

INSTITUTO FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
DIRETORIA ACADÊMICA DE CIÊNCIAS
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
POLO 10

TÚLLIO LEANDRO ÂNGELO DE MOURA

PRODUTO EDUCACIONAL

DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DE UM SIMULADOR EM HTML
PARA ANÁLISE E OBSERVAÇÃO DO MOVIMENTO PLANETÁRIO ORBITAL

Natal

2023

Túlio Leandro Ângelo de Moura

DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DE UM SIMULADOR EM HTML PARA
ANÁLISE E OBSERVAÇÃO DO MOVIMENTO PLANETÁRIO ORBITAL

Este produto educacional é parte integrante da dissertação: DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DE UM SIMULADOR EM HTML: ANÁLISE E OBSERVAÇÃO DO MOVIMENTO PLANETÁRIO ORBITAL, desenvolvida no âmbito do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, polo 10 – IFRN Natal-RN, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador:
Prof. Dr. Calistrato Soares da Câmara Neto

Coorientadora:
Profa. Dra. Andrezza Maria Batista do Nascimento
Tavares

Natal
2023

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de expressar minha profunda gratidão aos meus orientadores Calistrato Câmara, e Andrezza Batista, pelo incansável apoio e orientação que me proporcionaram durante todo o processo de elaboração desta dissertação. Seus conhecimentos e experiências foram inestimáveis e fundamentais para a conclusão deste trabalho.

Agradeço também a todos os professores do MNPEF, polo 10, por fornecerem um ambiente acadêmico tão inspirador e estimulante, que me permitiu crescer academicamente e pessoalmente. Um agradecimento especial ao professor Tibério Alves, que foi imprescindível para a escolha deste trabalho de mestrado e que foi meu guia quanto à programação aplicada ao ensino de Física.

Não posso deixar de mencionar a minha família e amigos pelo constante apoio e incentivo, mesmo nos momentos mais difíceis. Sem eles, não teria sido possível superar os desafios e alcançar este objetivo.

Por fim, quero expressar minha profunda gratidão aos participantes deste estudo, que dedicaram seu tempo e esforço para fornecer informações valiosas que foram fundamentais para os resultados desta dissertação.

Mais uma vez, obrigado a todos que me apoiaram durante este período de pesquisa e escrita. Espero que este trabalho possa contribuir de alguma forma para a área de ensino de física.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – código de financiamento 001.

1	APRESENTAÇÃO	5
2	O PRODUTO EDUCACIONAL	6
2.1	Apresentação do Simulador	6
2.2	Interface gráfica	7
3	MANUAL DO SIMULADOR.....	10
3.1	Botões de interação.....	10
3.2	Órbita padrão	12
3.3	Função arrasto	12
4	ROTEIRO / QUESTIONÁRIO	14
4.1	Apresentação:	14
4.2	Primeira etapa: Formato de órbita.....	15
4.3	Segunda etapa: Velocidade.....	15
4.4	Terceira etapa: Energia Cinética.....	15
4.5	Quarta etapa: Energia potencial gravitacional.....	16
4.6	Quinta etapa: Força e aceleração.....	16

1 APRESENTAÇÃO

O avanço da tecnologia trouxe a humanidade a uma situação de profunda ligação com o mundo dos computadores e da internet. Os jovens se tornam cada vez mais próximos das telas de computadores, celulares e tablets com o passar das gerações. Inevitavelmente, esse aspecto dos novos estudantes proporcionou um nível crescente de desinteresse dos alunos por aulas tradicionais com abordagens expositivas e com poucos elementos visuais, conferindo uma necessidade de reinvenção nas formas de abordagem dos conteúdos de sala de aula. Nas últimas décadas, vemos uma crescente quantidade de professores e pesquisadores da área de educação desenvolvendo técnicas inovadoras que transformam a forma de abordar os conteúdos de sala de aula. Muitas dessas técnicas utilizam os computadores, a informática ou a internet, alinhadas com o avassalador avanço das tecnologias da informação e comunicação (TICs).

Para um professor de física, as atividades computacionais podem ser aproveitadas como fortes aliados para o ensino de física do século XXI. Algumas observações da física são difíceis de reproduzir em sala de aula, principalmente na área da astronomia. Levar uma turma para observar o céu, por exemplo, pode ser inviável para a realidade da maioria das escolas brasileiras. Problemas como ausência de equipamentos ou cronogramas corridos a ser vencido inviabilizam a análise empírica em muitos casos. Neste sentido, se fazem válidas e imprescindíveis todas as iniciativas de demonstrar conceitos e características da astronomia por meios digitais.

Para o ensino de ciências, principalmente para os conteúdos de caráter experimental, as tecnologias computacionais se tornaram um grande aliado para explorar os conceitos e características-chaves pois configuram uma estratégia simples e de baixo custo com grande potencial observacional para uma infinidade de fenômenos.

O movimento de planetas por ação gravitacional, por exemplo, é abordado em livros de física por ilustrações fixas e rígidas que, mesmo que muito bem feitas, não demonstram o aspecto contínuo e cíclico de movimentação. Com o objetivo de ampliar a percepção dos alunos acerca das características do movimento orbital, foi desenvolvido o simulador tratado neste documento.

2 O PRODUTO EDUCACIONAL

O desenvolvimento do simulador de órbita gravitacional, desenvolvido no programa do Mestrado Nacional de Ensino de Física (MNPEF), se configura como uma nova ferramenta em potencial que visa auxiliar o professor em exercício de docência, trabalhando aspectos da órbita de planetas em uma turma de ensino médio. O dispositivo foi modelado em linguagem JavaScript, utilizando o canvas da HTML. Esta estratégia é conhecida por sua gama de códigos e estruturas capazes de projetar imagens e traçar figuras a partir de uma modelagem matemática adequada. Por este motivo, este é um recurso com ampla utilização por programadores que objetivam um produto com forte aparato visual.

O produto educacional desenvolvido é composto por dois elementos, pensados em regime de complementariedade. O primeiro é o simulador propriamente dito, cujo código fica livre para ser posteriormente modificado e adaptado a outras necessidades específicas de aplicação; e o segundo é um conjunto de propostas didáticas de aplicação, que devem ser adaptadas pelo professor que venha a utilizar o produto, considerando a realidade do alunado e do ambiente de aplicação.

Um professor de ensino médio, com objetivo de explorar mais detalhadamente e visualmente as características do movimento orbital com seus alunos, pode obter neste simulador um forte aliado. Tomando como referência o roteiro proposto neste documento e conhecendo os detalhes do simulador, um professor tem grandes chances de sucesso tanto em despertar o interesse de sua turma quanto em amplificar a eficiência no processo de ensino aprendizagem nas aulas de gravitação.

Após a conclusão, o simulador foi publicado no Netlify, que permite gratuitamente a qualquer desenvolvedor postar e associar seu código a um link. O link para acesso ao simulador é <https://simuladordeorbitas.netlify.app>, e pode ser reproduzido no navegador de internet em qualquer sistema operacional.

2.1 APRESENTAÇÃO DO SIMULADOR

O simulador foi desenvolvido na linguagem *JavaScript* na HTML 5, podendo ser exibido em qualquer navegador de internet, e em qualquer sistema operacional. Entretanto, como todos os testes e análises foram feitos no navegador Google Chrome, este fica como mais recomendado para reprodução do programa.

Como editor do texto do código, utilizamos o Notepad++, sendo este um aplicativo para computador, gratuito em todas as suas versões, que deve ser baixado pelo professor que se interesse em visualizar o código do programa, para as possíveis

alterações que se fizerem necessárias. O Notepad++ foi adotado em detrimento de diversos outros editores de texto disponível no mercado, por trazer uma interface limpa e simplificada. Na Figura 1, podemos observar o padrão de cores do programa facilita a diferenciação entre trechos de declaração de variáveis, de aplicação de expressões e de convocação de funções.

Figura 1: Interface Notepad++

```

1 <!DOCTYPE HTML>
2 <html>
3 <head>
4 <meta http-equiv="Content-Type" content="text/html" charset="utf-8"/>
5 </head>
6 <body>
7 <canvas id="myCanvas" width="1350" height="600"> </canvas>
8 <script src="ifscript.js"> </script>
9 </script>
10 var canvas = document.getElementById('myCanvas');
11 var ctx = canvas.getContext('2d');
12
13 //DECLARAÇÃO DAS VARIÁVEIS:
14 {
15 var k = 3*Math.pow(10,6);
16 var dt = 0.01;
17 var t=0;
18 var x1 = canvas.width/2-300; //abscissa inicial do corpo menor
19 var x2 = canvas.width/2-300; //abscissa inicial do corpo maior
20 var y1 = canvas.height/2; //ordenada inicial do corpo maior
21 var y2 = canvas.height/2-200; //ordenada inicial do corpo menor
22 var r = Math.sqrt(Math.pow(x1-x2,2)+Math.pow(y1-y2,2)); //distancia entre os dois corpos
23 var vx2 = -100; //velocidade inicial do corpo menor
24 var vy2 = 0; //velocidade inicial do corpo maior(repouso)
25 var ax = -k*(x2-x1)/(Math.pow(r,3)); //componente y da aceleração inicial
26 var ay = -k*(y2-y1)/(Math.pow(r,3)); //componente x da aceleração inicial
27 var raio2 = canvas.width/120; //raio da bolinha menor
28 var v = Math.sqrt(Math.pow(vx2,2)+Math.pow(vy2,2)); //atualização da velocidade do corpo menor
29 var a = Math.sqrt(Math.pow(ax,2)+Math.pow(ay,2)); //atualização da aceleração do corpo menor
30 var m = 500000 //massa do corpo menor
31 var f = m*Math.pow(vx2,2)/r //cálculo da força sobre o corpo menor
32 var ec=m*v*v/2
33 var epg=-ec-1000000000
34 var fi=180+180*Math.atan(vy2/vx2)/Math.PI
35 var vpercentual = Math.round(100*v/(199.9962043685054))
36 var dpercentual = Math.round(100*r/(200.00280758986423))
37
38 }
39
40 //MARGENS DO BOTÃO INICIAR/PARAR:
41 {
42 var x5 = canvas.width-canvas.width/5.5;
43 var y5 = canvas.height-570;
44 var L1 = canvas.width/7;
45 var L2 = 50;
46 var x6 = x5+L1;
47 var y6 = y5+L2;
48 var b = 7;
49 var jcont = 0;
50 var ocont = 0;
51
52 }
53
54 //MARGENS DO BOTÃO RESET:

```

Fonte: Autoria própria

O código está organizado e conta com alguns descritivos do significado de cada parâmetro e função utilizada, afim de facilitar a interpretação do código por algum professor que deseje fazer modificações e novas implementações.

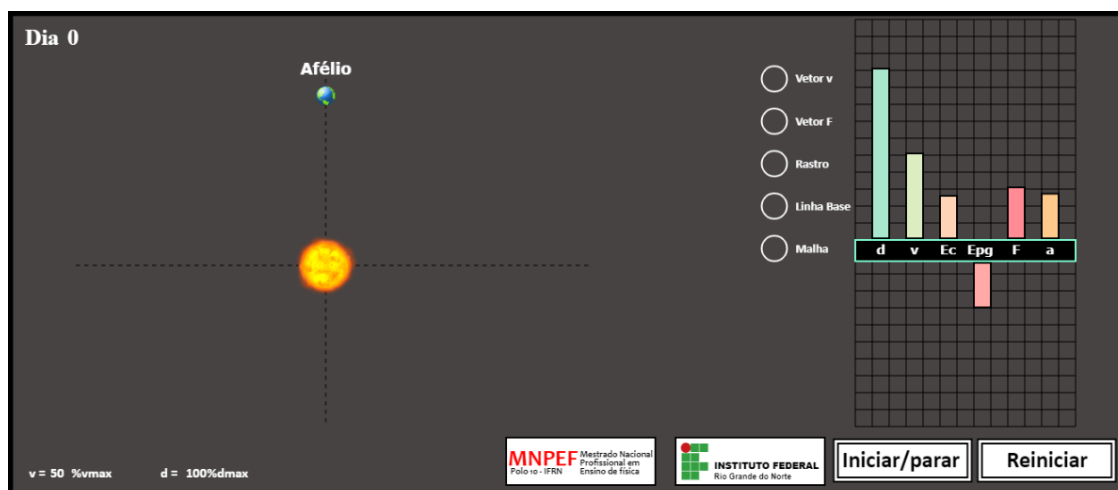
2.2 INTERFACE GRÁFICA

Conforme ilustrado na figura 2, o simulador apresenta a órbita de um planeta arbitrário, representado pelo círculo azul, em torno de um corpo central massivo, considerado fixo, representado em amarelo. Ainda na mesma figura, podemos notar que o tempo é contado em dias de órbita, podendo ser utilizado para localizar o usuário em qualquer momento específico da trajetória. Esta informação é apresentada no canto superior esquerdo da tela, iniciando no dia zero.

Ao longo deste documento, serão mencionados como planeta e sol,

respectivamente. Com o programa em execução, o planeta executará a órbita com trajetória, velocidade, aceleração e demais parâmetros calculados pelas expressões clássicas da gravitação descritas no código.

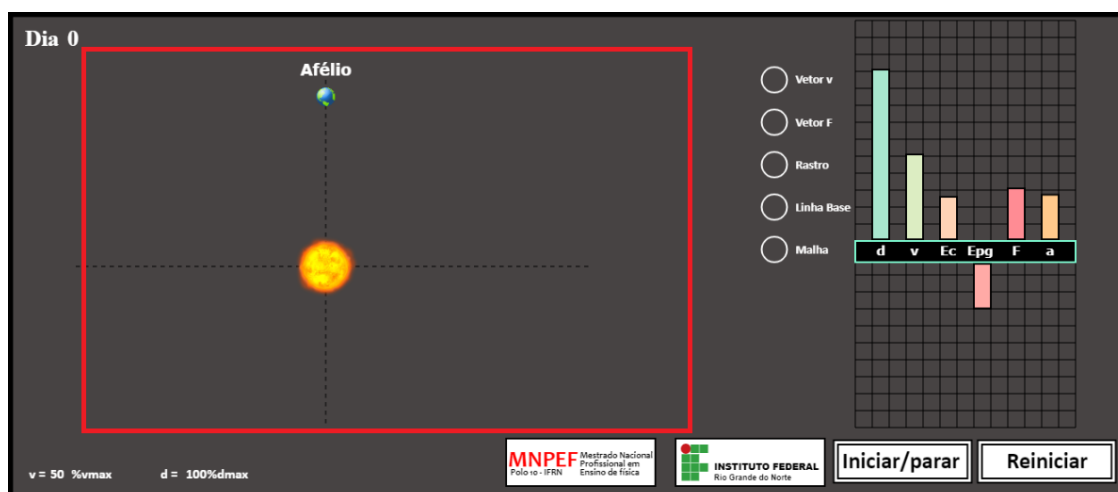
Figura 2: Simulador/ Visão geral



Fonte: Autoria própria.

O layout apresentado da simulação é um ambiente que conta com espaços de interação e outros de visualização. O principal espaço de visualização é o de observação da órbita, sendo este o espaço predominante na tela, observe a Figura 3.

Figura 3: Campo de visualização da órbita

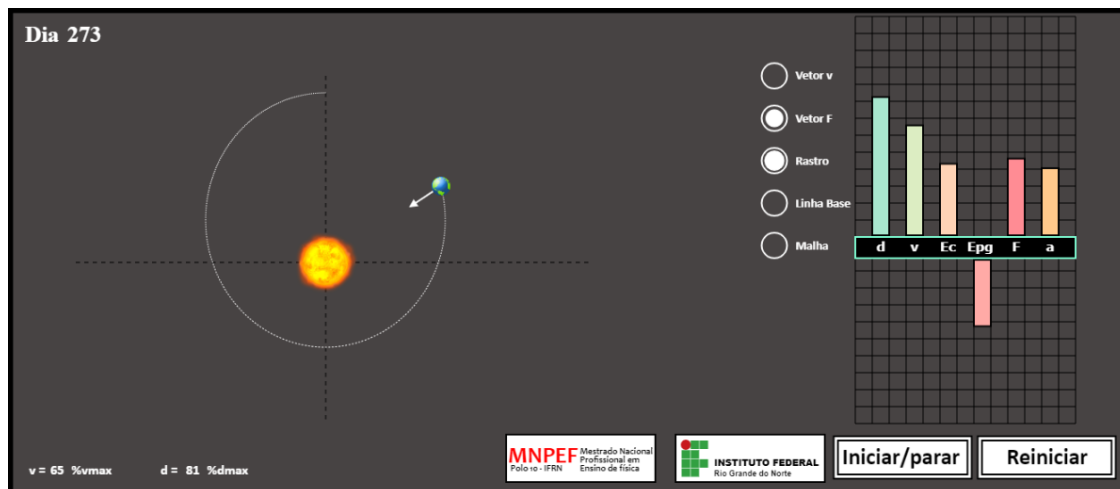


Fonte: Autoria própria

Enquanto o programa estiver em funcionamento, o planeta executará o movimento de translação em relação ao sol, de maneira cíclica e ininterrupta, podendo ser observada ao longo do tempo necessário. Mais à direita, alguns botões podem estar ativados ou desativados para observar aspectos do movimento que não estão apresentados por padrão.

Veja a Figura 3, em que estão ativadas as funções Vetor F e Rastro e desativadas as funções Vetor v e Linha base e malha.

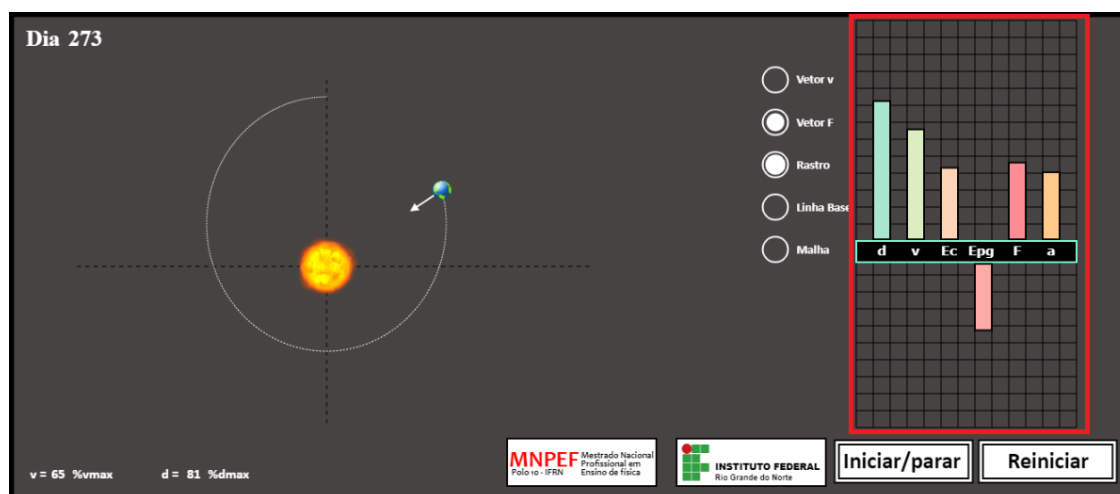
Figura 4: Botões de interação



Fonte: Autoria própria

Um outro campo do simulador é a área dos gráficos, destacado na Figura 5. Nele, o simulador apresenta de forma comparativa o aumento e a diminuição dos principais parâmetros do corpo menor em órbita como velocidade, distância e a energia mecânica.

Figura 5: Área dos gráficos



Fonte: Autoria própria

O modelo de gráfico utilizado é o de barras horizontais, sendo o comprimento da barra proporcional ao valor do parâmetro calculado na execução do código. Os gráficos estão apresentados em uma malha quadriculada, o que facilita a interpretação das variações no decorrer da órbita.

Logo abaixo da área dos gráficos, o simulador conta com dois botões de interação. Um deles ativa e desativa a execução do programa em qualquer instante, permitindo analisar qualquer ponto específico da órbita. O outro botão reinicia todos os parâmetros para os valores iniciais, bem como a posição inicial do planeta na órbita.

3 MANUAL DO SIMULADOR

Toda a área do simulador apresenta uma malha quadriculada aplicada com um grau de transparência. Esta malha pode ser utilizada para comparar distâncias de forma visual em instantes distintos da órbita.

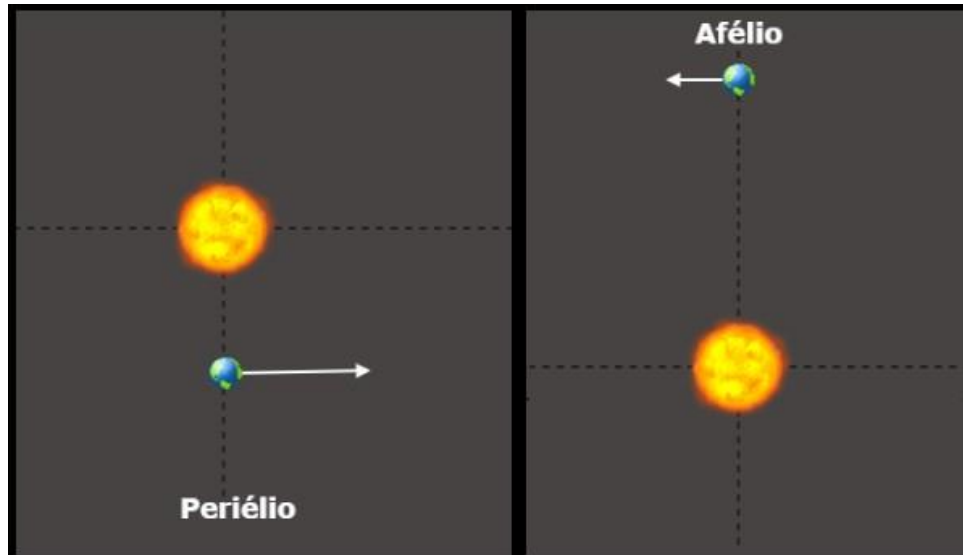
A simulação de órbita acontece na área à esquerda da tela. Nela é possível observar planeta orbitando em relação ao sol. Nesta área, também é possível observar um esquema de eixos perpendiculares, com origem na posição central do corpo fixo.

3.1 BOTÕES DE INTERAÇÃO

Mais à direita da área de simulação, existem quatro botões de interação de modificam os elementos observáveis ao longo da órbita.

O primeiro botão é o de vetor velocidade, com este botão ativado é possível observar a mudança de direção no vetor velocidade, bem como sua intensidade, proporcional ao tamanho do vetor. Na figura 8, podemos observar a variação do comprimento do vetor nos dois valores extremos de velocidade da órbita padrão.

Figura 6: Vetor velocidade

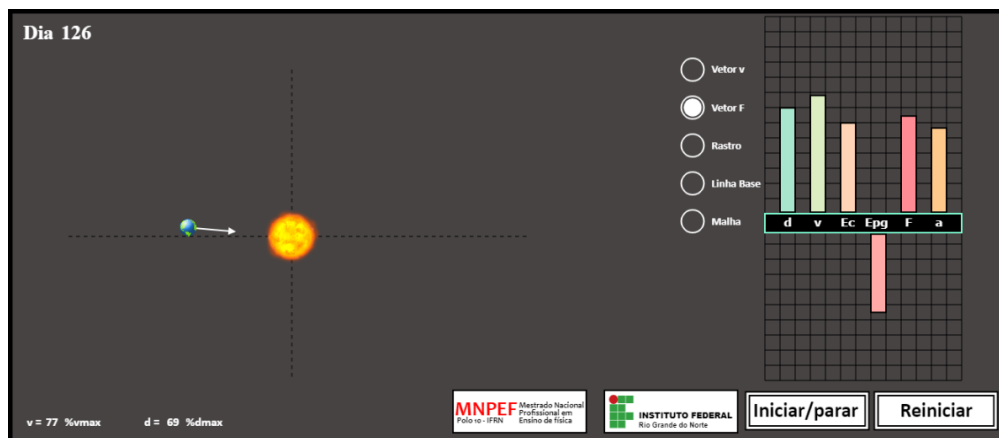


Fonte: Autoria própria

O tamanho do vetor segue em proporção com seu valor calculado, que pode ser associado ao tamanho da barra correspondente na região dos gráficos, mostrado na Figura

4. Na Figura 7, podemos observar o efeito da ativação do segundo botão, o do vetor F , que demonstra a característica radial do vetor força gravitacional, atuando sempre na direção da reta que contém os centros do sol e do planeta. O tamanho deste vetor também é proporcional ao valor calculado no código.

Figura 7: Vetor Força Gravitacional

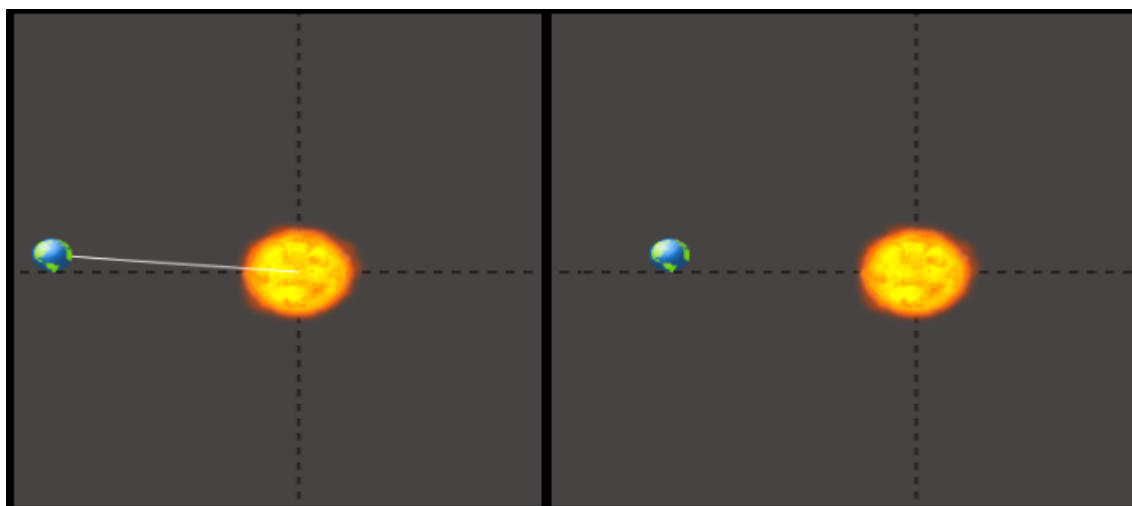


Fonte: Autoria própria

Logo a seguir temos a opção de mostrar/esconder rastro da trajetória. Com esta opção é possível observar de uma maneira mais geral o caminho percorrido pelo planeta por um pontilhado que marca as posições anteriores. Este recurso pode ser útil para comparar a mudança de distância e o comportamento elíptico da trajetória.

O botão de interação seguinte é o de mostrar/esconder o parâmetro que foi denominado “linha base”. Sendo este um segmento que une os centros dos dois corpos. Esta linha pode ser útil para contagem da distância entre os corpos, em algum instante, pela malha quadriculada.

Figura 8: Linha base ativada/desativada



Fonte: Autoria própria

O plano de fundo padrão da simulação é um retângulo simples preenchido em cor sólida cinza. Entretanto, para análises comparativas de distância entre os dois corpos, uma malha quadriculada pode ser útil. O último botão de interação, denominado “malha”, aplica um quadriculado sobre o fundo cinza, permitindo uma análise mais efetiva sobre a variação da posição do planeta.

Todos esses elementos observáveis podem ser ativados/desativados de forma

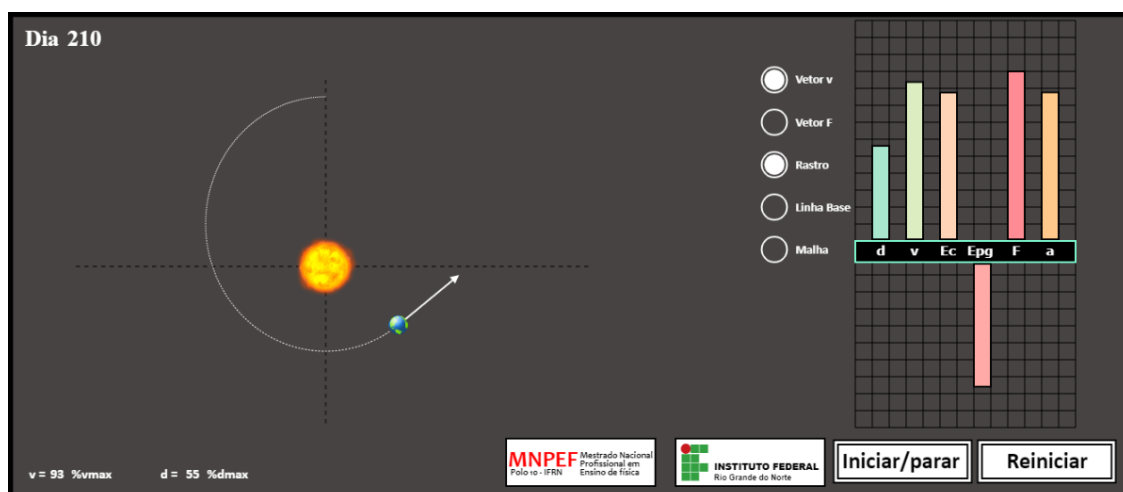
independente, podendo ser combinadas para as mais diversas possibilidades de análise, a depender da necessidade do aspecto abordado.

3.2 ÓRBITA PADRÃO

Para este simulador, e ao longo da escrita deste documento, considera-se como padrão a órbita que parte da posição original pré-determinada do corpo menor. Isto é, sem usar a função de arrasto, que será tratada na próxima sessão.

Para esta órbita, o simulador apresentará os textos informativos “Afélio” e “Periélio” quando o corpo se aproxima respectivamente das posições de máxima e mínima distância entre os centros dos dois corpos. Ainda nesta trajetória padrão, no canto inferior esquerdo, serão apresentados os valores percentuais de distância e velocidade, conforme Figura 6. Comparativamente aos valores máximos e mínimos destes parâmetros ao longo da órbita completa.

Figura 9: Órbita padrão



Fonte: Autoria própria

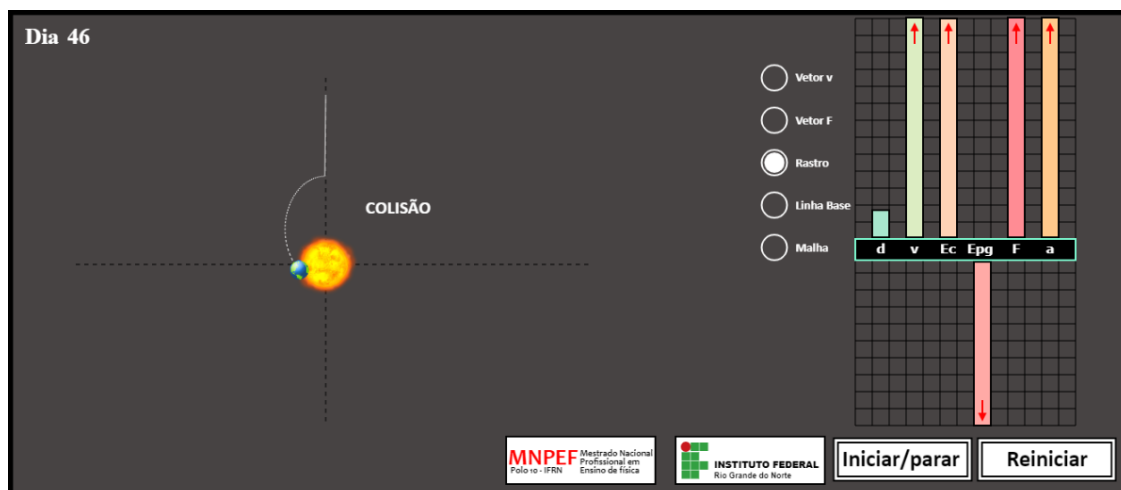
A órbita padrão foi determinada de maneira tal que, observada ao longo de uma órbita completa, não extrapola os limites de observação na região gráfica. Além disso, o ciclo executado neste formato, garante que não haja colisão entre os corpos envolvidos.

3.3 FUNÇÃO ARRASTO

Além destes botões de interação, o elemento representativo do corpo em órbita também configura um elemento de interação. Pelo ato de clicar e arrastar, podemos alterar a posição do corpo menor, permitindo analisar outras possibilidades de modelo de órbita. O usuário pode, desta maneira, iniciar a simulação com o planeta mais próximo ou mais distante do que ficou estabelecido pela órbita padrão. Ao utilizar este recurso ficam indisponíveis as informações percentuais, bem como os textos informativos de afélio e periélio.

Eventualmente, a depender da distância inicial escolhida, os corpos colidem. Na ocasião de colisão, demonstrada na Figura 7, a simulação cessa e surge um texto informativo sobre o evento.

Figura 10: Colisão



Fonte: Autoria própria

A princípio, o evento da colisão foi estabelecido no código para servir ao propósito da eventual curiosidade de um aluno que se pergunte o que ocorre se a distância for significativamente curta.

4 ROTEIRO / QUESTIONÁRIO

O simulador, atrelado a uma estratégia de abordagem, configuram o produto educacional proposto. O professor que decidir utilizar o simulador em sua sala de aula, tem total liberdade de criar e adaptar a aplicação a uma estratégia de abordagem coerente com os aspectos que deseja tratar e com a realidade de seu alunado. De todo modo, neste tópico será apresentado o formato de aplicação considerando a maneira como foi idealizado durante toda a implementação do código.

Na estratégia de aplicação idealizada neste projeto, o aluno acessa junto ao simulador um questionário, podendo este ser online ou físico, que objetiva ser um guia para as observações que devem ser feitas em cada etapa. As etapas foram pensadas de maneira a explorar todos os aspectos do movimento orbital, sendo escolhido uma sequência de observação que favoreça a compreensão plena da relação entre esses aspectos.

É importante que o professor aplicador do produto se certifique que os pré-requisitos para a compreensão de cada etapa já tenham sido trabalhados anteriormente com a turma. Por exemplo, para análise das energias na etapa 4, os alunos já devem conhecer o significado de energia cinética e energia potencial gravitacional.

O questionário inicia com uma apresentação geral do produto, que configura um convite para a atividade que será desenvolvida. Logo a seguir, o questionário está dividido em cinco etapas que podem ser aplicadas separadamente e em qualquer ordem, a depender da estratégia do professor aplicador.

4.1 APRESENTAÇÃO:

Olá, seja bem-vindo a esta aula.

Você sabe o que faz um astrônomo? Astronomia é a área da física que estuda uma grande variedade de corpos celestes e fenômenos que acontecem fora da Terra. Os astrônomos estudam astros como a lua, o sol, os planetas, cometas e galáxia, em buscar de entender um pouco melhor o universo em que vivemos. Uma grande parte do trabalho dos astrônomos consiste em observar o céu.

Na aula de hoje, você sentirá um gostinho do que é ser um astrônomo. Com o uso de um super simulador gravitacional, você terá que observar os aspectos da órbita de um planeta em relação ao sol. Os aspectos observados são semelhantes ao que acontece na vida real, com qualquer planeta do nosso sistema solar ou de qualquer outro.

Agora vamos lá! Acesse o link: <https://simuladordeorbitas.netlify.app> e abra o simulador.

À esquerda do simulador, é possível observar a região de simulação. É nesta área que você poderá visualizar o movimento do planeta, enquanto ele estiver em órbita em torno do sol.

No canto superior direito existe um contador de dias de órbita, que será muito útil nas nossas análises. Um pouco à direita da simulação você observa quatro botões que ativam/desativam recursos visuais que serão explorados na aula de hoje. Existe também a região dos gráficos, que tratam de alguns parâmetros importantes do movimento orbital e logo abaixo dois botões retangulares. O botão iniciar/parar permite que você pare e observe a situação em qualquer instante e o botão reiniciar retorna tudo para as configurações iniciais.

Ótimo! Agora que você já conhece os principais recursos do nosso simulador de órbitas gravitacionais, está pronto para iniciar as observações.

4.2 PRIMEIRA ETAPA: FORMATO DE ÓRBITA

Para visualizar a trajetória do planeta, podemos deixar ativo a função "rastro". Inicie a simulação e pause após um ciclo completo. Observando o desenho gerado com o caminho percorrido pelo planeta, responda.

- a) Quantos dias leva um ciclo deste planeta? Pense sobre este valor e escreva uma observação.
- b) Descreva suas observações sobre o formato gerado pelo caminho do planeta.

4.3 SEGUNDA ETAPA: VELOCIDADE

No simulador, você pode observar os valores da velocidade de translação do planeta pela barra correspondente " v " na área dos gráficos, pelo valor percentual descrito no canto inferior esquerdo ou simplesmente acompanhar o planeta ficando mais rápido ou mais devagar ao longo da órbita. Sobre esta velocidade, analise a simulação e responda:

- a) A velocidade muda ou permanece igual?
- b) Em que dia de órbita a velocidade atinge seu valor máximo?
- c) Em dia de órbita a velocidade atinge seu valor mínimo?
- d) Qual a relação entre a distância do planeta ao sol e a velocidade do planeta?

4.4 TERCEIRA ETAPA: ENERGIA CINÉTICA

Para analisar as variações de energia cinética ao longo da órbita, utilizaremos prioritariamente a área dos gráficos à direita da tela de simulação e os informativos percentuais de distância e velocidade no canto inferior esquerdo.

- e) A energia cinética referente ao movimento do planeta muda ou permanece igual?
- f) Em que momento de órbita a energia cinética é mais baixa?
- g) Em que momento de órbita a energia cinética é mais alta?
- h) Elabore um parágrafo relacionando os valores obtidos entre velocidade de

distância, comparando com os valores da energia cinética.

4.5 QUARTA ETAPA: ENERGIA POTENCIAL GRAVITACIONAL

Em virtude da atração gravitacional entre planeta e sol, fica contida uma energia que é diretamente proporcional à distância entre os corpos, denominada energia potencial gravitacional.

A barra representativa da energia potencial gravitacional está em posição invertida em relação a todas as outras barras. Isto ocorre por ela ter um valor negativo, considerando o potencial nulo em um ponto infinitamente distante do sol. Analise o comportamento desta barra ao longo da órbita e responda:

- a) A energia potencial gravitacional referente ao planeta muda ou permanece igual?
- b) Em dia momento de órbita a energia potencial gravitacional é mais baixa?
- c) Em que momento de órbita a energia potencial gravitacional é mais alta?
- d) Elabore um parágrafo relacionando os valores obtidos entre velocidade de distância, comparando com os valores da energia cinética nos mesmos momentos.

4.6 QUINTA ETAPA: FORÇA E ACELERAÇÃO

Nesta etapa, vamos analisar como se dá a força de interação gravitacional entre planeta e sol ao longo da órbita e a aceleração do planeta em cada instante. Os gráficos de coluna associados são os dois mais à direita, na região dos gráficos. Para esta análise, deixaremos ativas a função “vetor F”, que expressa o sentido e a direção da força gravitacional atuante sobre o planeta, e nos permite analisar comparativamente a sua intensidade, sendo ela proporcional ao tamanho do vetor. Este vetor aponta pra onde o planeta está sendo atraído, observando este vetor ao longo de uma órbita completa, responda:

- a) Pra onde o planeta está sendo atraído?
- b) Em que momento de órbita o vetor F atinge o seu valor máximo?
- c) Em que dia o vetor F atinge o seu valor mínimo?
- d) Qual a relação entre a distância do planeta ao sol e o valor da força F?

Referências

Filho, Geraldo Felipe de Souza Simulações Computacionais para o Ensino de Física Básica: Uma Discussão sobre Produção e Uso/ Geraldo Felipe de Souza