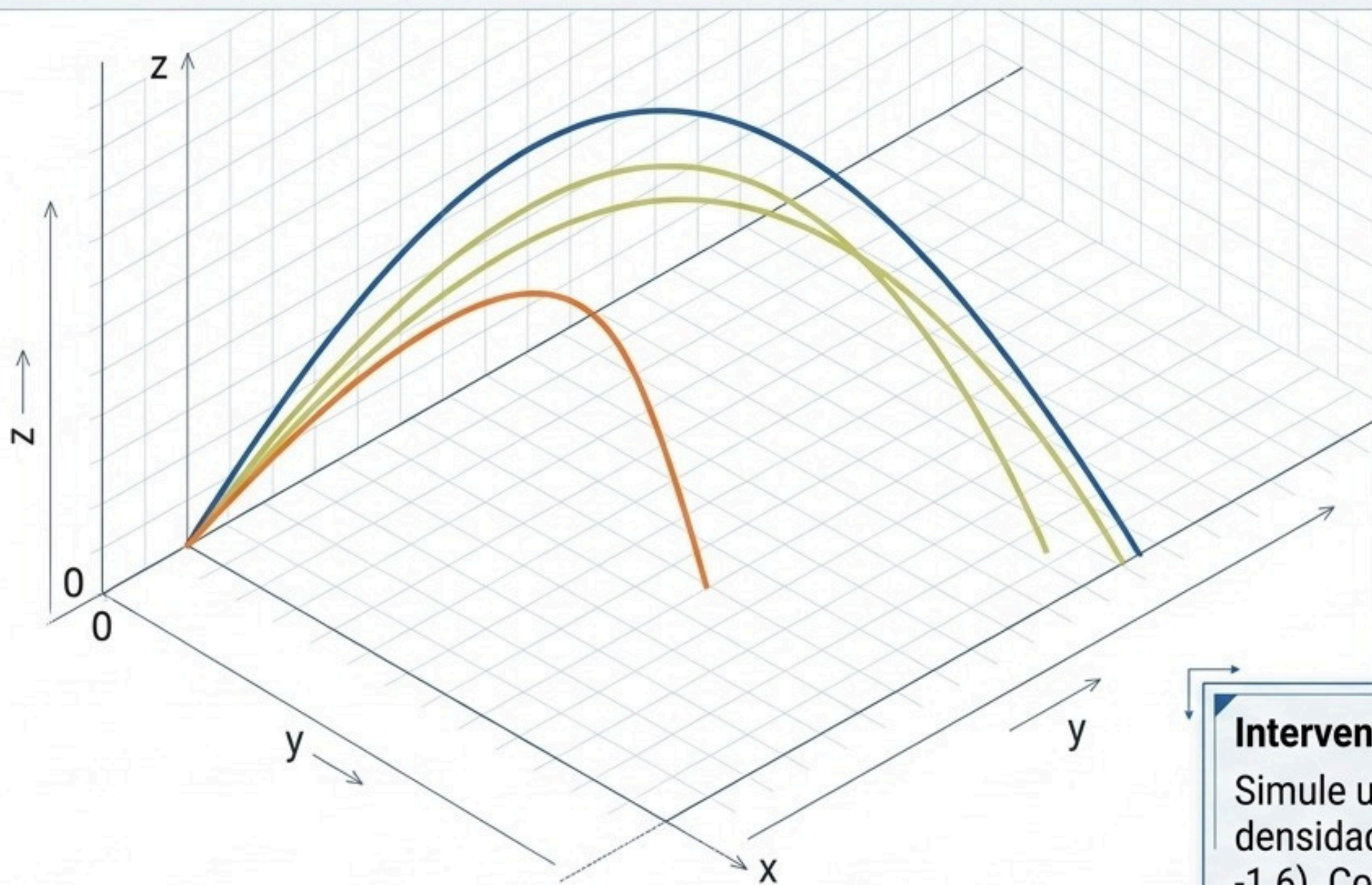
Depois (Inversão de Carga)



- A escala visual do vetor obedece à Lei do Inverso do Quadrado?
- A ponta da seta inverteu simultaneamente em todos os eixos ao trocar a carga?

Missão III: O Enigma dos Projéteis (Lançamento Oblíquo)

Comparando o vácuo galileano com forças dissipativas reais.



Linha Azul: Parábola ideal (Elétron no Vácuo).

Linha Amarela: Leve assimetria (Bola de Tênis).

Linha Laranja: Assimetria severa e queda brusca (Bola de Ping-Pong).

Intervenções de Hacking:

Simule um lançamento na água (altere a densidade para ~ 1000) ou na Lua (altere g para -1.6). Como o arrasto desloca o ápice da curva?

Validação Teórica: Confirmando a Álgebra de Ramalho

O simulador valida o Princípio da Independência dos Movimentos de Galileu: $A_{\text{máx}}$ ocorre rigorosamente a 45° .

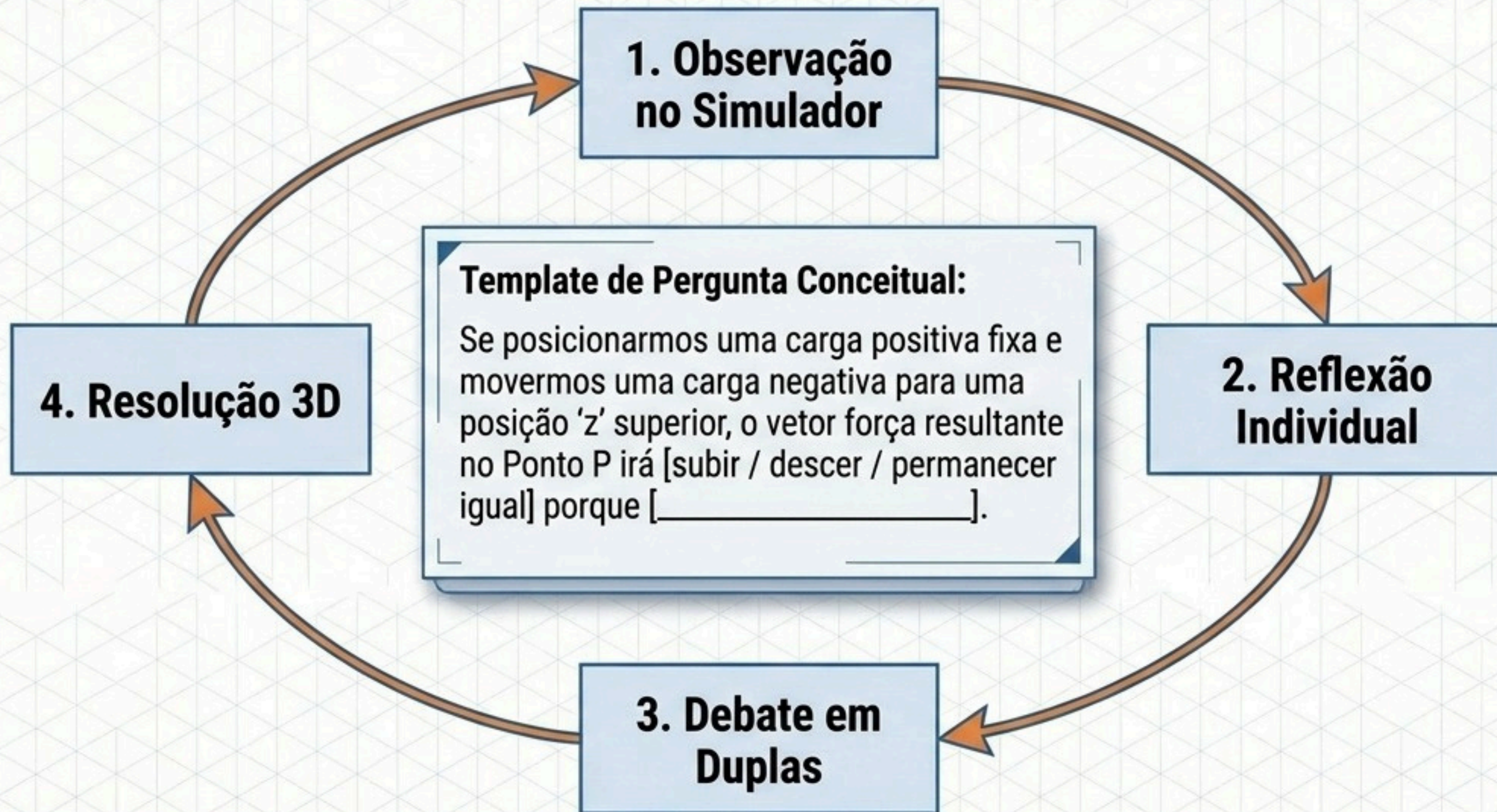
$$H = \frac{v_0^2 \cdot \sin^2 \theta}{2g}$$

$$A = \frac{v_0^2 \cdot \sin(2\theta)}{g}$$

Ângulo de Lançamento	Alcance Teórico	Alcance Simulado	Erro (%)
$30^\circ (\pi/6)$	[Dados do Aluno]	[Dados do Simulador]	$\sim 0\%$
$45^\circ (\pi/4)$	[Dados do Aluno]	[Dados do Simulador]	$\sim 0\%$
$60^\circ (\pi/3)$	[Dados do Aluno]	[Dados do Simulador]	$\sim 0\%$

Transposição Didática: Peer Instruction em 3D

Como levar o OVA para turmas do Ensino Médio. Em infraestruturas com apenas um projetor, o professor atua como mediador da exploração espacial guiada.



Sistema de Avaliação e Entregas (Aula 06)

Evidências de aprendizagem garantindo o alinhamento técnico e pedagógico do professor-cursista. Transformando a sala de aula em um laboratório imersivo.

[] **Participação Ativa (PA)**

Engajamento na oficina de Hacking Físico e discussões sobre redução da carga cognitiva.

[] **Avaliação Prática (AP)**

Entrega de uma captura de tela (Screenshot) do modelo modificado em 3D.

[] **Design Pedagógico**

Elaboração de uma Pergunta Conceitual inédita baseada no modelo modificado.

[] **Sustentabilidade**

Fichamento do artigo sobre visualização 3D no Eletromagnetismo (O 3D como Subsunçor).

Referências Bibliográficas (Aula 06)

- MAZUR, Eric. **Peer Instruction: A User's Manual.** Prentice Hall, 1997.
- RAMALHO, F.; TOLEDO, J.; FERRARO, N. **Os Fundamentos da Física.** Vol. 1, 2 & 3. Moderna, 2009.
- VYGOTSKY, L. S. **A Formação Social da Mente.** Martins Fontes, 2007.
- ARTIGOS SOBRE VISUALIZAÇÃO 3D NO ENSINO DE FÍSICA (Diversos autores, como indicado no fichamento).