



Bom dia parceiro, bora montar uma aplicação web com canvas 3D com as seguintes funcionalidades:

1. Simulador Nuclear: criação de elementos por fusão nuclear, fissão nuclear, decaimento radioativo, detector de radiação e espectrômetro, emissão de radiação, tipos de radiação, efeitos etc
2. Simulador Físico: criação de partículas e elementos por colisão de partículas, criação de elementos por explosão estelares (supernova, hipernova, kilonova)
3. Simulador Cósmico: criação de sistemas estelares, galáxias, estrelas, planetas, luas, quasares, pulsares, magnetares, buracos negros, estrelas de neutrons, meteóros, meteoritos, cometas, asteróides, com simulador gravitacional embutido.
4. Simulador Molecular: criação de sais, ácidos, bases, moléculas orgânicas, moléculas inorgânicas, criação de roxas, metais, cristais, etc
5. Simulador Biológico: criação de células, virus, bactérias, fungos, espécies, elementos vitais, formação de florestas e habitats etc
6. Simulador Arqueológico: datação de carbono, imagens de animais extintos, simulador de escavação etc
7. Simulador Termodinâmico: máquinas térmicas etc
8. Simulador Climático: criação e estudo de derretimento de geleiras, formação de glaciares, erupção vulcânica, formação de tornados, furacões, tufões, ciclones, aquecimento global, etc

Obs. Todos com canvas 3D para visualização e controles de:

-pressão
-temperatura
-magnetismo
-gravidade
-etc
quando cabíveis

Acredito que foram todos, se tiver mais algum para incluir, fique a vontade

Bom dia! Excelente projeto ambicioso! Vou estruturar uma arquitetura completa para essa aplicação multi-simulador com canvas 3D. [1] [2] [3]

Arquitetura Proposta

Stack Tecnológico Principal

Motor 3D: Three.js com WebGPU para máxima performance^[4] ^[3]

- Suporte nativo a física 3D com Cannon.js ou Ammo.js^[2] ^[5]
- Renderização de até 25.000+ partículas em tempo real^[6] ^[7]
- Performance 10x superior com WebGPU comparado ao WebGL tradicional^[4]

Engines de Física:

- Cannon.js para física de corpos rígidos 3D^[5]
- Ammo.js para simulações complexas (port do Bullet C++)^[2]
- Proton.js para sistemas de partículas (dezenas de milhares)^[8]

Estrutura dos Módulos

Simulador Nuclear

Funcionalidades principais:

- Visualização 3D de átomos e núcleos atômicos
- Fusão nuclear: colisão de núcleos leves ($H \rightarrow He$)
- Fissão nuclear: divisão de núcleos pesados (U-235, Pu-239)
- Decaimento radioativo com meia-vida em tempo real
- Radiação alfa, beta, gama com trajetórias visíveis
- Detector Geiger-Müller virtual
- Espectrômetro de massa interativo

Controles: Temperatura (energia cinética), campo magnético, blindagem

Simulador Físico (Partículas)

Funcionalidades principais:

- Acelerador de partículas virtual
- Colisões de alta energia (quarks, léptons, bósons)
- Formação de elementos via nucleossíntese estelar^[6]
- Simulação de supernovas, hipernovas e kilonovas
- Criação de elementos pesados (ferro até urânio)

Controles: Energia de colisão, temperatura estelar (milhões K), densidade

Simulador Cósmico

Funcionalidades principais:

- Sistema N-body para gravitação com 25.000+ objetos [\[7\]](#) [\[6\]](#)
- Formação de galáxias espirais, elípticas e irregulares
- Buracos negros com disco de acreção
- Estrelas de nêutrons, pulsares, magnetares
- Quasares com jatos relativísticos
- Sistemas planetários com órbitas Keplerianas
- Colisões galácticas em tempo real

Controles: Constante gravitacional, velocidade de rotação, massa central, damping de achatamento [\[6\]](#)

Simulador Molecular

Bibliotecas especializadas:

- 3Dmol.js para visualização molecular WebGL [\[9\]](#) [\[10\]](#)
- Mol* para estruturas macromoleculares [\[11\]](#)

Funcionalidades principais:

- Editor de moléculas 3D interativo [\[12\]](#)
- Ligações covalentes, iônicas, metálicas
- Formação de sais, ácidos e bases
- Química orgânica (hidrocarbonetos, proteínas, DNA)
- Cristalografia: redes de Bravais
- Propriedades físico-químicas em tempo real

Controles: pH, temperatura, pressão, polaridade do solvente

Simulador Biológico

Funcionalidades principais:

- Células eucarióticas e procarióticas em 3D [\[13\]](#)
- Organelas animadas (mitocôndrias, ribossomos)
- Vírus com capsídeos e genomas
- Bactérias com flagelos e pili
- Fungos multicelulares
- Ecossistemas: formação de florestas, cadeias alimentares
- Difusão de proteínas na membrana celular [\[13\]](#)

Controles: Nutrientes, O₂/CO₂, temperatura, umidade, luz solar

Simulador Arqueológico

Funcionalidades principais:

- Datação por carbono-14 com curva de decaimento
- Reconstrução 3D de fósseis e esqueletos
- Megafauna extinta (mamutes, tigres-dentes-de-sabre)
- Simulador de escavação com camadas estratigráficas
- Análise de DNA antigo
- Contextualização temporal (Pleistoceno, Holoceno)

Controles: Profundidade, idade estimada, taxa de erosão

Simulador Termodinâmico

Funcionalidades principais:

- Máquinas térmicas: Carnot, Stirling, Otto, Diesel
- Diagramas PV em tempo real
- Ciclos termodinâmicos animados
- Transferência de calor (condução, convecção, radiação)
- Entropia e eficiência energética
- Motores a combustão 3D

Controles: Pressão, temperatura, volume, fonte quente/fria

Simulador Climático

Funcionalidades principais:

- Derretimento de geleiras com escoamento
- Formação de glaciares e calotas polares
- Erupções vulcânicas com fluxos piroclásticos
- Tornados com vórtice 3D
- Furacões, tufões e ciclones tropicais
- Simulação de efeito estufa
- Elevação do nível do mar
- Correntes oceânicas (Gulf Stream, El Niño)

Controles: Temperatura global, CO₂ atmosférico, albedo, pressão atmosférica

Módulos Adicionais Sugeridos

Simulador Geológico

- Tectônica de placas e terremotos
- Formação de montanhas (orogênese)
- Vulcanismo e magmatismo
- Ciclo das rochas (ígneas, sedimentares, metamórficas)

Simulador Quântico

- Função de onda e probabilidades
- Tunelamento quântico
- Efeito fotoelétrico
- Orbitais atômicos 3D (s, p, d, f)

Painel de Controle Universal

Interface unificada com:

- Controle de tempo (play, pause, velocidade, rewind)
- Sliders para parâmetros físicos (temperatura: -273°C a 10⁷K, pressão: 0 a 10⁶ atm, gravidade: 0 a 10g)
- Campo magnético: 0 a 100 Tesla
- Visualizações de gráficos em tempo real
- Sistema de câmera orbital com zoom
- Backgrounds customizáveis (cubemaps espaciais)
- Exportação de dados (CSV, JSON)

Performance e Otimizações

- WebGPU compute shaders para cálculos em GPU^[4]
- Barnes-Hut para otimização N-body ($O(n \log n)$)^[6]
- LOD (Level of Detail) dinâmico
- Instanced rendering para objetos repetidos
- Web Workers para física em thread separada

Estrutura de Arquivos Sugerida

```
/simulador-universal/
└── /src/
    ├── /core/ (Three.js, Cannon.js, helpers)
    ├── /simulators/
    │   ├── /nuclear/
    │   ├── /physics/
    │   ├── /cosmic/
    │   ├── /molecular/
    │   ├── /biological/
    │   ├── /archaeological/
    │   ├── /thermodynamic/
    │   └── /climatic/
    ├── /ui/ (controles, HUD, gráficos)
    └── /utils/ (física, matemática, conversões)
    └── /assets/ (texturas, modelos 3D, cubemaps)
    └── /data/ (tabelas periódicas, constantes físicas)
```

A implementação completa pode ser feita de forma modular, começando com o simulador mais simples e expandindo gradualmente a funcionalidade de cada módulo.

**

1. <https://threejsresources.com/blog/three-js-learning-path-from-zero-to-mastery>
2. <https://threejs-journey.com/lessons/physics>
3. <https://techblog.kozminski.edu.pl/2025/01/30/learning-three-js-in-2025/>
4. <https://skywork.ai/blog/strange-attractors-three-js-comprehensive-guide-2025-everything-you-need-to-know/>
5. <https://www.devkit.best/blog/mdx/javascript-animation-libraries-physics-engines-2025>
6. <https://andrewdcampbell.github.io/galaxy-sim-report>
7. <https://github.com/andrewdcampbell/galaxy-sim>
8. <https://github.com/drawcall/Proton>
9. <https://3dmol.csb.pitt.edu>
10. <https://academic.oup.com/bioinformatics/article/31/8/1322/213186>
11. <https://molstar.org>
12. <https://molview.org>
13. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6481718/>
14. <https://ravespace.io/blog/pixel-streaming-vs-webgl-three-js-2025-s-scientific-verdict-on-3d-web-technologies>
15. <https://stackoverflow.com/questions/62983866/how-can-i-preview-2d-flat-objects-in-3d-using-babylonjs-or-threejs>
16. <https://daily.dev/blog/top-9-open-source-2d-physics-engines-compared>
17. <https://cybergarden.au/blog/7-powerful-open-source-webgl-data-visualization-tools-2025>
18. <https://vchem3d.univ-tlse3.fr>

19. <https://github.com/Autodesk/molecule-3d-for-react>

20. <https://www.youtube.com/watch?v=FoMv7MnLFPc>