PYCONAMAZÔNIA 2017

Aprendendo conceitos de Física com Python: uma introdução ao VPython!

Tópicos **Abordados**

01 Introdução

Quem sou eu, de onde venho, o que faço, etc.

02 Integração de conteúdos

Conceitos de multidisciplinaridade e interdisciplinaridade para desenvolver projetos integradores.

03 O que é o VPython?

O que é o VPython, quem criou, para que isso serve?

04 Primitivas

Exemplos de formas básicas que podem ser criadas com o VPython.

05 Exemplos

Exemplos de simulações criadas utilizando o VPython.

06 Conclusões

Conclusão final.

Introdução...
Quem sou eu?

Paulo Giovani de Faria Zeferino

- Natural de Campos do Jordão, SP.
- Graduado em Computação Científica (UNITAU), especializado em Jogos Digitais, Banco de Dados, Docência e Gestão Pública e mestre em Computação Aplicada (INPE).
- Professor no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – Campos do Jordão.

Áreas de Interesse

- Programação (Python!!!)
- Banco de dados
- Mineração de dados
- Computação gráfica
- Desenvolvimento de games
- Educação
- Ensino e aprendizagem
- Aikido

A importância da interdisciplinaridade na Educação

Com o desenvolvimento da tecnologia, inúmeras mudanças ocorreram no comportamento da sociedade. Essas mudanças também se refletem no âmbito educacional. Torna-se cada vez mais difícil despertar nos alunos, os quais vivem numa sociedade amplamente tecnológica e em constante transformação, o interesse por aulas cuja metodologia baseia-se apenas em exposição oral e têm como único recurso o quadro e o giz. Contudo, em geral, os professores não estão preparados para trabalhar nesta nova realidade.

Rodrigo Donizete Terradas, 2011.
A Importância da Interdisciplinaridade na Educação Matemática.
Revista da Faculdade de Educação, ano IX, n. 16.

Integração de conteúdos

Desenvolvendo projetos interdisciplinares

Multidisciplinaridade

Ocorre quando há mais de uma área de conhecimento em um determinado projeto, mas cada uma mantém seus métodos e teorias particulares. Serve para resolver problemas imediatos e não possui foco na articulação e nos ganhos colaborativos.

Interdisciplinaridade

Ocorre quando mais de uma disciplina se une em um projeto comum, com um planejamento que as relacione. Durante o processo, estas áreas trocam conhecimentos e enriquecem ainda mais as possibilidades. Esta visão dá significado à experiência escolar.

Projetos Integradores

O que é um projeto integrador?

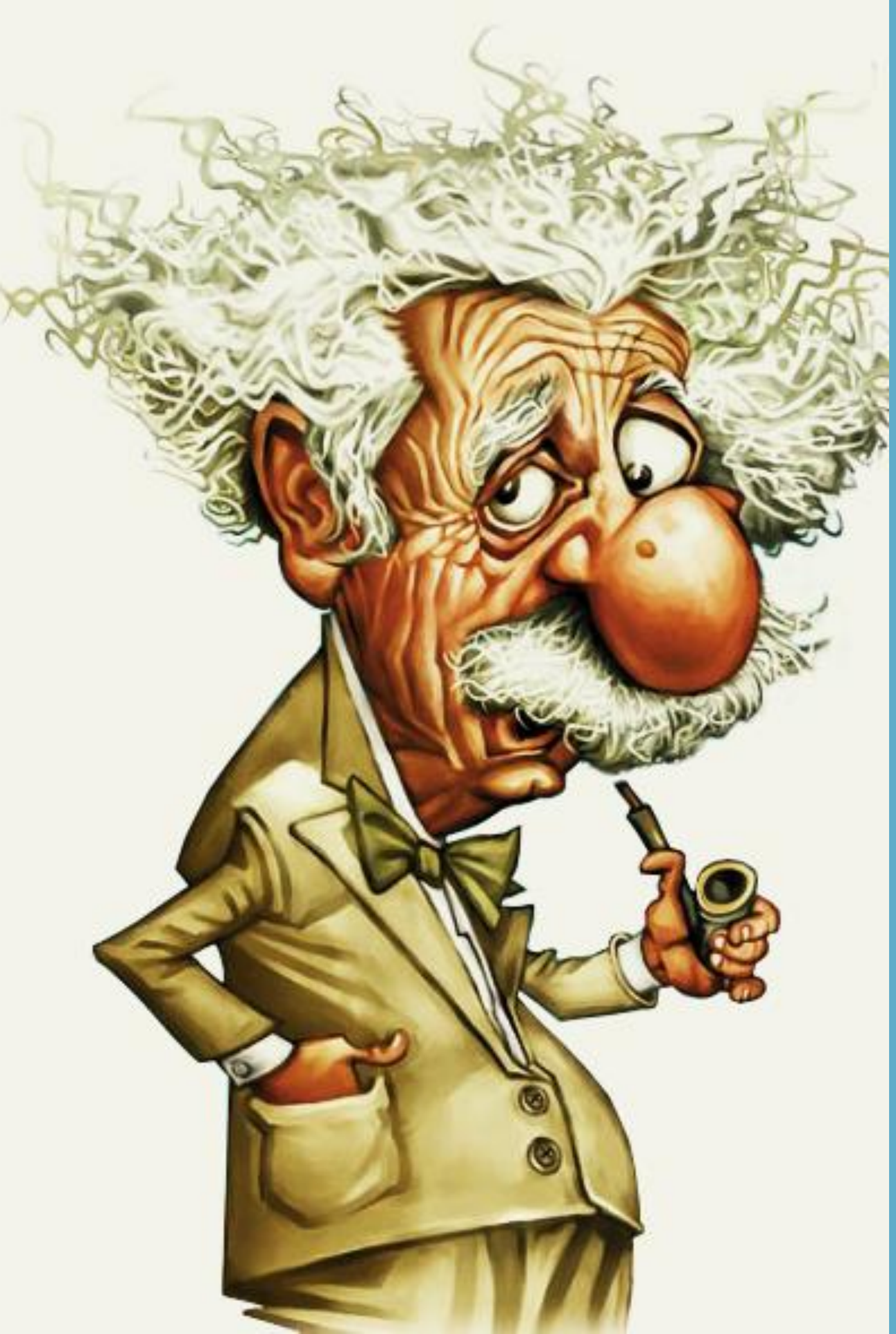
Atividade acadêmica desenvolvida com o objetivo de integrar conhecimentos de todas as disciplinas que compõem um determinado período, onde os alunos desenvolvem trabalhos práticos utilizando conceitos e fundamentos vistos em sala de aula.

Quais suas vantagens?

Integração de conteúdos vistos nas disciplinas, desenvolvimento de produtos e fixação da aprendizagem.

Quais suas desvantagens?

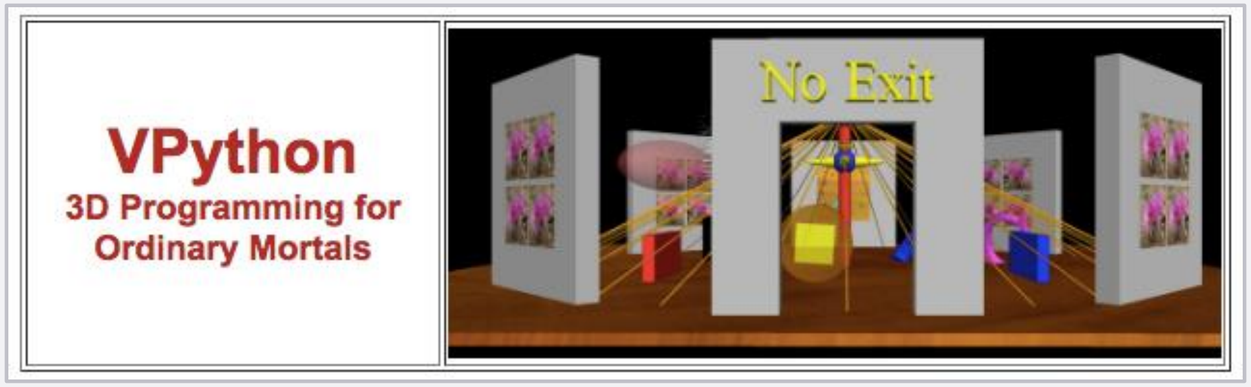
Requer planejamento do docente e do aluno. "... Contudo, em geral, os professores não estão preparados para trabalhar nesta nova realidade." - Rodrigo Donizete Terradas.



“Tá... mas dá pra fazer alguma coisa utilizando alguns dos conceitos da Física junto com a linguagem Python?”

Dúvida enviada por Albert Einstein
Físico alemão

VPython
O que é isso?



É uma linguagem de programação de fácil aprendizado e adequada à criação de modelos 3D interativos de sistemas físicos.

www.vpython.org

VPython
O que é isso?

O que é o VPython?

O VPython é um módulo de gráficos 3D que atua em conjunto com a linguagem de programação Python.

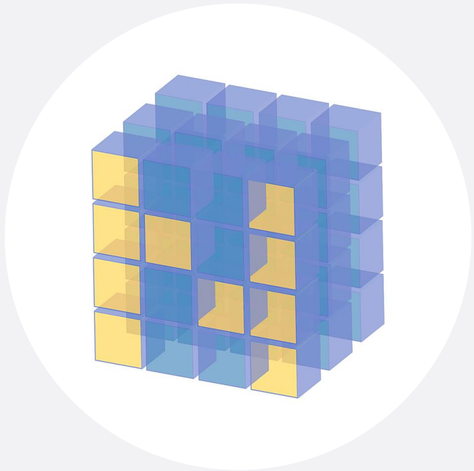
Quais são seus recursos?

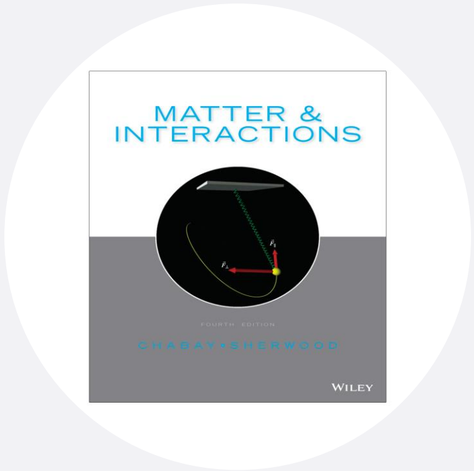
O VPython possui recursos que permitem criar uma variedade de objetos 3D que podem ser manipulados e animados.

Para que ele serve?

O VPython pode ser utilizado na criação de animações da vida real, tanto para diversão quanto como para uso educacional. É especialmente útil na criação de exemplos que envolvem leis simples da Física.

VPython
O que é isso?





O que é?

O VPython é a linguagem de programação Python em conjunto com um módulo para a criação de objetos 3D, desenvolvido no ano 2000 pelo aluno **David Scherer**.

Por que Vpython?

O nome **VPython** é a combinação do módulo 3D, chamado Visual, em conjunto com a linguagem de programação Python.

Colaboradores?

A implementação original foi realizada por uma equipe da Universidade Carnegie Mellon liderada por David Scherer, com o auxílio de David Andersen, Ruth Chabay, Ari Heitner, Ian Peters e **Bruce Sherwood**.

Uso na Educação?

Estudantes de cursos introdutórios de Física têm utilizado o VPython para fazer a modelagem em computador, sem se preocupar com a parte da visualização gráfica (**Matter and Interactions**).

VPython
Começando a utilizar

- ### Onde faço o download?

  O VPython pode ser obtido através do site **www.vpython.org**. Existem opções disponíveis para Windows, Linux e Mac. O VPython 7 pode ser instalado utilizando um comando `[pip]` ou `[conda]`.

- ### Qual versão devo utilizar?

  A versão denominada **Classic VPython,** correspondente ao VPython 5.74**,** utiliza uma versão do IDLE, denominada **VIDLE**, para a criação de seus programas. O VIDLE utiliza o Python 2.7. Entretanto, os desenvolvedores não fornecem mais suporte para essa versão. Versões mais novas, como o **VPython 6** e o **VPython 7** utilizam o **Jupyter** e permitem a escrita de código utilizando o Python 3. Esse código é compatível com o **GlowScript**.

VPython
Começando a utilizar

VPython – www.vpython.org

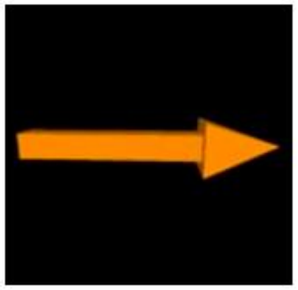
- Baseado em **Python 2** ou **Python 3**.
- Ambiente mais maduro.
- Permite a utilização de módulos.
- Executa no computador.
- Não executa em um navegador web (VPython 5).
- Novas versões executam no navegador e possuem a sintaxe do GlowScript.

GlowScript – www.glowscript.org

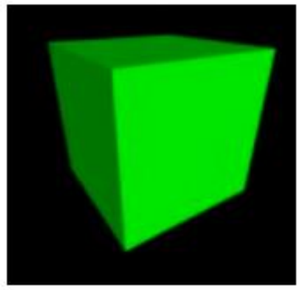
- Baseado em **Javascript** e **WebGL**.
- Ambiente mais atual.
- Não permite a utilização de módulos desenvolvidos pelo usuário.
- Necessita de um navegador web.

VPython
Primitivas

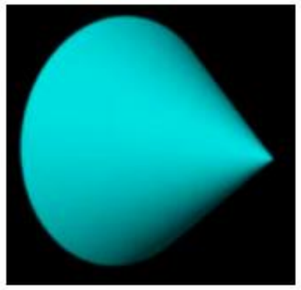
arrow



box



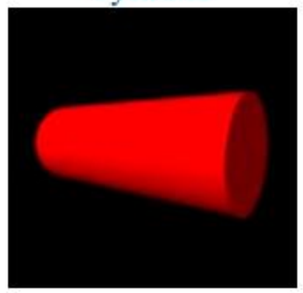
cone



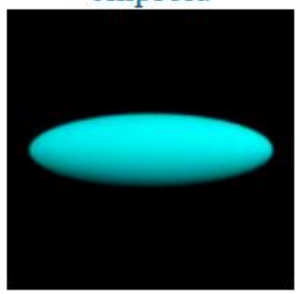
convex

curve

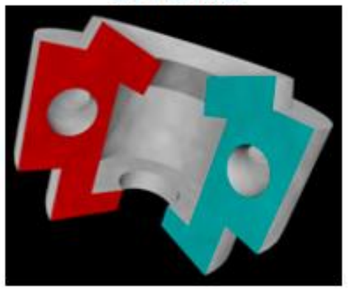
cylinder



ellipsoid



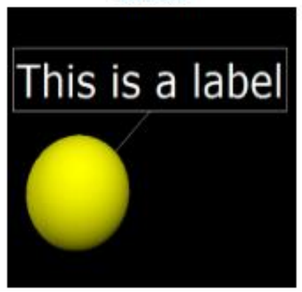
extrusion



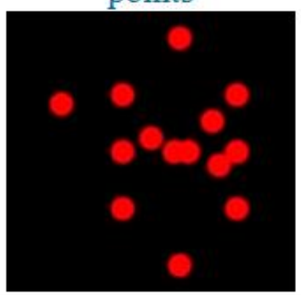
faces

helix

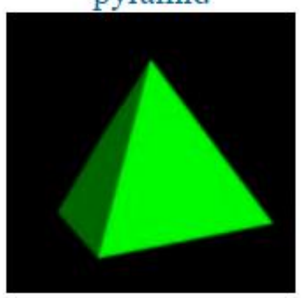
label



points



pyramid

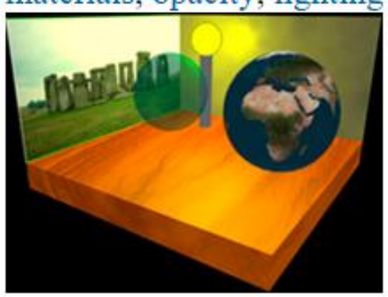


ring

sphere

text

materials, opacity, lighting



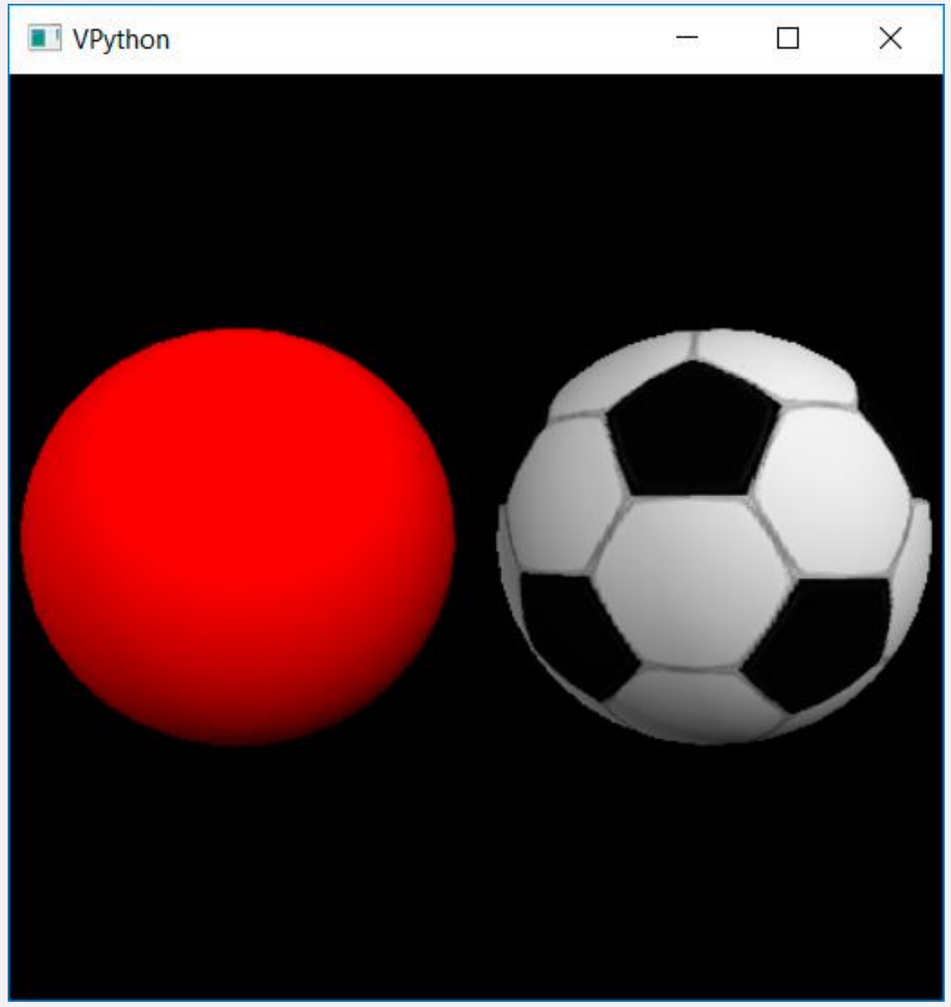
For extrusions:

The shapes library

The paths library

VPython
Primitivas

```
from visual import *

# Cria uma esfera vermelha
sphere(pos = vector(-1.1, 0, 0),
       color = color.red)

# Cria uma esfera utilizando uma textura
tex = materials.texture(data =
      materials.loadTGA('textura_bola.tga'),
      mapping = 'spherical',
      interpolate = False)

sphere(pos = vector(1.1, 0, 0),
       material = tex)

# Exibe a simulação
while True:
    rate(1)
```



VPython
Primitivas

```
# -*- coding: cp1252 -*-
from visual import *

def cria_plano(largura, profundidade, altura, cor):
    """Cria um plano utilizando um objeto do tipo box."""

    # Cria o plano
    plano = box(pos = (0, -1, 0),
                length = profundidade,
                height = altura,
                width = largura,
                color = cor)

    # Retorna o objeto
    return plano
```

VPython
Primitivas

```
def cria_bola(raio, massa, pressao):
    """Cria uma bola de futebol utilizando uma esfera."""

    # Textura da bola
    tex = materials.texture(data =
                            materials.loadTGA('textura_bola.tga'),
                            mapping = 'spherical', interpolate = False)

    # Cria a bola
    bola = sphere(pos = vector(0, 0, 0), material = tex)

    # Define os atributos da bola
    bola.massa = massa
    bola.circunferencia = 2.0 * raio
    bola.pressao = pressao

    # Retorna o objeto
    return bola
```

VPython
Primitivas

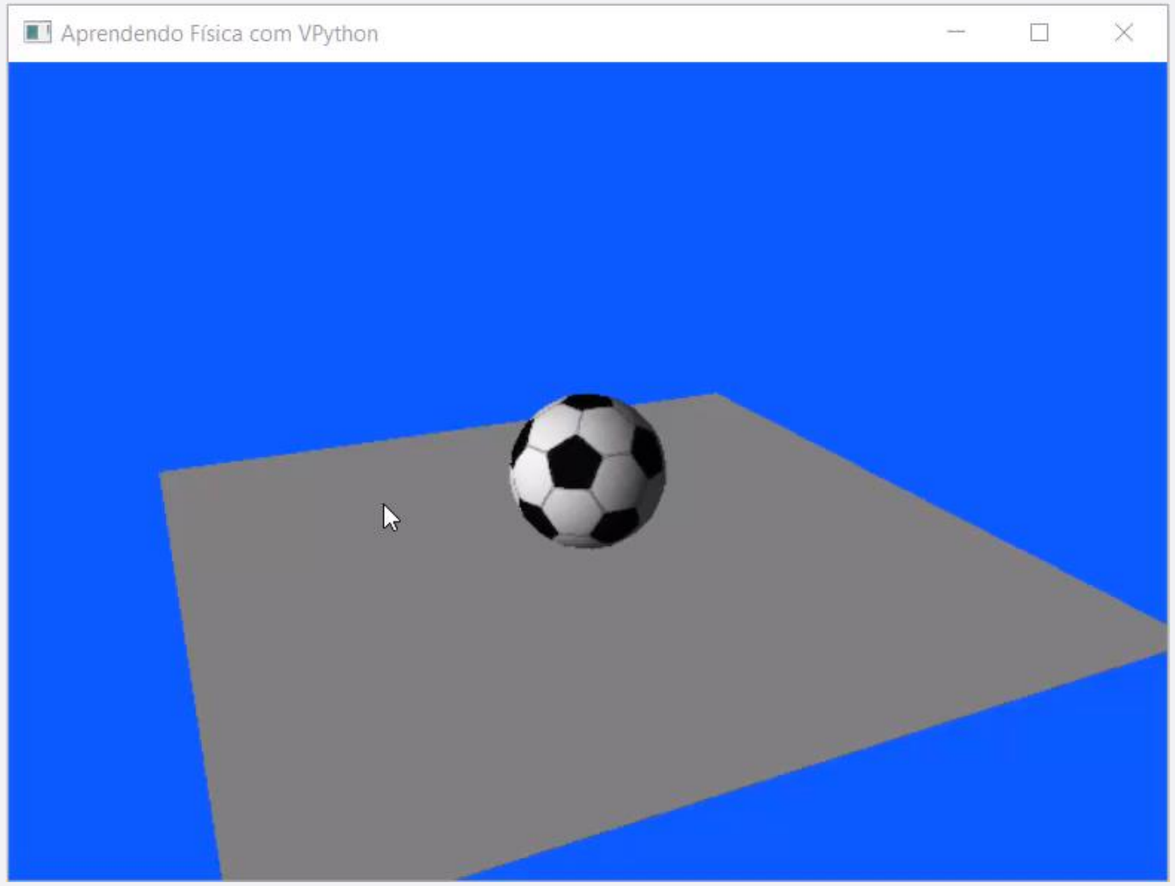
```
# Criação da cena

# Dimensões e cor de fundo da janela da aplicação
largura_janela = 640
altura_janela = 480
cor_janela = (0.069, 0.343, 1.000)

# Define a cena
scene = display(title = 'Aprendendo Física com VPython',
                x = 0,
                y = 0,
                autoscale = True,
                width = largura_janela,
                height = altura_janela,
                center = (0, 0, 0),
                background = cor_janela)
```

VPython
Primitivas

```
# Define as dimensões e cor do piso
largura_piso = 10
profundidade_piso = 10
altura_piso = 0.01
cor_piso = (0.9, 0.9, 0.9)

# Cria o piso
piso = cria_plano(largura_piso,
                  profundidade_piso,
                  altura_piso,
                  cor_piso)

# Define alguns atributos para a bola
raio_bola = 0.7
massa_bola = 0.45
pressao_bola = 1.1
```

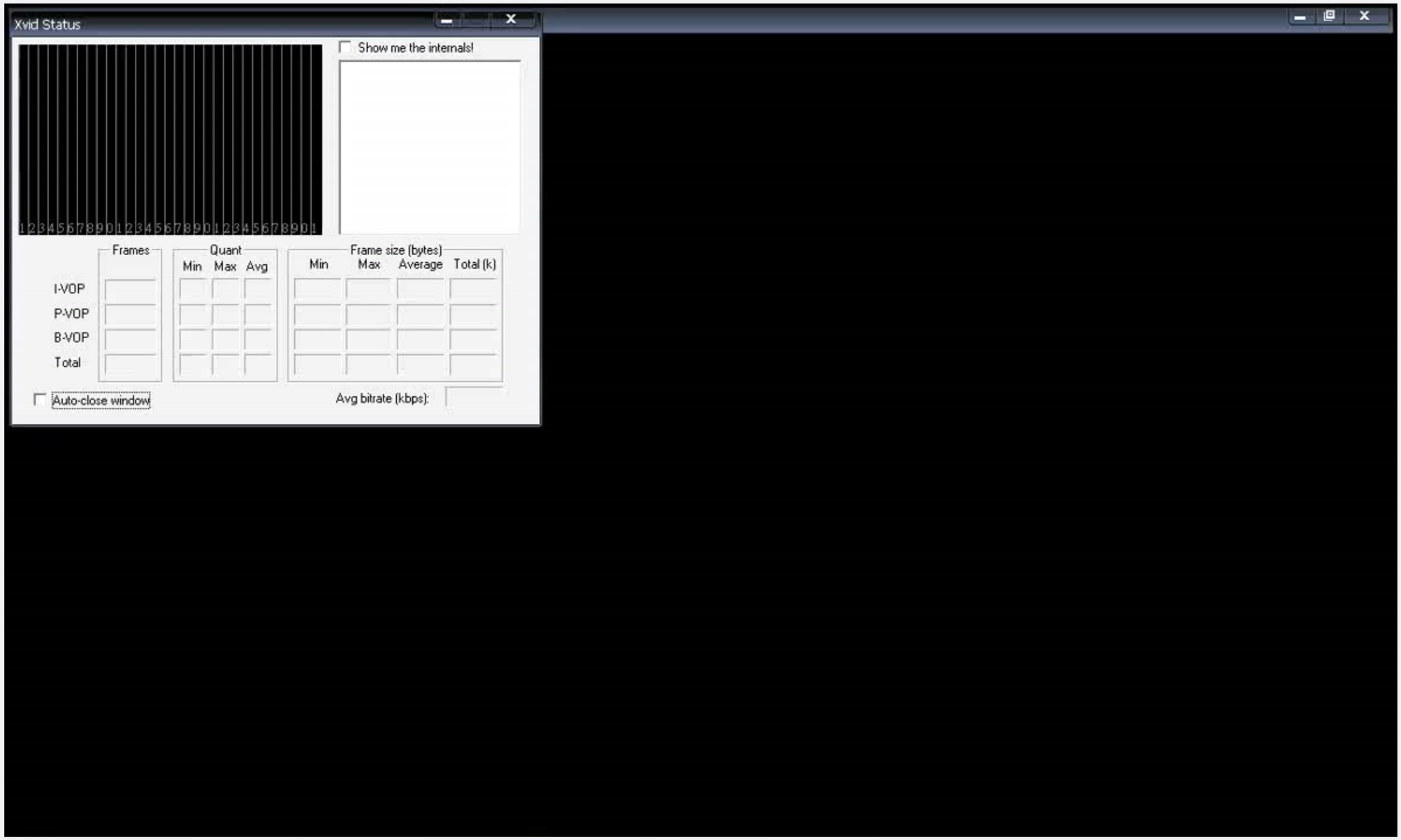
VPython
Primitivas

```
# Cria a bola
bola = cria_bola(raio_bola,
                 massa_bola,
                 pressao_bola)


# Exibe a simulação
while True:

    # Taxa de animação
    rate(1)
```

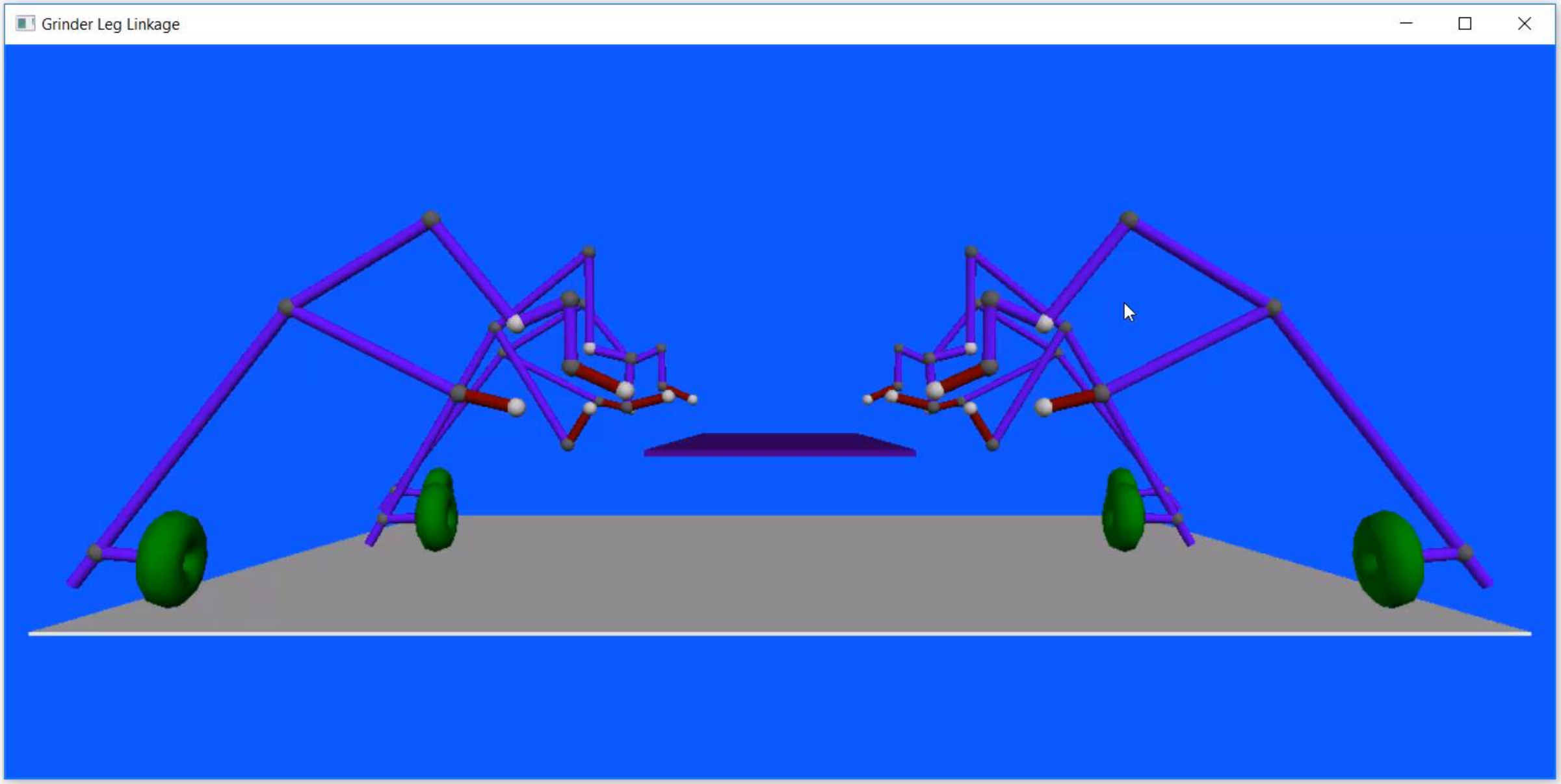


Exemplos

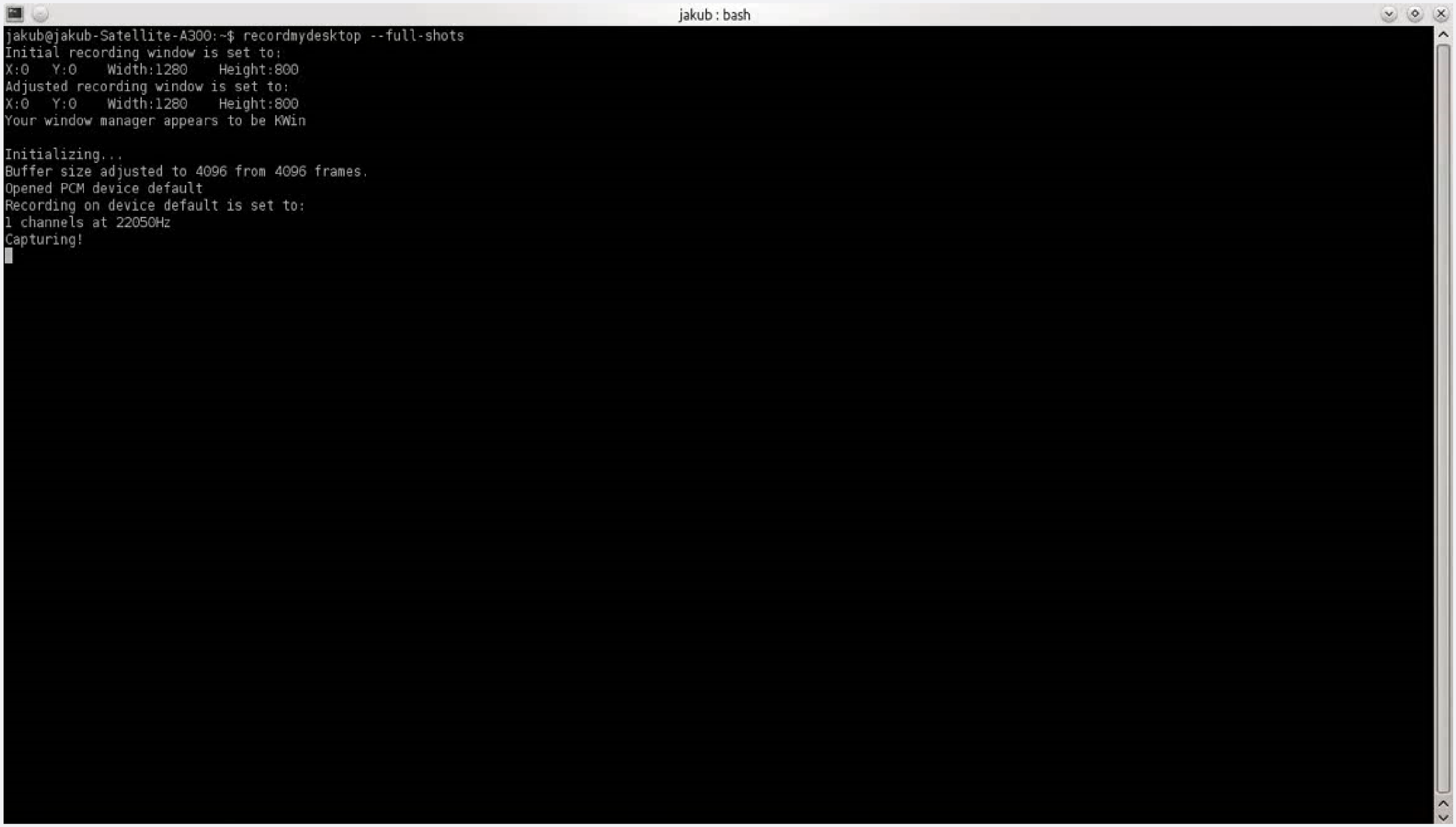
VPython
Exemplos – Robô Bipede (https://youtu.be/pfsbeeiycq0)



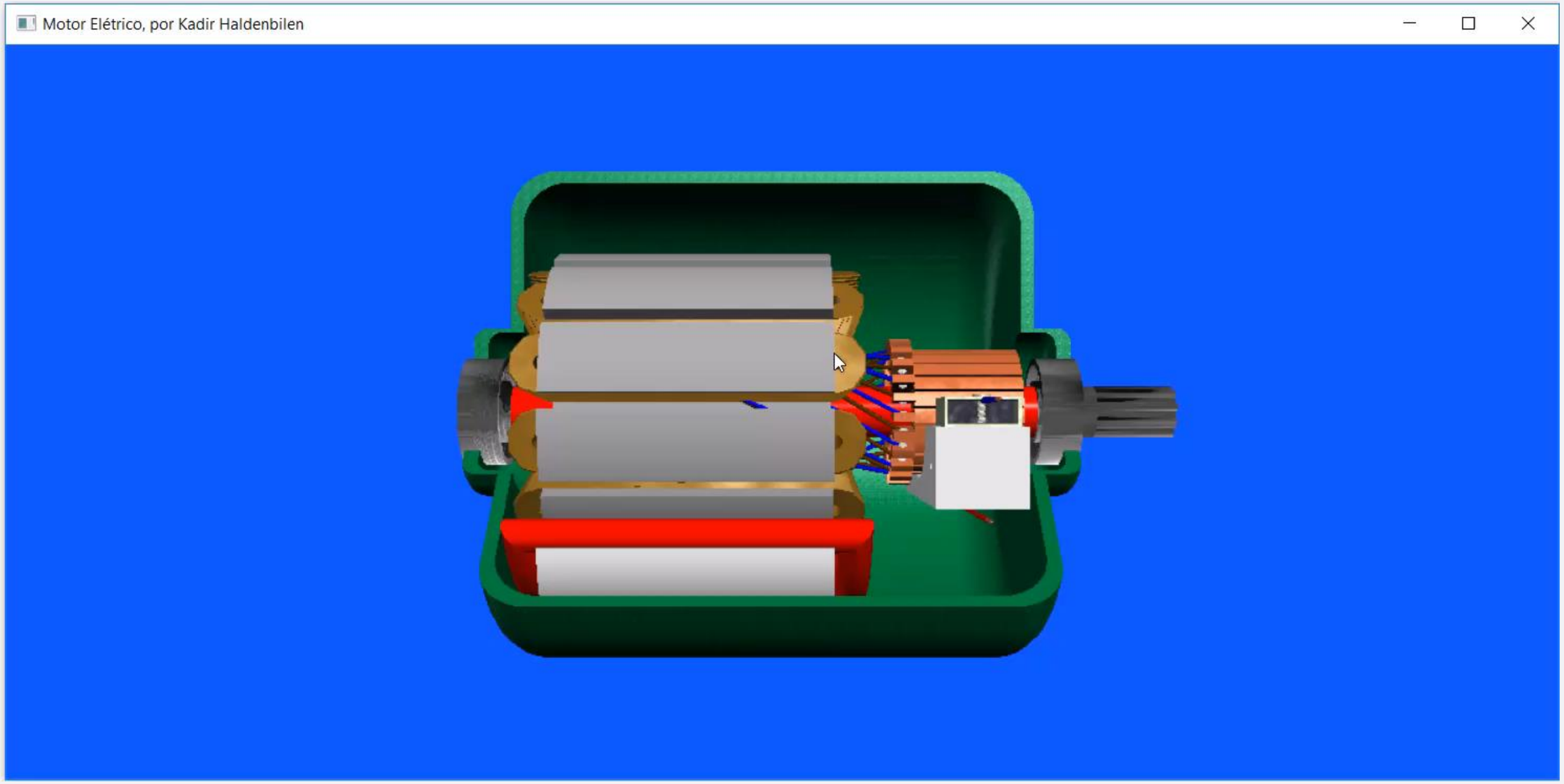
VPython
Exemplos – Grinder (https://goo.gl/Vusk9T)



VPython
Exemplos – Lógica Fuzzy (https://youtu.be/JFr8TZL0RO4)



VPython
Exemplos – Motor elétrico (desenvolvido por Kadir Haldenbilen)



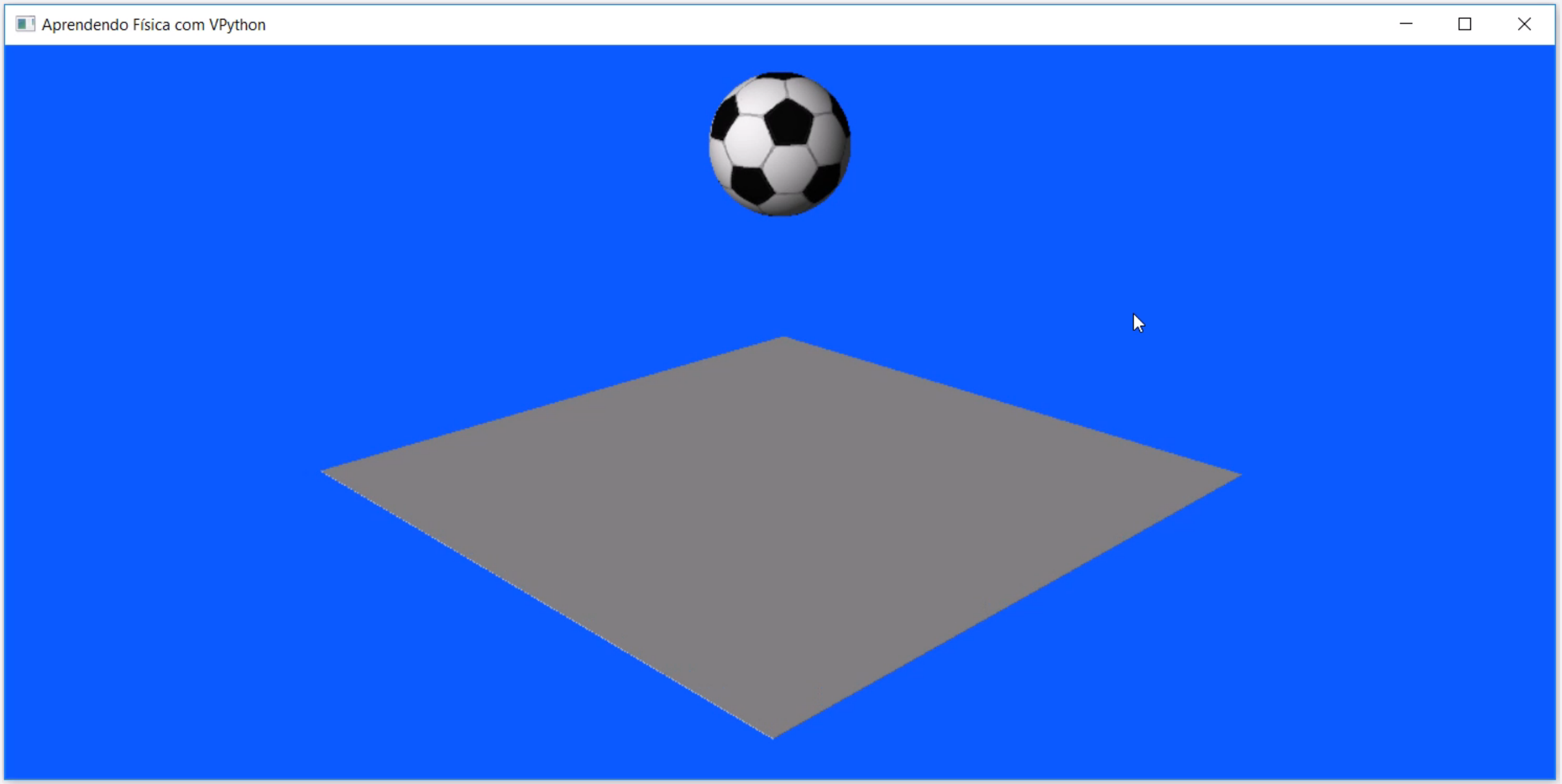
VPython
Exemplos – Tênis de mesa (VPython 7)

```
# Cabo da raquete
cabo = box(pos = vector(0, -1, 0),
           length = 2,
           height = 1,
           width = 0.1,
           color = vector(0.72, 0.42, 0))

# Raquete
raquete = cylinder(pos = vector(0, 0, 0),
                   size = vector(.1, 1.5, 10),
                   axis = vector(0, 0, 1),
                   color = vector(0.72, 0.42, 0))

# Une os objetos e cria a raquete direita
raquete_direita = compound([cabo, raquete])
raquete_direita.axis = vector(0, 0, 1)
raquete_direita.pos = vector(14, 3, 0)
raquete_direita.rotate(angle = 3.14/4,
                       axis = vector(-1, 0, 0))
```

VPython
Exemplos – Bola pulando

```
# Incremento de tempo
dt = 0.01

# Força da gravidade
g = 9.8

# Exibe a simulação
while True:

    # Taxa de animação
    rate(100)

    # Forças que atuam na bola
    # F = ma (segunda lei de Newton)
    forca_bola = vector(0,
                        -bola.massa * g,
                        0)

    aceleracao = forca_bola / bola.massa

    # Atualiza a velocidade da bola
    # v = v0 + at
    bola.velocidade += aceleracao * dt

    # Atualiza a posição da bola
    # s = s0 + vt - 0.5at^2
    bola.pos += bola.velocidade * dt -
0.5 * aceleracao * dt**2

    # Adiciona uma rotação na bola
    bola.rotate(angle = -0.02/4,
                axis = vector(0, 0, 1),
                origin = bola.pos)

    # Verifica se a bola colidiu com o
    # piso
    if (bola.pos.y - bola.raio - 0.3) <=
piso.pos.y:
        bola.velocidade.y = -
bola.velocidade.y
```

VPython
Exemplos – Bola pulando

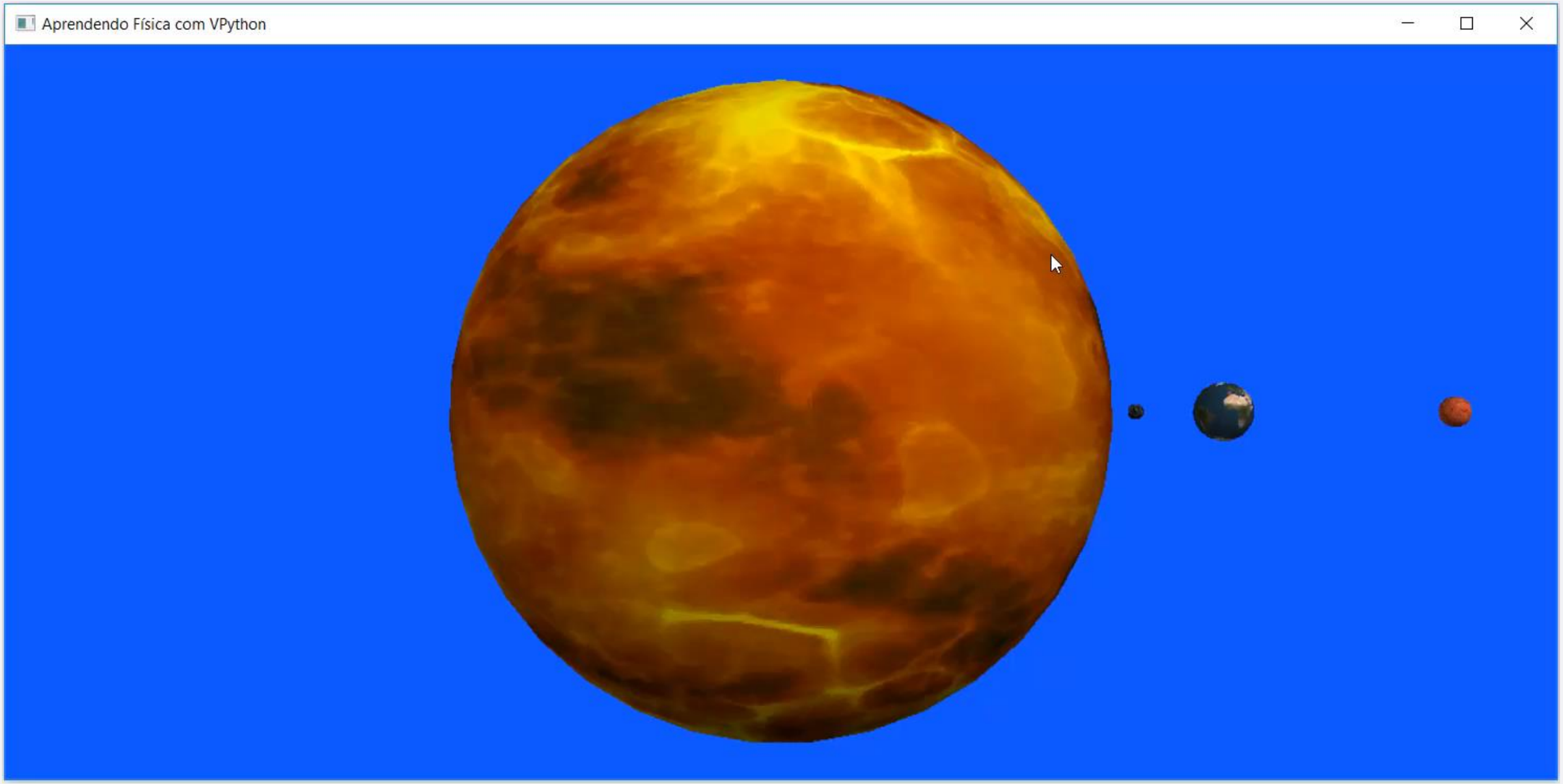


VPython
Exemplos – Sistema Solar (https://goo.gl/iP58s9)

```
# Escala
escala = 10.0

# Cria o Sol
tex = materials.texture(data =
      materials.loadTGA('textura_sol.tga'),
      mapping = 'spherical',
      interpolate = False)

Sol = sphere(color = vector(1, 1, 0),
             pos = vector(0, 0, 0),
             radius = 109.0 / escala,
             material = tex,
             shininess = 10)

# Período de rotação do Sol (equatorial)
periodoSol = 157.08

# Período sideral da Terra = 365.256
omegaTerra = 2 * 3.14159 / 365.256
periodoTerra = 6.266
```

```
while True:

    rate(30)

    # Revolução da Terra
    Terra.rotate(angle = omegaTerra,
                 axis = vector(0, 1, 0),
                 origin = vector(0, 0, 0))

    # Rotação da Terra
    Terra.rotate(angle = periodoTerra,
                 axis = vector(0, 1, 0),
                 origin = Terra.pos)

    # Atualiza o ângulo de revolução da Lua
    anguloLua += omegaLua

    # Atualiza a posição e revolução da Lua
    Lua.pos = Terra.pos + vector(2, 0, 0)
    Lua.rotate(angle = anguloLua,
               axis = vector(0, 1, 0),
               origin = Terra.pos)
```

VPython
Exemplos – Sistema Solar (https://goo.gl/iP58s9)



VPython
Exemplos – Sistema massa-mola

- Lei de Hooke

$$F = -kx$$

- 2ª Lei de Newton

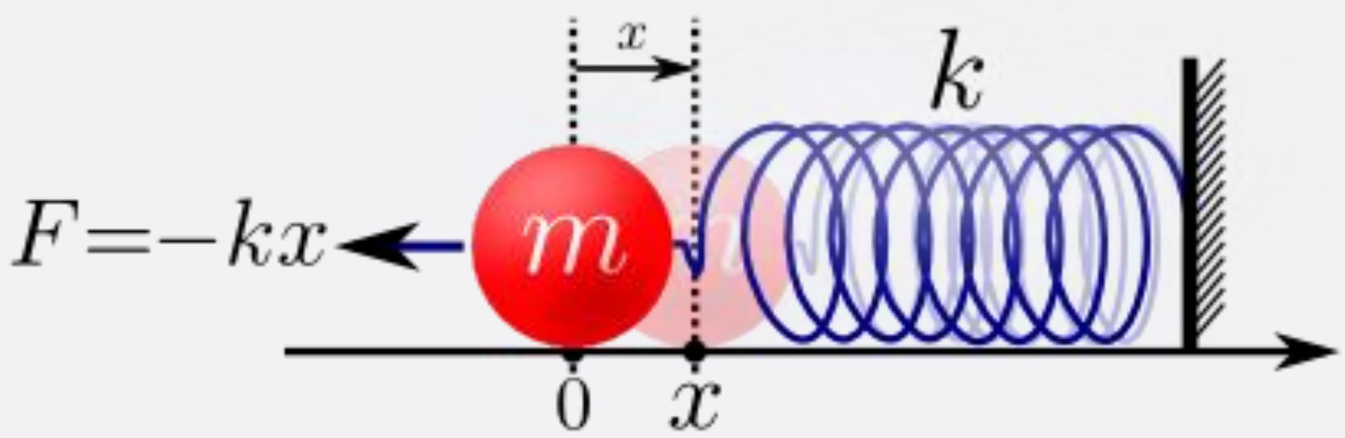
$$F = ma$$

- Calculando a aceleração

$$ma = -kx$$

$$a = -\frac{kx}{m} \rightarrow a = -\frac{k}{m}\,x$$

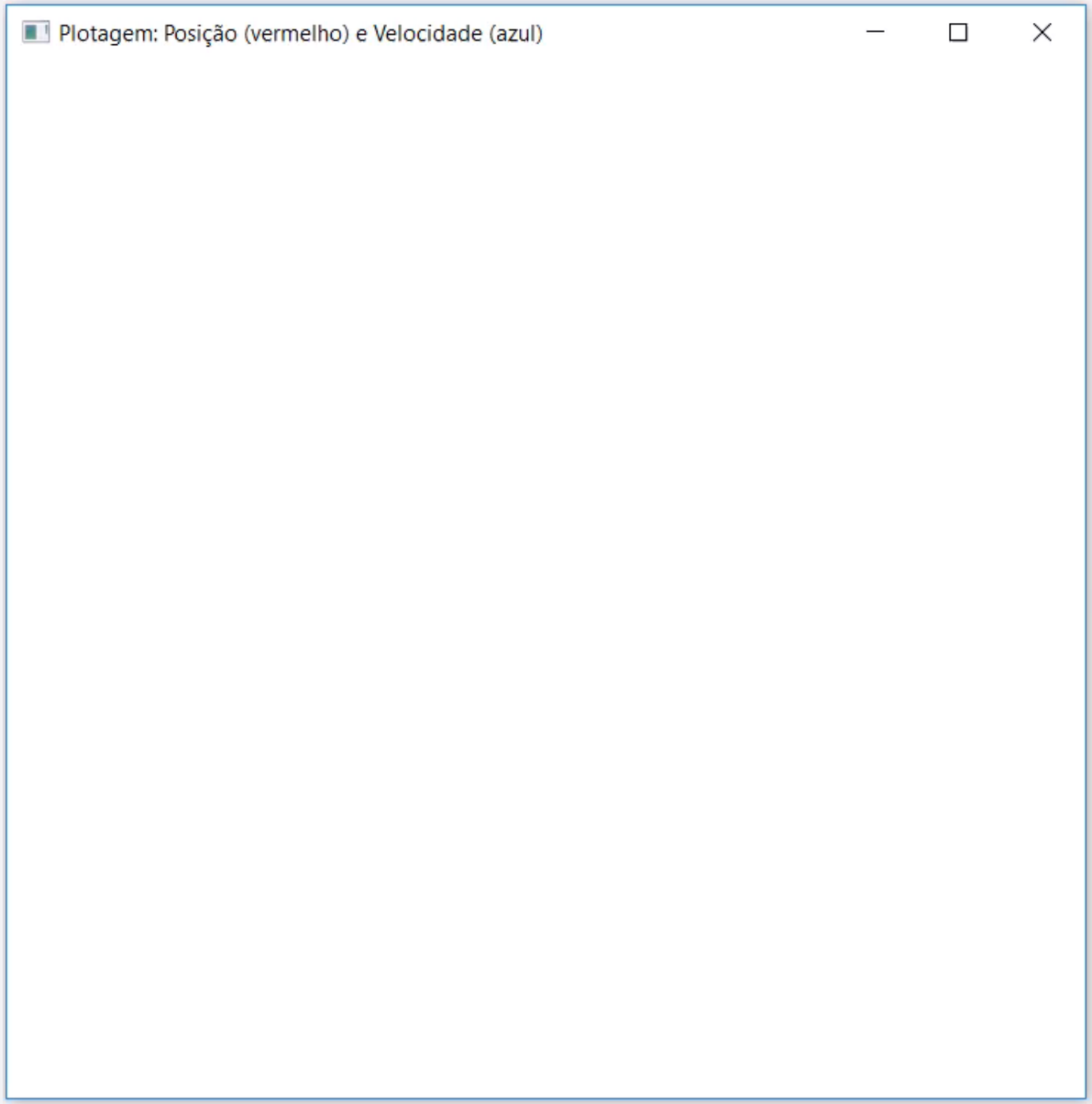
A **Lei de Hooke** estabelece que a força elástica F de uma mola é proporcional à sua distensão x, na direção oposta a esta. Se uma massa m está presa a uma das extremidades de uma mola horizontal e pode se mover livremente, e a outra extremidade da mola está fixa, então $F(t) = -kx(t)$, onde k é a constante elástica da mola. (Fonte: https://goo.gl/mRMCDW)

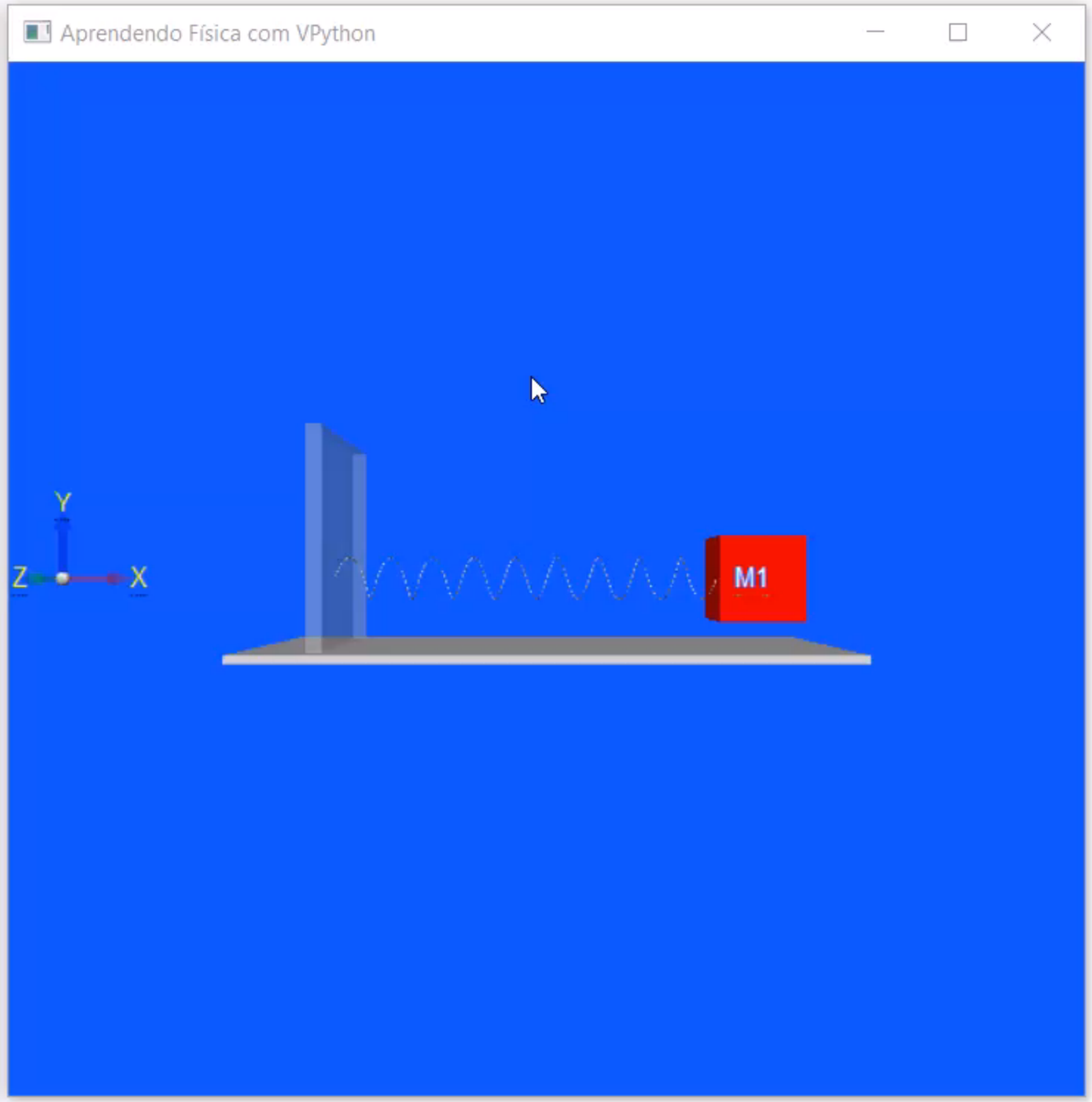


VPython
Exemplos – Sistema massa-mola

```
# Parâmetros iniciais
x_inicial = 3.0
x_deslocamento = 0.5
v_inicial = 0.0
m  = 25
k = 15
t = 0.0
dt = 0.01

# Simulação
while True:

    rate(100)

    # Calcula o deslocamento
    delta_x = (x_inicial - x_deslocamento)

    # Calcula a aceleração
    a = -(k / m ) * delta_x

    # Calcula a velocidade de deslocamento
    v_final = v_inicial + a * dt

    # Calcula a posição
    x_final = x_inicial + v_final * dt

    # Movimenta o cubo e a sua legenda
    cubo.pos = (x_final, 0, 0)
    cubo.label.pos = cubo.pos

    # Atualiza o comprimento da mola
    mola.length = cubo.pos.x - parede.pos.x

    # Plota a posição e a velocidade
    posicao.plot(pos = (t, x_final))
    velocidade.plot(pos = (t, v_final))

    # Atualiza a posição e velocidade
    x_inicial = x_final
    v_inicial = v_final

    # Atualiza o tempo
    t = t + dt
```

VPython
Exemplos – Sistema massa-mola

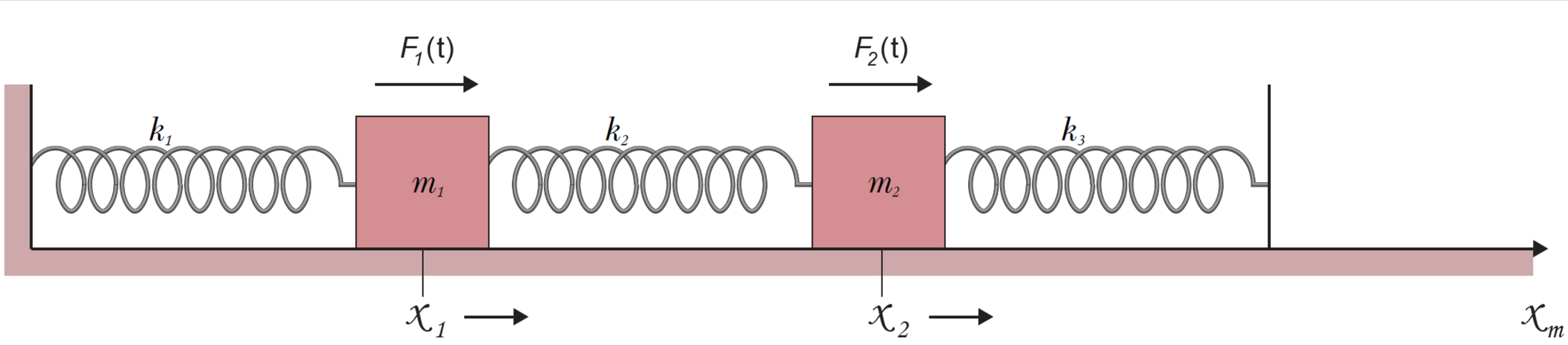




3DBMO – 3D Big Mechanical Oscillator (https://goo.gl/Vhi7NF)

- ## Oscilador harmônico acoplado

  Existem casos onde o sistema oscilante é constituído por diversas partículas de massas $m_1, m_2, ..., m_n$, acopladas por molas de constantes de forças $k_1, k_2, ..., k_n$. Nessa situação, temos o que é denominado de oscilador harmônico acoplado:

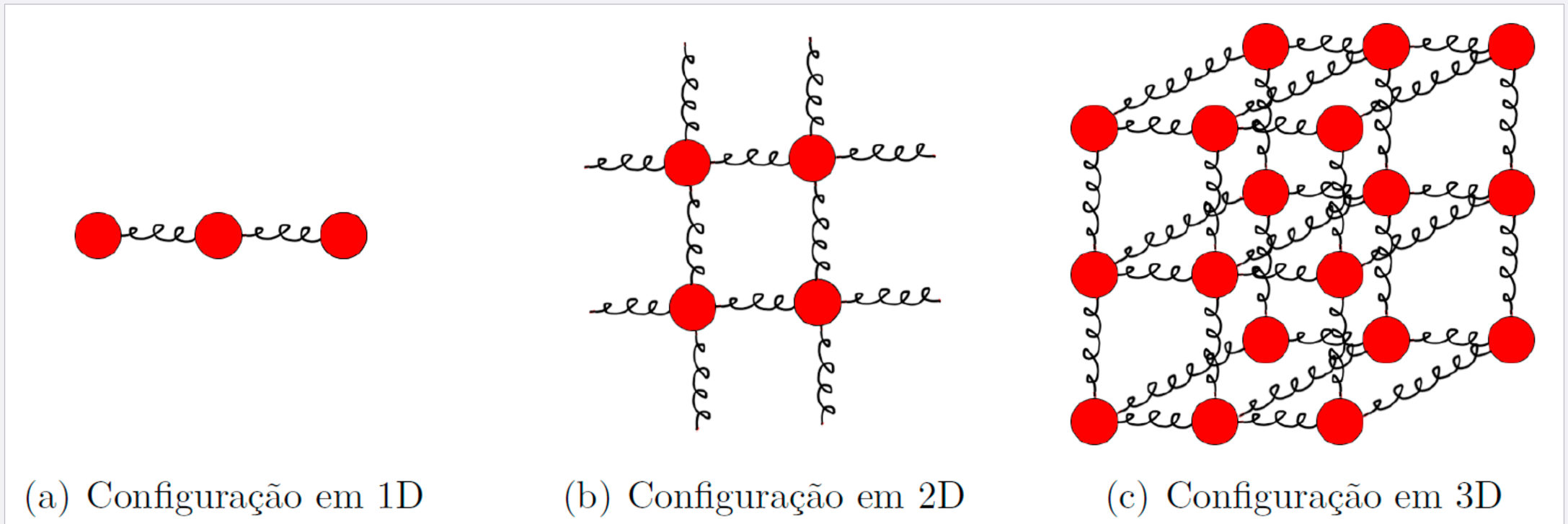


Exemplo de oscilador harmônico acoplado. Fonte: Adaptado de Walker et al (2014) e Oliveira (2008).

VPython
3DBMO – 3D Big Mechanical Oscillator (https://goo.gl/Vhi7NF)

- Sistema de osciladores

  O sistema de osciladores acoplados do 3DBMO pode ser composto por elementos ligados entre si, configurados de acordo com a dimensão onde se deseja distribuir uma quantidade de elementos.



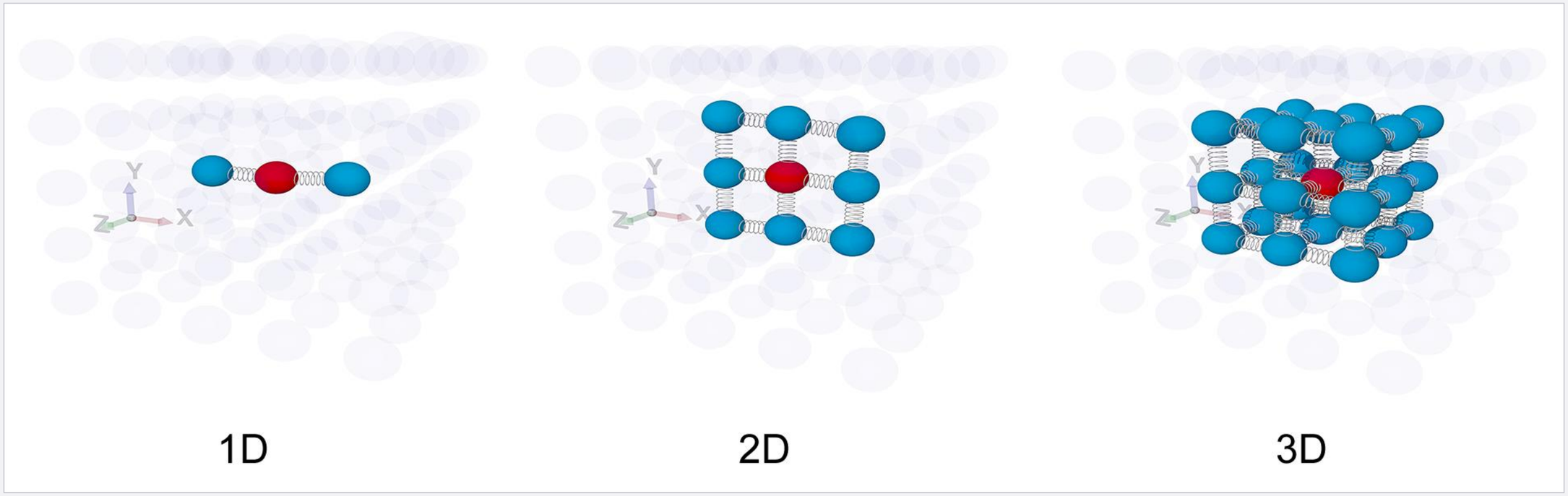
(a) Configuração em 1D (b) Configuração em 2D (c) Configuração em 3D

Exemplo de possíveis configurações para um sistema de osciladores acoplados.

VPython
3DBMO – 3D Big Mechanical Oscillator (https://goo.gl/Vhi7NF)

- Implementação

  A implementação do 3DBMO utilizou o **wxPython**, o **VPython** e o módulo **KineticsKit**, desenvolvido por Markus Gritsch, em conjunto com algumas adaptações desenvolvidas para a criação das estruturas de osciladores e execução das simulações.

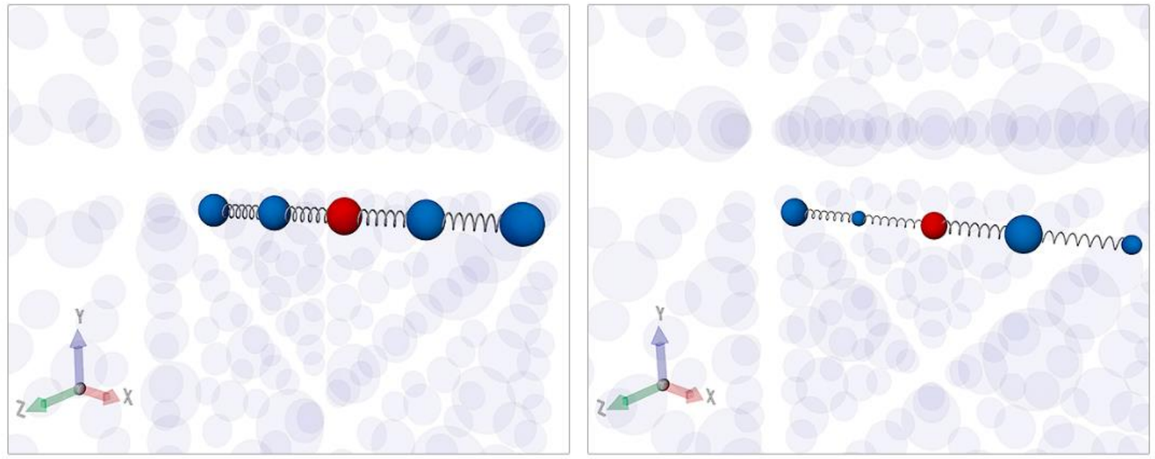


Exemplo de estruturas geradas pelo sistema 3DBMO.

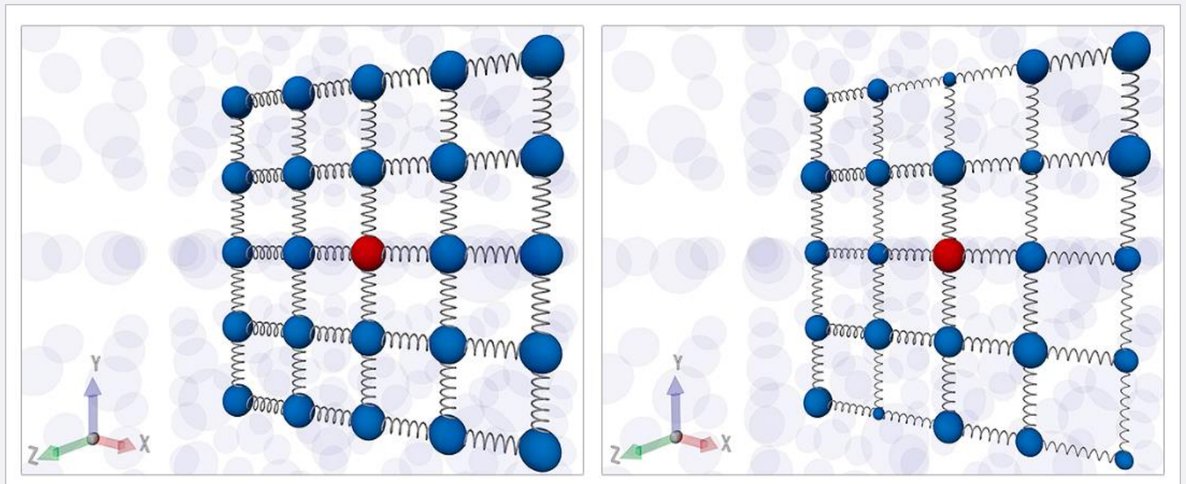
VPython

3DBMO – 3D Big Mechanical Oscillator (https://goo.gl/Vhi7NF)

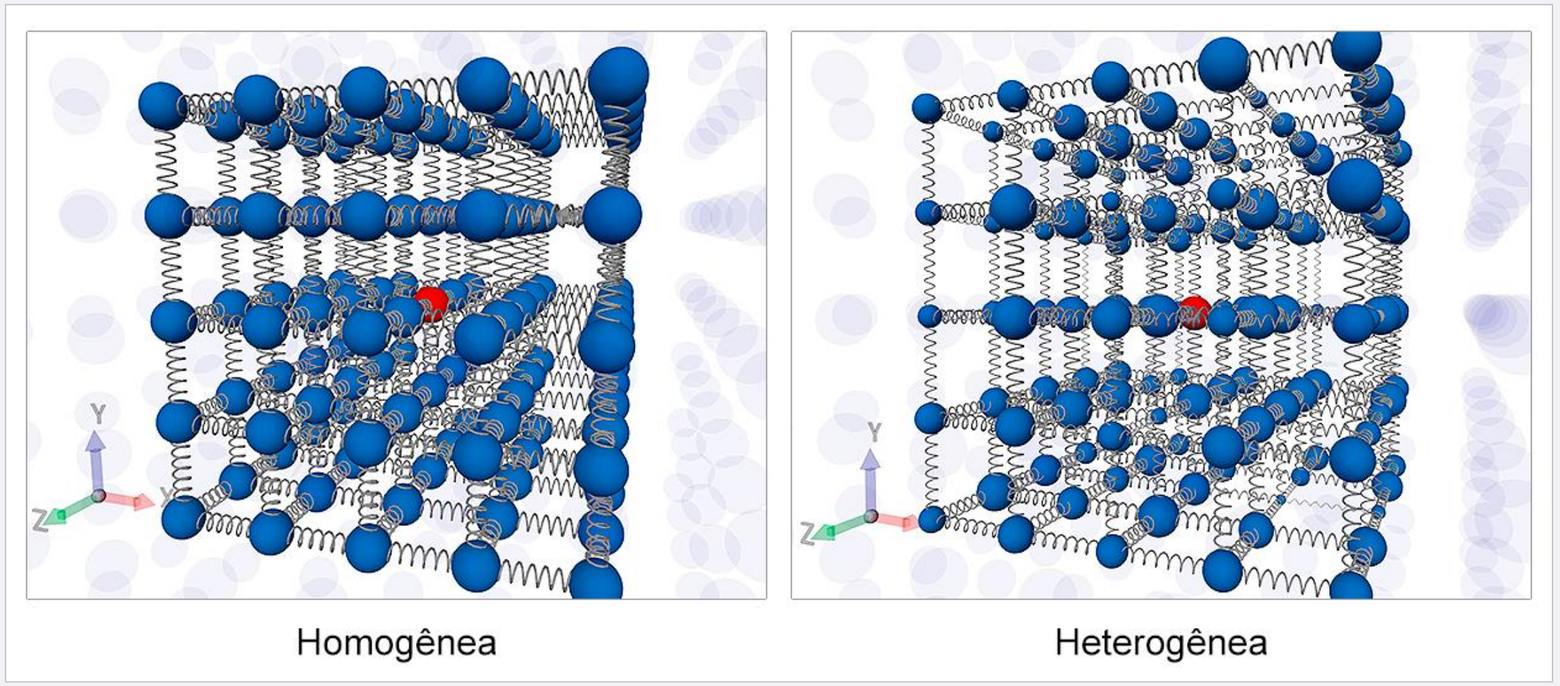
1D



2D

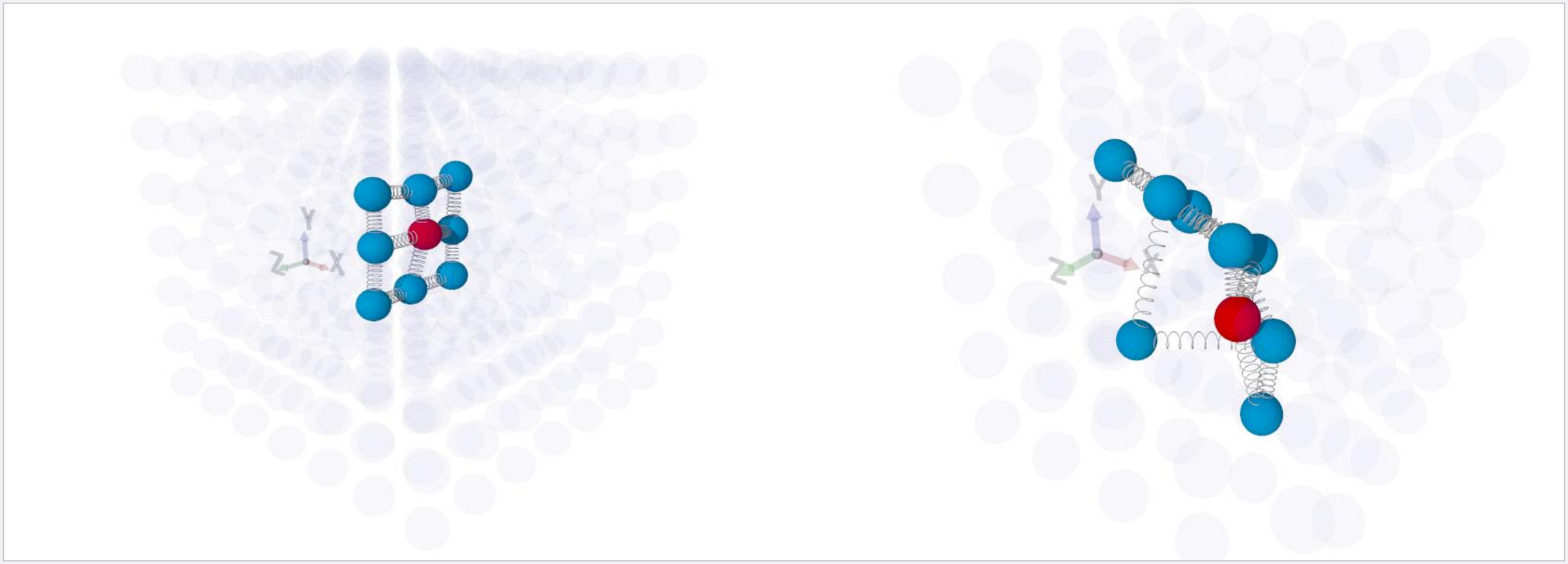


3D



VPython
3DBMO – 3D Big Mechanical Oscillator (https://goo.gl/Vhi7NF)

- Animação dos snapshots gerados pelo POV-Ray.



Exemplos de animação gerada através dos snapshots gerados pelo POV-Ray.

VPython
3DBMO – 3D Big Mechanical Oscillator (https://goo.gl/Vhi7NF)

Python Shell

File Edit Shell Debug Options Windows Help

```
Python 2.7.9 (default, Dec 10 2014, 12:28:03) [MSC v.1500 64 bit (AMD64)] on win32
Type "copyright", "credits" or "license()" for more information.
>>> ================================ RESTART
>>>

3DBMO: 3D Big Mechanical Oscillator

Setting system variables...
```

3DBMO - Configuration Manager

File Help

System Configuration

File Parameters

Filename to save images: Exemplo2 | Amount of time steps: 65536 | System dimension: 1D 2D 3D | Simulation axes: X Y Z

Structure Configuration

Global Structure Parameters

Size: 5 | Mass color: blue | Mass opacity: 0.03

Local Structure Parameters

Size: 3 | Mass color: real blue | Mass opacity: 1.00 | Show label

Mechanical Constraints

Distance between masses: 1 | Mass selected for analysis: m14 | Selected initial amplitude: X 0.50 Y 0.50 Z 0.50 | Show plotting

Minimum mass value: 0.10 | Maximum mass value: 1.00 | Global mass value: 1.00 | Mass type: Global Random | Lock all other masses

Minimum spring constant: 0.00 | Maximum spring constant: 1.00 | Global spring constant: 1.00 | Spring constant type: Global Random

Minimum spring damping: 0.00 | Maximum spring damping: 1.00 | Global spring damping: 0.00 | Spring damping type: Global Random

System viscosity: 0.00 | Selected mass color: red

Start Simulation | Cancel

Ln: 5 Col: 0

Conclusões finais

Meu
Contato

Obrigado!

Paulo Giovani
pg_faria@yahoo.com.br