

Produto Educacional

PARA O ENSINO DE TEMAS
DE ASTRONOMIA E
GRAVITAÇÃO

**A UTILIZAÇÃO DE EXPERIMENTOS
TRADICIONAIS E SIMULADORES
COMPUTACIONAIS SOBRE ASTRONOMIA
COMO INSPIRADORES À APRENDIZAGEM
DO TEMA GRAVITAÇÃO**

ANDRÉ LUIS DE PAULA DOS SANTOS

ANDRÉ LUIS DE PAULA DOS SANTOS

**A UTILIZAÇÃO DE EXPERIMENTOS TRADICIONAIS E SIMULADORES
COMPUTACIONAIS SOBRE ASTRONOMIA COMO INSPIRADORES À
APRENDIZAGEM DO TEMA GRAVITAÇÃO**

1ª Edição

**Santo André
Junho - 2017**

Apresentação

Este material foi desenvolvido sob a orientação da Prof.^a Dra. LAURA PAULUCCI MARINHO do programa de pós-graduação do mestrado nacional profissional em ensino de física da Universidade Federal do ABC. Para obtenção do título de mestre, é necessário que os estudantes desse programa criem um produto educacional que deve ser aplicado em sala de aula e, o relato da experiência desta implementação, escrito em uma dissertação. Para sua concepção o autor baseou-se em uma ideia de Sequência de Ensino Aprendizagem (SEA) proposta por Marco Antonio Moreira, pesquisador da teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, denominada UEPS – Unidade de Ensino Potencialmente Significativa. No cerne desse tipo de sequência de ensino está a ideia de que só há ensino quando há aprendizagem, e esta aprendizagem significativa deve ser perseguida ao longo de toda a aplicação da sequência, utilizando-se de materiais que sejam potencialmente significativos, ou seja, que contribuam para relacionar os conhecimentos prévios dos alunos com os novos conhecimentos que serão apresentados. Outras características destas sequências são: 1) a aplicação de atividade introdutória que permita verificar os conhecimentos prévios dos alunos; 2) a aplicação de atividades com níveis gradativamente maiores de complexidade; 3) a utilização de organizadores prévios (por exemplo, a criação de um mapa mental ou a exibição de um filme) antes da apresentação de novos conhecimentos; 4) o oferecimento de situações colaborativas, como a realização de trabalhos em grupos; 5) a aplicação de avaliações formativas (realizadas ao longo das sequências) e somativas (realizadas ao final de uma sequência de ensino).

Aqui, o professor do ensino médio, para o qual este produto é destinado, encontrará duas UEPS: a sequência um, para o ensino de tópicos de astronomia básica e a sequência dois, que trata do campo gravitacional.

Tabela 1

| Sequência um | | | | |
|--|------------------------|---|---|---|
| Tema | Número de Aulas | Objetivos Específicos | Conteúdos | Dinâmica das Atividades |
| Situação inicial - Questionamento sobre o sistema Sol – Terra – Lua. | 01 | Avaliar os conhecimentos prévios. | Apresentação de questões diagnósticas. Análise crítica das questões para o estudo da astronomia. | Preenchimento de um questionário pelos alunos. |
| Apresentação de conceitos iniciais para o estudo do sistema Sol – Terra – Lua. | 03 | Explicar termos básicos presentes na Interação Terra-Lua-Sol. | Apresentação audiovisual com todo o conteúdo da sequência didática. | Aula expositiva com apoio audiovisual. |
| Utilização dos simuladores em sala de aula (informática). | 02 | Avaliar os conhecimentos a partir do uso dos simuladores. Discutir a pertinência do uso deles na aprendizagem de astronomia. | Prática e desenvolvimento de habilidades de análise dos fenômenos astronômicos simulados em três dimensões na tela do computador. Discussão dos fenômenos presentes nas interações entre Terra, Lua e Sol. | Preenchimento de um questionário pelos alunos sobre os simuladores de fenômenos astronômicos. |
| Localização dos pontos cardeais. | | Descobrir a localização dos pontos cardeais. Relacionar a posição e o tamanho da sombra de uma haste aos pontos cardeais e à hora local. | Análise das notas das aulas expositivas sobre o movimento aparente do Sol. | Atividade prática: Atividade em grupo fora do período das aulas. |

| | | | | |
|---|----|---|---|---|
| Detalhamento do movimento aparente do Sol e exibição de vídeo sobre o mesmo fenômeno. | 02 | Detalhar o movimento aparente do Sol. Relacionar o movimento aparente do Sol simulado no computador ao movimento observado do dia a dia. | Apresentação e detalhamento do movimento aparente do Sol relacionando com o uso de dois recursos audiovisuais. | Aula expositiva com apoio audiovisual. |
| Utilização do simulador Stellarium para verificação do movimento aparente do Sol em diferentes localidades. | 02 | Detalhar o movimento aparente do Sol. Relacionar o movimento aparente do Sol simulado no computador ao movimento observado no dia a dia. | Prática e desenvolvimento de habilidades de análise dos fenômenos astronômicos simulados em três dimensões na tela do computador. | Preenchimento de um questionário pelos alunos sobre as simulações do movimento aparente do Sol no Stellarium. |
| Atividade em sala de aula. Demonstração das estações do ano pelo professor. | 01 | Discutir como ocorrem as estações do ano. Relacionar a inclinação do eixo de rotação da Terra em relação à eclíptica aos fenômenos equinócio e solstício. | Análise da trajetória da Terra em torno do Sol, permitindo aos alunos a observação de como ocorrem as estações do ano. | Aula expositiva com experimento feito em classe. |
| Detalhamento sobre a órbita da Lua e exibição de vídeo sobre o mesmo fenômeno. | 02 | Detalhar o movimento aparente da Lua. Relacionar o movimento aparente da Lua simulado no computador ao movimento observado no dia a dia. | Apresentação e detalhamento do movimento aparente da Lua relacionando com o uso de dois recursos audiovisuais. | Aula expositiva com apoio audiovisual. |

| | | | | |
|--|----|--|---|---|
| Utilização do simulador Stellarium para visualização (quando possível) da Lua em diferentes localidades | 01 | Detalhar o movimento aparente da Lua. Relacionar o movimento aparente da Lua simulado no computador ao movimento observado no dia a dia. | Prática e desenvolvimento de habilidades de análise dos fenômenos astronômicos simulados em três dimensões na tela do computador. | Preenchimento de um questionário pelos alunos sobre as simulações do movimento aparente da Lua no Stellarium. |
| Utilização do aplicativo Sky Map e do programa Stellarium. | | Investigar a posição de um astro através das informações de instrumentos diferentes. | Análise das notas das aulas expositivas sobre a posição e o movimento dos astros. | Atividade prática Atividade em grupo fora do período das aulas. |
| Avaliação Somativa Individual – Interação Sol-Terra-Lua e Avaliação da sequência de ensino aprendizagem. | 01 | Analisar e comparar as respostas obtidas com as respostas verdadeiras. | Análise e revisão de toda aplicação da sequência de ensino aprendizagem. | Preenchimento de questionários sobre tópicos da sequência. |
| Total: 15 aulas de 50 minutos. | | | | |
| Material utilizado: Para uso dos simuladores: computadores que executam programas em Java. Para uso nos experimentos dentro ou fora da sala de aula: globo terrestre e lâmpada. | | | | |

Sequência um - Descrição geral das atividades.

Tabela 2

| Sequência dois | | | | |
|--|------------------------|---|--|---|
| Tema | Número de Aulas | Objetivos Específicos | Conteúdos | Dinâmica das Atividades |
| Questões iniciais - Construção de mapa mental sobre a queda dos corpos. | 01 | Avaliar os conhecimentos prévios. | Apresentação de questões diagnósticas. Análise crítica das questões para o estudo da astronomia. | Preenchimento de um questionário pelos alunos. |
| Exibição de um vídeo sobre a gravidade e posterior atividade em grupo. | 02 | Apresentar um histórico sobre a gravitação. Mostrar a contribuição de Galileu e Kepler para a lei da gravitação universal de Newton. Explicar o fenômeno das marés. | Apresentação audiovisual sobre parte do conteúdo da sequência didática. Apresentação e discussão em grupos para a elaboração do material a ser produzido. | Aula expositiva com apoio audiovisual e Atividade em grupo. |
| Apresentação dos conceitos básicos sobre campo gravitacional. | 02 | Explicar os termos presentes no estudo do campo gravitacional. | Apresentação audiovisual com todo o conteúdo da sequência didática. | Aula expositiva com apoio audiovisual. |
| Leis de Kepler, Gravidade e Órbitas. | 02 | Discutir a pertinência do uso dos simuladores na aprendizagem das leis de Kepler. Comparar as informações de cada um dos simuladores. Verificar se há conflito entre estas informações. | Prática e desenvolvimento de habilidades de análise das leis de Kepler simuladas em três dimensões na tela do computador. Discussão sobre cada uma destas leis. | Aula expositiva com apoio audiovisual e Atividade em grupo. |

| | | | | |
|--|----|--|--|--|
| Órbitas Elípticas. | | Comparar a órbita de dois planetas: Terra e Mercúrio. | Prática e desenvolvimento de habilidades de análise da órbita de dois planetas: Terra e Mercúrio. | Atividade em grupo fora do período das aulas. |
| A ideia da proporcionalidade entre a força gravitacional e o produto de duas massas. | 01 | Verificar a proporcionalidade entre a força gravitacional e o produto de duas massas. | Prática e desenvolvimento de habilidades de análise da lei da gravitação universal dos corpos. | Aula expositiva com experimento feito em classe. |
| Como a força gravitacional varia com a distância. | 02 | Verificar como varia a força gravitacional com a distância entre os corpos envolvidos. | Prática e desenvolvimento de habilidades de análise da lei da gravitação universal dos corpos. | Aula expositiva com experimento feito no laboratório de informática |
| A descoberta da constante da gravitação universal. | 01 | Obter a constante da gravitação universal a partir dos dados dos experimentos anteriormente realizados. Comparar o valor da constante g obtido com valores de referências bibliográficas. | Prática e desenvolvimento de habilidades de análise da lei da gravitação universal dos corpos. Discussão sobre as atividades realizadas nas últimas aulas para a obtenção da constante da gravitação universal. | Aula expositiva com experimento feito no laboratório de informática. |
| Avaliação Somativa Individual – Campo Gravitacional e Avaliação da sequência de ensino aprendizagem. | 01 | Analisar e comparar as respostas obtidas com as respostas verdadeiras. | Análise e revisão de toda aplicação da sequência de ensino aprendizagem. | Preenchimento de questionários sobre tópicos da sequência. |

Total: 12 aulas de 50 minutos.

Material utilizado: Para uso dos simuladores: computadores que executam programas em Java. Para uso nos experimentos dentro ou fora da sala de aula: dinamômetro, moedas de R\$ 1,00, barbante, dois pregos, laminados de madeiras (33 cm x 40 cm), régua.

Sequência dois - Descrição geral das atividades.

Capítulo 1

Sequências Interação Terra-Lua-Sol e O Campo Gravitacional – duas sequências de ensino potencialmente significativas

Estas sequências de ensino são unidades de ensino potencialmente significativas porque têm os princípios de uma UEPS, entre eles: o conhecimento prévio é a variável que mais influencia a aprendizagem significativa, segundo Ausubel; a avaliação da aprendizagem significativa deve ser feita em termos de buscas de evidências e a aprendizagem significativa é progressiva. As atividades seguem aspectos sequenciais: a definição dos tópicos a serem abordados, a passagem pela criação de situações iniciais e, em seguida, de situações-problema, que, paulatinamente, levem o aluno a manifestar o seu conhecimento prévio e, em consequência disso, o levem a exposição do conhecimento⁴ que se pretende ensinar para culminar com avaliações formativas que são feitas ao longo da aplicação destas sequências e uma avaliação somativa ao final de cada uma delas.

Sequência um: Interação Terra-Lua-Sol

Por que estudar astronomia no ensino médio?

Não raro, durante o início de uma aula de gravitação, algumas perguntas dos alunos sobre a órbita da Lua em torno da Terra ou da Terra em torno do Sol aparecem com certa frequência e, para outras perguntas relacionadas aos eclipses ou marés aparecerem é questão de minutos. Então, por que não introduzir estas questões advindas da curiosidade dos alunos como motivadoras para o ensino de gravitação?

⁴ Os conhecimentos aqui referidos são declarativos ou predicativos (enunciados de relações, fatos, leis, regularidades, ...) e procedimentais ou operatórios (metodológicos, esquemas de ação, ...). (MOREIRA, 2015, p. 129).

Afinal, para que um conhecimento novo seja adquirido, num ambiente escolar, a motivação deve estar sempre presente.

Habilidades

Uma verificação nos temas descritos a seguir e que serão abordados neste trabalho permite concluir que dentre as habilidades que poderão ser alcançadas pelos estudantes, algumas delas são do currículo de ciências do ensino fundamental da Base Nacional Comum Curricular:

Identificar algumas constelações no céu, com o apoio de recursos, como mapas celestes e aplicativos, entre outros, e os períodos do ano em que elas são visíveis no início da noite. (BNCC — 5º ano)

Associar o movimento diário do Sol e demais estrelas no céu ao movimento de rotação da Terra. (BNCC — 5º ano)

Inferir que as mudanças na sombra de uma vara (gnômon) ao longo do dia em diferentes períodos do ano são uma evidência dos movimentos de rotação e translação do planeta Terra e da inclinação de seu eixo de rotação em relação ao plano de sua órbita em torno do Sol. (BNCC — 6º ano)

Justificar, por meio da construção de modelos e da observação da Lua no céu, a ocorrência das fases da Lua e dos eclipses, com base nas posições relativas entre Sol, Terra e Lua. (BNCC — 8º ano)

Representar os movimentos de rotação e translação da Terra e analisar o papel da inclinação do eixo de rotação da Terra em relação à sua órbita na ocorrência das estações do ano, com a utilização de modelos tridimensionais. (BNCC — 8º ano)

Temas abordados nos simuladores

1) Coordenadas terrestres: longitude e latitude no sistema decimal e sexagesimal. 2) Coordenadas equatoriais: ascensão reta e declinação. 3) Coordenadas horizontais:

azimute e altura. 4) A relação entre a rotação da Terra com o movimento aparente do céu. 5) A variação do ângulo de declinação do Sol ao longo do ano. 6) O caminho aparente do Sol na esfera celeste. 7) Incidência dos raios solares em diferentes partes da Terra ao longo das estações do ano. 8) Demonstração de como ocorrem as estações do ano. 9) Demonstração de como a mudança no ângulo de declinação do Sol modifica a sombra de um edifício ao longo do ano. 10) Visualização da fase da Lua dependente da sua posição geométrica, ou seja, como a fase é observada, da Terra ou do Sol — a simulação permite a Lua ser vista da Terra, do Sol e de uma posição arbitrária do espaço. 11) Visualização da posição da Lua na sua órbita, sua fase, e sua posição exibida para um observador na Terra em diferentes horários do dia. 12) O deslocamento das marés ao longo da órbita da Lua e, como o Sol e a rotação da Terra influenciam a formação de marés. 13) A relação entre fases da Lua, a hora local, e a posição da Lua no céu. 14) Os diferentes tipos de eclipses. 15) A visualização do céu realista em três dimensões utilizando-se do programa de código aberto Stellarium.

Parte 01 – Introdução

Um dos preceitos para que haja aprendizagem significativa é a interação que os conhecimentos prévios tenham com os conhecimentos novos. Para isso, é preciso avaliar quais são esses conhecimentos prévios com o objetivo de poder relacioná-los aos conhecimentos que serão apresentados.

a) (1 aula) Situação inicial - Questionamento sobre o sistema Sol – Terra – Lua

Como primeira atividade da sequência, esta aula tem como objetivo a preparação dos alunos para os temas que serão tratados nas próximas aulas. O preenchimento do questionário **Questões diagnósticas sobre conhecimentos de Astronomia** é considerado como uma etapa importante para a verificação de quais assuntos os alunos têm maior clareza ou dificuldade de compreensão, que despertam maior ou menor interesse.

b)(3 aulas) Apresentação de conceitos iniciais para o estudo do sistema Sol – Terra – Lua

Aqui, é sugerido que o professor prepare uma aula expositiva sobre os conceitos básicos de astronomia e utilize os simuladores com os quais os alunos irão explorar. Para o planejamento desta aula o professor poderá consultar os materiais que estão relacionados no capítulo **Saiba Mais** desse material. É sugerido que eles façam a exploração de tais programas em casa tanto para estimular o protagonismo estudantil quanto ao próprio conhecimento e também como forma de terem um contato prévio com os programas para facilitar as simulações que serão feitas no laboratório de informática da escola.

Parte 02 – Situação Problema I - Uso dos simuladores: de localização, do movimento aparente do sol e das fases da lua – Avaliação Formativa

Esta primeira situação-problema utiliza alguns conceitos que os alunos já estudaram no ensino fundamental (por exemplo, longitude e latitude) e os relaciona com conceitos novos (por exemplo, as coordenadas equatoriais), com o intuito de criar condições para uma aprendizagem significativa, na qual o aumento do nível de complexidade das atividades leva em conta o que o estudante já sabe.

c) (2 aulas) Utilização dos simulares em sala de aula

Neste momento, o professor fará a apresentação de simuladores de localização na esfera celeste e na Terra, simuladores do movimento aparente do Sol e de simuladores das fases da Lua. Os alunos irão responder o questionário **Questões específicas de cada simulador**, que apresenta três questões para cada simulador. Para cada simulador, a dupla de estudantes tinha que responder questões específicas. A única pergunta comum a todos os simuladores era: O que faz esse simulador? As demais perguntas são mais específicas sobre a funcionalidade de cada simulador.

Parte 03 – Atividade prática externa I - Localização dos pontos cardeais

Tanto a atividade anterior quanto esta procuram promover atividades colaborativas entre os alunos, quando eles estiverem em dupla, como no caso do preenchimento do questionário, ou quando eles estiverem em grupos de três a seis alunos. Estas atividades são importantes pelas discussões entre os alunos sobre os novos conhecimentos apresentados e pela possibilidade de mediação do professor.

A realização desta atividade ficará sob responsabilidade de cada grupo de alunos. O professor pode pedir aos alunos que tirem fotos de cada etapa da atividade: do local, do gnômon no início, do gnômon com uma sombra, do gnômon com duas sombras ou mais e da determinação dos pontos cardeais do local. No capítulo **Saiba mais**, há a referência na qual a atividade poderá ser encontrada sob o título **GNÔMON E OS PONTOS CARDEAIS**.

Parte 04 – Situação Problema II - Movimento aparente do Sol, exibição de vídeo sobre o fenômeno e utilização do simulador Stellarium – Avaliação Formativa

Aqui é proposta uma situação problema mais complexa que poderá auxiliar o estudante na compreensão do movimento aparente do Sol. Tal complexidade reside na quantidade de informações oriundas dos vídeos e na diversidade de recursos presentes no programa Stellarium, no qual o estudante pode verificar a trajetória do Sol simulada para a cidade onde ele se encontra, ou para qualquer ponto do planeta Terra.

d)(2 aulas) Detalhamento do movimento aparente do Sol e exibição de vídeo sobre o mesmo fenômeno

Nesta atividade, professor irá detalhar, em aula expositiva, os movimentos aparentes do Sol e exibirá dois vídeos que tratam de alguns aspectos da trajetória solar, como o solstício e o equinócio: Espaçoave Terra Semana 26 - Como o solstício ocorre no Polo Sul: A Lua do Sol e Espaçoave Terra Semana 39 - O que é equinócio? Dias de 22 horas. Utilizará o programa Stellarium para simular o movimento aparente do Sol em diferentes localidades e para auxiliar nas respostas às questões dos alunos.

e) (2 aulas) Utilização do simulador Stellarium para verificação do movimento aparente do Sol em diferentes localidades

Aqui também será necessária a formação de duplas ou pequenos grupos de alunos para exploração, de forma livre, do programa Stellarium. Após a exploração livre, feita na escola e, eventualmente, em casa, os alunos serão solicitados a preencherem o questionário **Questões sobre a trajetória solar em diferentes localidades**.

Parte 05 – Situação-Problema III - Atividade prática (Movimento aparente do Sol)

*Uma atividade como esta, aplicada neste momento da sequência de ensino aprendizagem, apresenta uma característica importante da teoria de Ausubel — a **consolidação** do ensino do movimento aparente do Sol. Antes que um novo tema seja tratado, como o movimento da Lua, é preciso insistir naquilo que está sendo estudado até que a aprendizagem esperada tenha sido alcançada.*

f) (1 aula) Atividade em sala de aula. Demonstração das estações do ano pelo professor.

A realização desta atividade ficará sob responsabilidade do professor que fará a apresentação das estações do ano para os alunos conforme atividade descrita no capítulo **Saiba mais**.

Parte 06 – Órbita da lua, exibição de vídeo sobre o fenômeno e utilização do simulador Stellarium – Avaliação Formativa

*O estudo do movimento da Lua é trabalhado de forma mais rápida, mas não menos densa. **Diferenciação progressiva e reconciliação integrativa**, conceitos da teoria de Ausubel, podem aqui ser exemplificados: ao longo desta sequência, o movimento da Terra — que explica o movimento aparente do Sol — e o movimento da Lua são apresentados e, progressivamente, diferenciados. O fato dos dois movimentos terem origem na atração universal dos corpos mostra também uma similaridade entre eles. Assim, tanto a verificação das diferentes especificidades desses movimentos quanto o reconhecimento de uma relação entre eles tornam possível a aprendizagem significativa de ambos.*

g)(2 aulas) Detalhamento sobre a órbita da Lua e exibição de vídeo sobre o mesmo fenômeno

Nas aulas anteriores desta sequência, conceitos básicos do sistema Sol-Terra-Lua já foram expostos para os alunos. Mas, nestas duas aulas, para detalhar melhor o movimento da Lua, o professor exibirá dois pequenos vídeos, que tratam do tema e, deixará o restante da aula para esclarecimento de dúvidas dos estudantes. Vídeos: Espaçoave Terra Semana 03 e, Espaçoave Terra Semana 41 - Segredos da Lua: Lendo a Lua.

h) (1 aula) Utilização do simulador Stellarium para visualização (quando possível) da Lua em diferentes localidades

Aqui também será necessária a formação de duplas ou pequenos grupos de alunos para exploração, de forma livre, do programa Stellarium. Após a exploração livre, feita na escola e, eventualmente, em casa, os alunos serão solicitados a preencherem o questionário **Questões sobre a visualização (quando possível) da Lua em diferentes localidades.**

Parte 07 – Atividade prática externa II - Utilização do aplicativo Sky Chart e do programa Stellarium

Uma tarefa que é feita em um pequeno grupo de alunos, na qual a participação de cada um deles é incentivada e cujo resultado é exposto para um grupo maior, por exemplo, para os outros alunos na sala de aula e tendo o professor como mediador da exposição dos resultados obtidos é uma atividade colaborativa. Neste ponto, mais uma atividade colaborativa é proposta.

A realização desta atividade ficará sob responsabilidade de cada grupo de alunos. Assim, é desejável que pelo menos um aluno do grupo tenha o aplicativo Sky Chart no celular. O objetivo é que os alunos verifiquem e comparem os corpos presentes no céu (estrelas, planetas etc.) através de dois recursos disponíveis e gratuitos: o aplicativo Sky Chart e o simulador Stellarium.

Parte 08 – Avaliação Somativa Individual – Interação Sol-Terra-Lua e Avaliação da Sequência de ensino aprendizagem

i) (1 aula) Avaliação Somativa Individual – Interação Sol-Terra-Lua e Avaliação da sequência de ensino aprendizagem

A avaliação somativa individual da sequência Interação-Sol-Lua deverá estar baseada em todos os temas trabalhados na sequência e tem como objetivo avaliar o alcance da aprendizagem esperada. A avaliação da sequência de ensino aprendizagem tem como objetivo verificar a perspectiva do aluno quanto ao conjunto

de atividades desenvolvidas.

Total de horas-aula: 15 aulas

Sequência dois – O campo gravitacional

Habilidades

Ao final desta sequência, espera-se que o estudante seja capaz de:

Discutir o campo gravitacional: o que é? Sua influência para os corpos próximos à superfície terrestre sua relação com massas e distâncias envolvidas.

Verificar como as grandezas presentes na Lei da Gravitação Universal estão relacionadas.

Analisar como a variação destas grandezas altera a intensidade da força de atração gravitacional.

Temas abordados nos simuladores

1) Análise da órbita dos oito planetas do sistema solar e mais a órbita de Plutão. 2) Verificação das Leis de Kepler. 3) A análise dos valores de velocidade e de aceleração para cada um dos astros. 4) O estudo do movimento de um satélite artificial em torno da Terra, da Lua em torno da Terra, da Lua e da Terra em torno do Sol e da Terra sozinha em torno do Sol. 5) Análise de como as distâncias e as massas dos corpos influenciam nas suas órbitas. 6) Verificação de quais variáveis são importantes para mudar o módulo da força da gravidade.

A construção de um mapa mental — onde as associações entre os termos são livres — com as ideias e conceitos que os alunos tinham ao refletirem sobre o estudo do campo gravitacional tem como objetivo a exposição do pensamento livre sobre as questões propostas pelo professor no início desta atividade.

a) (1 aula) Questões iniciais - Construção de mapa mental sobre a queda dos corpos

Construir com os alunos um mapa mental coletivo, a partir do estímulo inicial: Por que as coisas caem? E a Terra, cai? O professor pode escrever na lousa as palavras indicadas pelos alunos e depois relacioná-las em um mapa mental construído coletivamente. Em seguida, pedir aos alunos, em grupos, uma explicação por escrito do mapa construído. Eventuais mudanças feitas pelos grupos poderão ser utilizadas para discussão em sala de aula.

b) (2 aulas) Exibição de um vídeo sobre a Gravidade e posterior atividade em grupo

Nesta etapa, o professor fará a exibição de um vídeo produzido pela Secretaria de Educação da Bahia e pela Universidade Estadual da Bahia: Física e o Cotidiano – Gravidade. Após a exibição, o professor solicitará que os alunos formem grupos de, no máximo, cinco estudantes para formularem uma forma de apresentar os fatos, conceitos e personagens apresentados no vídeo acima. Toda apresentação deverá ter como material produzido um texto, mas poderá ser complementada com cartazes, seminário ou outro tipo de apresentação combinada com o professor. A apresentação dos trabalhos deverá ser marcada para o final desta sequência de ensino. O professor poderá utilizar o restante da aula para detalhar as formas de apresentação e os pontos relevantes que devem ser abordados.

Parte 02 – Situação Problema I

*As situações problemas propostas para uma aprendizagem significativa têm níveis diferentes de complexidade, sendo que, as de nível introdutório, como esta, tem questões (com as respectivas discussões delas provenientes) que podem funcionar como **organizadores prévios** — que são materiais instrucionais introdutórios apresentados antes do material a ser aprendido — para a introdução dos novos conhecimentos.*

c) (2 aulas) Apresentação dos conceitos básicos sobre campo gravitacional

Aqui, o professor irá apresentar uma aula expositiva sobre os conceitos presentes no estudo do campo gravitacional. Nesta etapa, que tratará de toda a teoria envolvida sobre o campo gravitacional diversas perguntas serão discutidas com todo o grupo. Alguns exemplos de perguntas: a) O que é gravidade? b) Do que depende a força da gravidade?; c) Podemos dizer que uma bola chutada por um jogador de futebol e o movimento da Lua em volta da Terra são semelhantes?; d) De acordo com a equação da força gravitacional, o que acontece com a força entre dois corpos se a massa de um deles for dobrada? E se ambas as massas forem dobradas? e) A força gravitacional atua sobre todos os corpos em proporção a suas massas. Por que, então, um corpo pesado não cai mais rápido, em queda livre, do que um leve? f) Se existe uma força atrativa entre todos os objetos, por que não somos atraídos pelos edifícios de grande massa em nossa vizinhança? g) Em quanto diminui a força gravitacional entre dois objetos quando a distância entre seus centros é dobrada? E triplicada? E aumentada em dez vezes? h) Considere uma maçã no topo de uma árvore, atraída pela gravidade da Terra com uma força de 1 N. Se a árvore fosse duas

vezes mais alta, a força da gravidade seria quatro vezes mais fraca? Utilizou para algumas perguntas as referências bibliográficas relacionadas no capítulo **Saiba Mais**.

d) (2 aulas) Leis de Kepler, Gravidade e Órbitas

Neste momento, o professor fará a apresentação de dois simuladores (Planetary Orbity Simulator, da Universidade de Nebraska e Gravidade e Órbitas do site Phet Interactive Simulations) em sala de aula e proporá aos alunos a formação de duplas ou pequenos grupos para preencherem o questionário **Questões específicas de cada simulador do campo gravitacional**.

Parte 03 – Atividade prática externa I – Órbitas Elípticas

A interação entre os estudantes em pequenos grupos novamente é incentivada aqui em mais esta atividade colaborativa, cujo resultado poderá ser exposto e discutido em um grupo maior, na sala de aula.

A realização desta atividade ficará sob responsabilidade de cada grupo de alunos. O professor poderá solicitar aos grupos fotos de cada etapa da atividade: do material utilizado à realização da atividade em si. Os resultados poderão ser discutidos na sala de aula. No capítulo **Saiba mais**, há a referência na qual a atividade poderá ser encontrada sob o título **PRIMEIRA LEI DE KEPLER - LEI DAS ÓRBITAS**.

Parte 04 – Situação-Problema II

A seguir, três atividades colaborativas são propostas para a verificação da Lei da Gravitação Universal. Na primeira atividade, os estudantes poderão verificar que a força

gravitacional é diretamente proporcional ao quadrado das massas dos corpos; na segunda poderão perceber que a força gravitacional varia com o inverso do quadrado da distância entre os corpos e, então, na terceira atividade, poderão chegar à constante da Lei da Gravitação Universal.

As próximas etapas terão como objetivo a construção da Lei da Gravitação Universal através de conceitos que já foram previamente discutidos: movimento circular, leis de Newton, leis de Kepler, etc.

e) (1 aula) A ideia da proporcionalidade entre força e o produto de duas massas

Tendo como base o material do projeto Hands-on Universe (GLOBAL HANDS-ON UNIVERSE ASSOCIATION), a ideia é que os alunos quantifiquem a relação entre massas suspensas e a força da gravidade sobre estas massas, utilizando-se de um dinamômetro (com graduação até 5 N) e conjuntos de moedas de 1 Real (5, 10, 15, 20 e 25 moedas). O professor pode enfatizar que a função do dinamômetro na atividade é intermediar a força entre a massa da Terra (força da gravidade) com a massa dos conjuntos de moedas. Com isso, solicita aos alunos a construção de gráficos da Força (N) x massa (g), e pode-se chegar a retas cujas inclinações chegaram a valores próximos de 10 N/kg, valor que representa a "intensidade de campo gravitacional" na superfície da Terra.

Para chegarmos à expressão da lei da gravitação universal é preciso deixar claro que a força do campo gravitacional resulta da interação entre pelo menos duas massas e é igual em intensidade para ambas e que, como se poderá verificar pelos gráficos, ao dobrar ou triplicar a massa de um dos corpos, a força gravitacional aumenta na mesma proporção.

f) (2 aulas) Como a força gravitacional varia com a distância

Esta atividade é baseada na referência (Global Hands-On Universe Association) sendo necessário o uso do programa Excel para elaboração de gráficos. Entretanto, pode-se optar pelo programa gratuito de código aberto, BrOffice.

Com o conhecimento prévio dos alunos sobre o estudo do movimento circular, aceleração centrípeta, força centrípeta e leis de Newton e com as tabelas fornecidas pela referência acima, é possível calcular a velocidade e a aceleração de cada um dos satélites do planeta Urano ou dos planetas Mercúrio, Vênus, Terra e Marte em órbita em torno do Sol.

O professor pode, por exemplo, dividir a turma de alunos onde metade utiliza dados do planeta Urano como corpo de maior massa e a outra metade utiliza o Sol.

Para o cálculo da velocidade ($v = \frac{2\pi r}{T}$) (equação I) e da aceleração ($a = \frac{v^2}{r}$) (equação II) considera-se que as trajetórias dos corpos em órbita são circulares e utilizando-se do programa Excel, pede-se aos alunos que explorem possibilidades para a dependência da aceleração com o raio.

Neste ponto, é necessário apresentar, mesmo que de forma qualitativa, o processo de linearização de uma curva, enfatizando o fato de que analisar dados em uma reta é mais simples do que em uma curva para facilitar a determinação das constantes físicas.

Pede-se então a construção de gráficos de aceleração como função da distância r , do inverso da distância $\frac{1}{r}$ e também do inverso da distância ao quadrado $\frac{1}{r^2}$ de modo a observar se algum deles se aproximava de uma reta.

Os valores para os coeficientes angulares para o terceiro gráfico podem ser obtidos através de uma função do programa Excel (INCLINAÇÃO: retorna à inclinação da reta de regressão linear para os pontos de dados determinados).

Sobre a proporcionalidade entre aceleração e distância verificada na obtenção dos gráficos, o professor pode indagar aos alunos sobre o que poderia acontecer se a distância dos planetas ao Sol, ou das luas de Urano a Urano, duplicasse.

Assim, com a verificação de que $a = \frac{v^2}{r} \propto \frac{1}{r^2}$ (equação III) é fácil mostrar porque a velocidade tangencial de um planeta diminui com o aumento da distância ao Sol, já que $v^2 \propto \frac{1}{r}$, ou seja, quando o raio aumenta, a velocidade diminui.

Como todas as instruções são dadas aqui, o professor pode optar por consultar as tabelas (com as distâncias e os períodos de translação) da referência citada acima ou buscar em outras fontes, como por exemplo, a página sobre o sistema solar cujo endereço eletrônico está no capítulo Saiba Mais.

g) (1 aula) A descoberta da constante da Gravitação Universal

O professor pode iniciar esta atividade questionando os alunos sobre o que poderia indicar o valor da inclinação dos gráficos obtidos na atividade anterior, se eles podem ter algum tipo de dependência com a massa do corpo, do Sol para as órbitas dos planetas, ou da massa de Urano para as órbitas das luas analisadas.

A partir desta verificação, ele poderá mencionar que uma tentativa natural para descobrir o valor da constante da gravitação universal é relacionar a inclinação obtida com a massa do corpo, ou seja, $k \propto M$ e que para transformar esta proporção em uma equação, a constante G procurada poderá ser introduzida, chegando a $k = G \cdot M$.

Pela expressão anterior (equação III), pode-se reescrevê-la como uma igualdade, $a = k \cdot \left(\frac{1}{r^2}\right)$, onde k é a inclinação obtida dos gráficos. Nesse ponto, o professor poderá motivar os alunos a obter a expressão da lei da gravitação universal. Como $k = G \cdot M$, então $a = G \cdot M \cdot \left(\frac{1}{r^2}\right)$. Multiplicando a expressão pela massa dos corpos de menor massa temos $m \cdot a = m \cdot G \cdot M \cdot \left(\frac{1}{r^2}\right)$. O lado esquerdo desta expressão pode ser identificado como a força resultante atuando sobre o objeto, dada pela segunda lei de Newton por $F = m \cdot a$. Sendo a força gravitacional a única atuando no sistema, temos que $F_R = G \frac{M \cdot m}{r^2}$ é a própria força gravitacional.

Assim, o cálculo da constante G pode ser feito sem dificuldade utilizando o programa Excel, onde a inserção da fórmula facilita a obtenção de G.

**h) (1 aula) Avaliação Somativa Individual – Campo Gravitacional e
Avaliação da sequência de ensino-aprendizagem**

A avaliação somativa individual da sequência Campo Gravitacional deverá estar baseada em todos os temas trabalhados na sequência e tem como objetivo avaliar o alcance da aprendizagem esperada. A avaliação da sequência de ensino aprendizagem tem como objetivo verificar a perspectiva do aluno quanto ao conjunto de atividades desenvolvidas.

Total de horas-aula: 12 aulas

Capítulo 2

Materiais instrucionais

Simuladores de localização na Terra e na Esfera Celeste

Simulador Longitude/Latitude Demonstrator (Demonstra a latitude e a longitude de um local)

O que é possível observar?

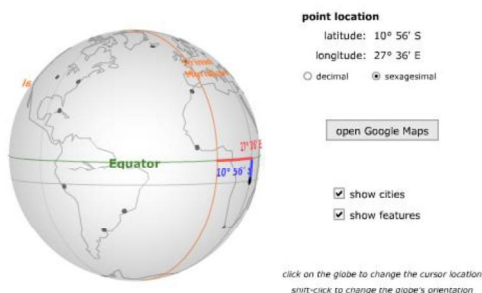
Mostra os valores de longitude e latitude no sistema decimal e sexagesimal.

Show cities – Mostra a latitude e longitude de algumas cidades selecionadas.

Show features – Mostra a forma característica do meridiano de referência e da linha do equador.

Visualização do local selecionado através do Google Maps.

Figura 1



Simulador Longitude/Latitude Demonstrator.

O que é possível questionar?

Quais as limitações de um sistema de coordenadas baseado na superfície da Terra?

Simulador Celestial-Equatorial (RA/Dec) Demonstrator (Demonstra o sistema equatorial de coordenadas)

O que é possível observar?

A posição, que pode ser modificada, de um astro na esfera celeste através das coordenadas ascensão reta e declinação.

A eclíptica.

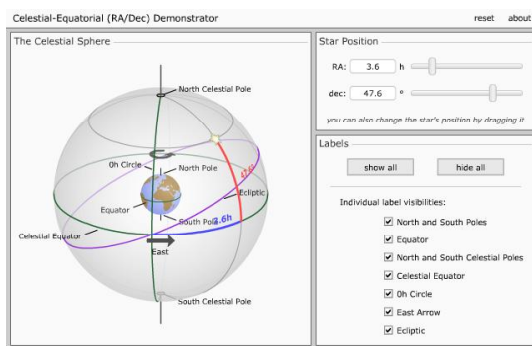
Os polos terrestres e celeste.

A linha do equador.

0 h Circle – meridiano de referência.

East arrow – Seta para o leste.

Figura 2



Simulador Celestial-Equatorial (RA/Dec) Demonstrator.

O que é possível questionar?

Quais as diferenças entre o sistema equatorial e o sistema de coordenadas geográficas?

Simulador Azimuth/Altitude Demonstrator (Demonstra os ângulos azimute e altitude)

O que é possível observar?

Mostra as coordenadas ângulos azimute e altura de um astro no sistema horizontal.

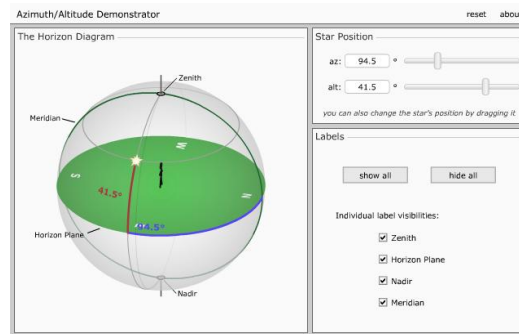
Os pontos zênite e nadir.

O meridiano do observador.

O horizonte do observador.

As coordenadas horizontais de um astro.

Figura 3



Simulador Azimuth/Altitude Demonstrator.

O que é possível questionar?

Quais as diferenças entre o sistema equatorial e o horizontal?

Simulador Coordinate Systems Comparison (Comparando sistemas de coordenadas)

O que é possível observar?

Mostra como a rotação da Terra permite observar o movimento aparente do céu e como a esfera celeste e o plano do observador estão relacionados.

Observer's location – Localização do observador em coordenadas geográficas.

Show 0h circle – Mostra o meridiano de referência (0 h).

Show celestial equator – Mostra o equador celestial.

Show underside of horizon diagram – Mostra o lado invisível para o observador.

Show never rise region – Mostra o local onde estão os astros que nunca serão visíveis.

Show rise and set region – Mostra a região onde estão os astros que nascem e se põem.

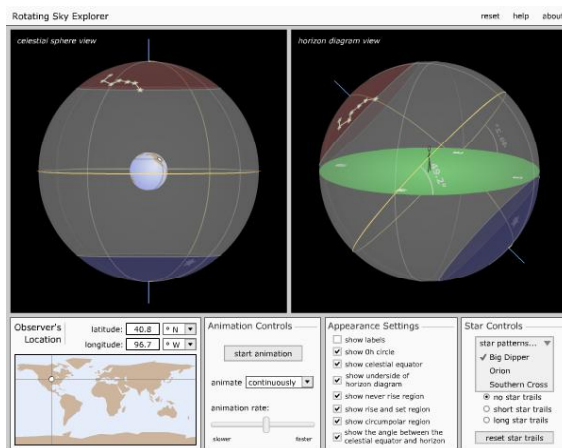
Show circumpolar region – Mostra a região circumpolar (onde os astros estão sempre visíveis).

Show the angle between the celestial equator and horizon – Mostra o ângulo entre o equador celestial e o horizonte do observador.

Star Controls – Exibir as constelações Big Dipper (Ursa Maior), Orion (Órion) e Southern Cross (Cruzeiro do Sul).

Exibir as trilhas das estrelas – short trails (trilhas curtas) e long trails (trilhas longas).

Figura 4



Simulador Coordinate Systems Comparison.

O que é possível questionar?

Em quais situações determinado sistema de coordenada é mais adequado?

- O que acontece com os objetos que estão na região circumpolar?;
- O que acontece com as estrelas que estão entre as regiões circumpolares?;
- qual o verdadeiro sentido de rotação dos astros do céu?;
- quais os valores da ascensão reta e da declinação no Equinócio de Outono (março) e no Equinócio de Primavera (setembro)?
- quais os valores da ascensão reta e da declinação no Solstício de Inverno (junho) e no Solstício de Verão (dezembro)?

Simuladores do movimento aparente do Sol

Simulador Paths of the Sun (Trajetórias do Sol)

O que é possível observar?

Mostra como o ângulo de declinação do Sol varia ao longo de um ano.

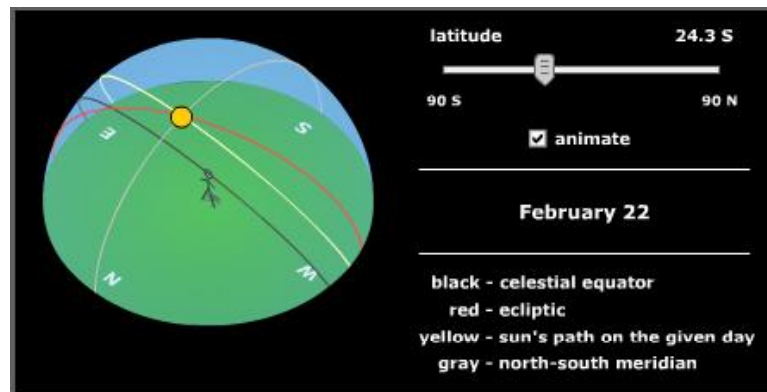
Celestial equator – Equador celestial (linha preta).

Ecliptic – Eclíptica (linha vermelha).

Sun's path on the given day – Trajetória do Sol ao longo de um dia qualquer (linha amarela).

North-South meridian – Meridiano Norte-Sul (linha cinza)

Figura 5



Simulador Paths of the Sun.

O que é possível questionar?

Qual é o intervalo do ângulo de declinação da trajetória do Sol ao longo de um ano?

Simulador Sun Motions Overview

(Visão geral dos movimentos do Sol)

O que é possível observar?

Mostra os caminhos aparentes do Sol na Esfera Celeste.

CE – Equador celeste

PSC – polo sul celeste

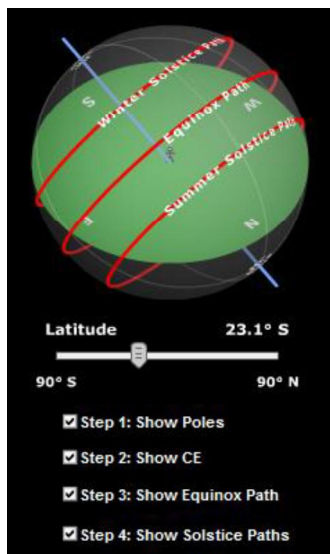
PNC – polo norte celeste

Winter solstice path – trajetória no solstício de inverno

Summer solstice path – trajetória no solstício de verão

Equinox path – trajetória no equinócio

Figura 6



Simulador Sun Motions Overview.

O que é possível questionar?

Há variação da distribuição dos raios solares conforme muda o ângulo de inclinação?

Simulador Sun's Rays Simulator
(Simulador dos raios do Sol)

O que é possível observar?

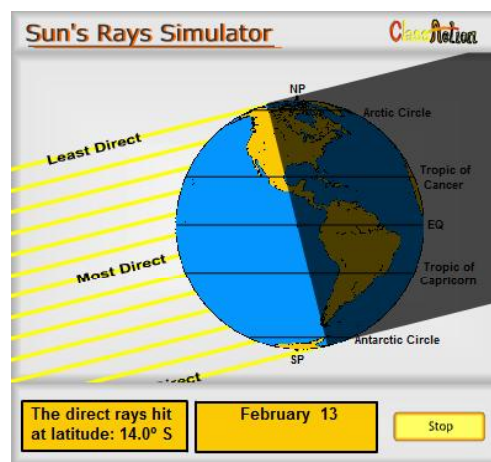
Mostra como os raios mais diretos do Sol incidem em diferentes partes da Terra ao longo das estações do ano.

Least Direct – Menos direto.

Most Direct – Mais direto.

The direct rays hit at latitude – Os raios diretos incidem na latitude.

Figura 7



Simulador Sun's Rays Simulator.

O que é possível questionar?

Como a incidência dos raios solares afeta o clima nos hemisférios norte e sul?

Simulador Seasons Simulator (Simulador das estações do ano)

O que é possível observar?

Mostra a geometria do movimento da Terra em torno do Sol ao longo do ano, demonstrando como ocorrem as estações do ano. Este simulador permite

representações tanto do movimento aparente do Sol na Esfera Celeste quanto do movimento da Terra em sua órbita.

O ponto de Solstício de Inverno – WS (Winter Solstice).

O ponto de Solstício de Verão – SS (Summer Solstice).

O ponto de Equinócio de Primavera – EV (Vernal, Spring Equinox).

O ponto de Equinócio de Outono – EA (Autumnal, Fall Equinox).

O ângulo de declinação do Sol – Sun's declination.

O ângulo de ascensão reta do Sol – Sun's right ascension.

O movimento aparente do sol ao longo da Eclíptica na Esfera Celeste.

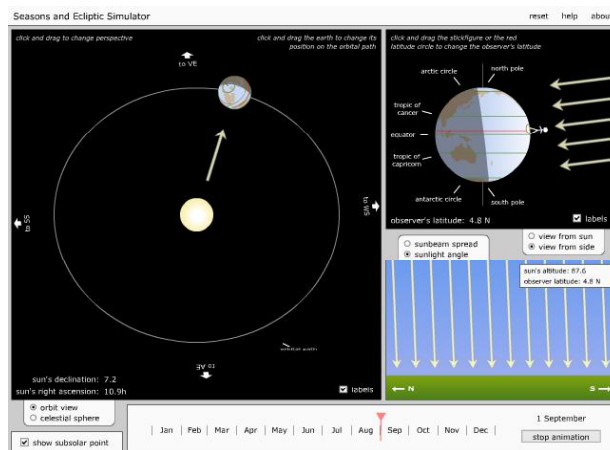
A latitude do observador.

Sun's altitude: Altitude meridional do Sol: ($90^\circ - \text{latitude local} + \text{ângulo de Declinação}$).

Sunbeam spread – espalhamento dos raios de Sol em determinada região devido à sua inclinação.

Sunlight angle – ângulo dos raios de Sol.

Figura 8



Simulador Seasons Simulator.

O que é possível questionar?

O que aconteceria se a velocidade de rotação da Terra aumentasse ou diminuísse?

Simulador Union Seasons Demonstrator (Demonstração das estações do ano)

O que é possível observar?

Demonstra a mudança no ângulo de declinação do Sol que mostra como a sombra de um edifício muda ao longo do ano.

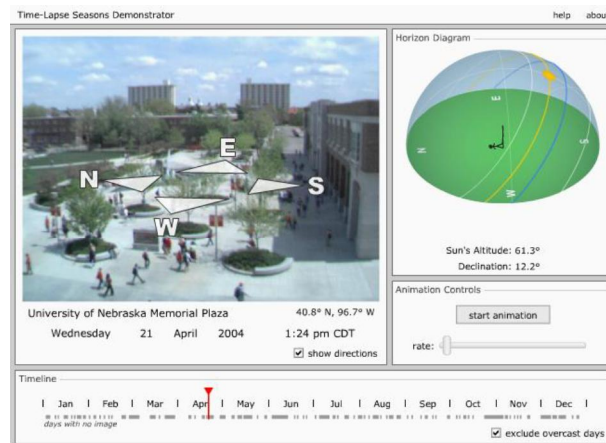
Time-lapse Seasons demonstrator – Demonstra em intervalos de tempo as estações do ano.

Sun's altitude: Altitude meridional do Sol: ($90^\circ - \text{latitude local} + \text{ângulo de Declinação}$).

Declination: ângulo de declinação (coordenada equatorial).

Exclude overcast days: exclui dias nublados.

Figura 9



Simulador Union Seasons Demonstrator.

O que é possível questionar?

Como varia a incidência dos raios solares com a latitude?

Simuladores da órbita lunar

Simulador Three Views Simulator (Três vistas da Lua)

O que é possível observar?

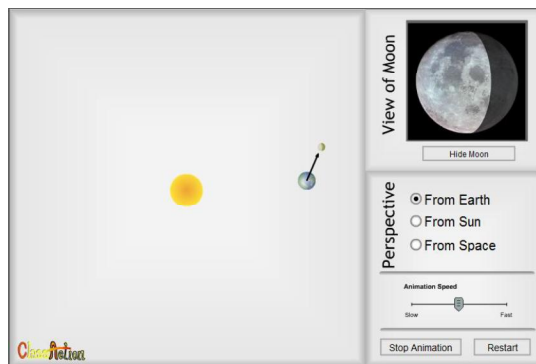
Mostra como a fase da Lua depende da sua posição geométrica. A simulação permite a Lua ser vista da Terra, do Sol e de uma posição arbitrária do espaço.

A aparência da Lua vista da Terra – From Earth.

A aparência da Lua vista do Sol – From Sun.

A aparência da Lua vista de um ponto do espaço – From Space.

Figura 10



Simulador Three Views Simulator.

O que é possível questionar?

Como varia a aparência da Lua no hemisfério norte e sul?

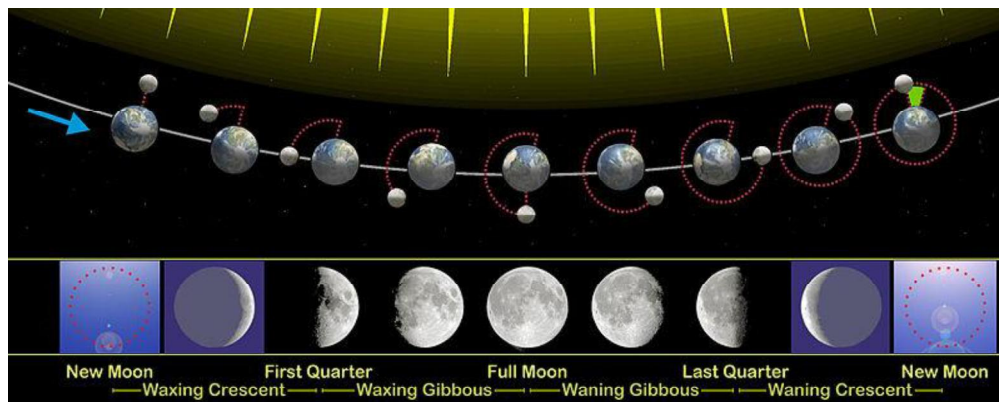
Simulador Lunar Phases Simulator (Simulador das fases da Lua)

O que é possível observar?

Mostra a correspondência entre a posição da Lua na sua órbita, sua fase, e sua posição exibida para um observador na Terra em diferentes horários do dia.

Waxing Crescent: Lua (crescente) cuja face voltada para a Terra está com iluminação crescente e menor que um quarto da superfície total da Lua; **First Quarter:** Lua (crescente) cuja face voltada para a Terra está com iluminação crescente e, nesse momento, a iluminação está em, aproximadamente, 50% da face da Lua voltada para a Terra ou, em um quarto da superfície total da Lua; **Waxing Gibbous:** Lua (crescente) cuja face voltada para a Terra está com iluminação crescente e é maior que um quarto da superfície total da Lua; **Full Moon:** Fase onde, aproximadamente, 100% da face da Lua voltada para a Terra está iluminada; **Waning Gibbous:** Lua (minguante) cuja face voltada para a Terra está com iluminação decrescente e maior que um quarto da superfície total da Lua; **Third Quarter:** Lua (minguante) cuja face voltada para a Terra está com iluminação decrescente e, nesse momento, a iluminação está em, aproximadamente, 50% da face da Lua voltada para a Terra ou, em um quarto da superfície total da Lua; **Waning Crescent:** Lua (minguante) cuja face voltada para a Terra está com iluminação decrescente e menor que um quarto da superfície total da Lua; **New Moon:** Fase onde, aproximadamente, 100% da face da Lua voltada para a Terra não está iluminada.

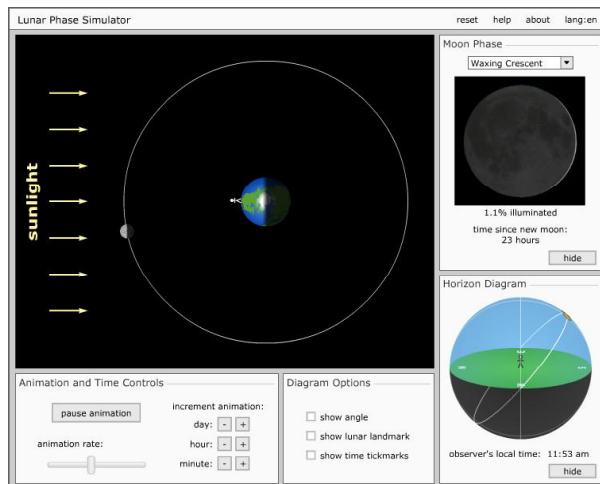
Figura 11



Fases da Lua. Disponível em:

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Moon_phases_en.jpg?uselang=pt-br.

Figura 12



Simulador Lunar Phases Simulator.

O que é possível questionar?

Quantas fases a Lua tem? Esta pergunta realmente faz algum sentido? É possível determinar o número de fases da Lua? No que se baseia esse número?

Simulador Tidal Bulge Simulation (Simulador de protuberância de maré)

O que é possível observar?

Mostra como o Sol, a Lua, e a rotação da Terra se combinam para formar marés. O deslocamento das marés ao longo da órbita da Lua.



Simulador Tidal Bulge Simulation.

O que é possível questionar?

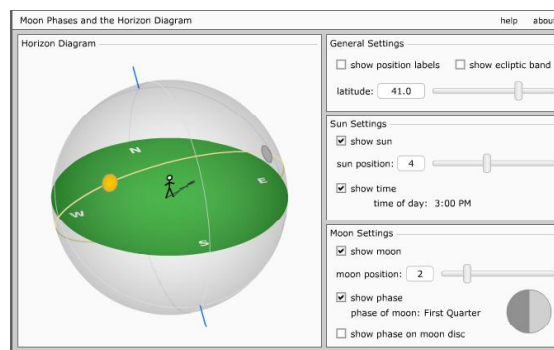
Quem influencia mais os fenômenos das marés, o Sol ou a Lua?

Simulador Moon Phases and the Horizon Diagram (Fases da Lua para um observador na Terra)

O que é possível observar?

Permite aprender a relação entre fases da Lua, a hora local, e a posição da Lua no céu.

Figura 14



Simulador Moon Phases and the Horizon Diagram.

O que é possível questionar?

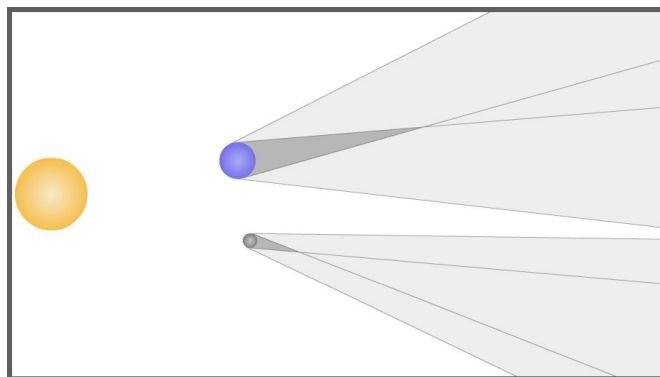
Como varia a posição da Lua com a latitude do observador?

Simulador Eclipse Shadow Simulator (Simulador de Eclipse)

O que é possível observar?

Fornece discos de Terra e da Lua arrastáveis e com sombras, que podem ser usados para demonstrar como a sombra completa (umbral) e a incompleta (penumbral) dão origem a diferentes tipos de eclipses.

Figura 15



Simulador Eclipse Shadow Simulator.

O que é possível questionar?

Por que são formadas duas regiões de sombra (umbral e penumbral)?

O que acontece com o cone de sombra à medida que afastamos Terra e/ou Lua do Sol?

É possível, através da observação de um eclipse, determinar o formato da Terra?

Em quais situações (sugerir ilustrações) ocorre os dois tipos de eclipses lunar e solar?

Em quais situações (sugerir ilustrações) ocorre os dois tipos de eclipses total e parcial?

É possível perceber pela simulação qual dos dois tipos de eclipses (lunar ou solar) é mais curto ou mais longo?

O que pode determinar a duração de um Eclipse?

O que é um Eclipse anular?

Teclas de atalho para comandos do Stellarium

Tabela 3

| Opções de exibição | | |
|--------------------------|---|--|
| Atmosfera | A | Mostra atmosfera |
| Estrelas | S | Mostra as estrelas no céu |
| Grade azimutal | Z | Mostra o sistema horizontal de coordenadas |
| Grade equatorial | E | Mostra o sistema equatorial de coordenadas |
| Imagens das constelações | R | Mostra a representação artística das constelações |
| Limites das constelações | B | Mostra os limites das constelações |
| Linha do horizonte | H | Mostra a linha do horizonte |
| Linha eclíptica | , | Mostra a linha da eclíptica |
| Linha equatorial | . | Mostra a linha do Equador Celeste |
| Linha meridiana | ; | Mostra o Meridiano (círculo que passa pelo zênite e pelos pontos cardeais Norte e Sul) |

Algumas teclas de atalho para opções de exibição do programa Stellarium. (Fonte: <http://www.stellarium.org/pt/>).

Tabela 4

| Data e hora | |
|---|------------------|
| Aumentar a velocidade do tempo | L |
| Aumentar a velocidade do tempo (um pouco) | Shift+L |
| Avançar um ano sideral | Ctrl+Alt+Shift+] |
| Avançar um dia sideral | Alt+= |
| Avançar um dia solar | = |
| Avançar uma hora solar | Ctrl+= |
| Avançar uma semana solar |] |
| Diminuir a velocidade do tempo | J |
| Retroceder um ano sideral | Ctrl+Alt+Shift+[|
| Retroceder um dia sideral | Alt+- |
| Retroceder um dia solar | - |
| Retroceder uma hora solar | Ctrl+- |
| Retroceder uma semana solar | [|

Algumas teclas de atalho para opções de tempo do programa Stellarium. (Fonte: <http://www.stellarium.org/pt/>).

Simuladores para o estudo do Campo Gravitacional

Simuladores para o estudo do Campo Gravitacional

Simulador Planetary Orbity Simulator (Simulador de Órbita Planetária)

Modela o movimento de um hipotético planeta que orbita o Sol, de acordo com as leis de Kepler do movimento. Este simulador inclui controles para investigar cada uma das leis de Kepler.

O que é possível observar?

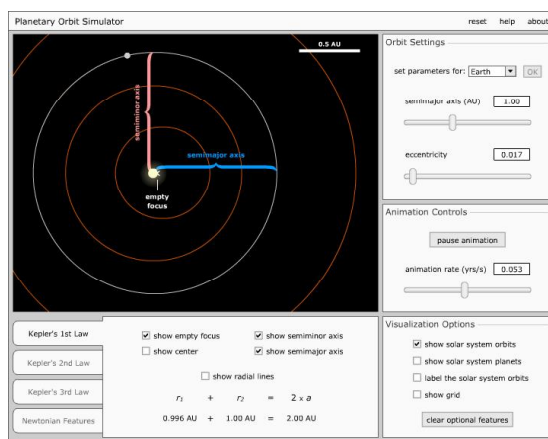
Verificar a órbita dos oito planetas do sistema solar e mais a órbita de Plutão.

Verificar as Leis de Kepler.

Verificar os valores de velocidade e de aceleração para cada um dos astros.

Modificar os parâmetros de órbita dos astros.

Figura 16



Simulador Planetary Orbity Simulator.

O que é possível questionar?

Modificando o período da órbita, o que se observa na distância do planeta ao Sol?

Simulador Gravidade e Órbitas (Phet Colorado)

O que é possível observar?

Com esta simulação, o estudante poderá:

Estudar o movimento de um satélite artificial em torno da Terra, da Lua em torno da Terra, da Lua e da Terra em torno do Sol e da Terra sozinha em torno do Sol;

Analisar como as distâncias e as massas dos corpos envolvidos nesse estudo;

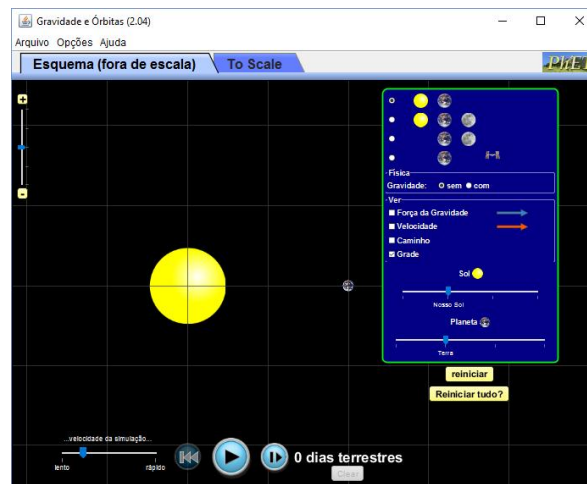
Analisar como a gravidade controla o movimento desses corpos no nosso sistema solar;

Verificar quais variáveis são importantes para mudar o módulo da força da gravidade.

Estudar o movimento dos corpos através de duas Abas (Esquema) e (To Scale).

Na Aba Esquema as escalas não são reais, ou seja, as distâncias entre os corpos não são verdadeiras. Na aba **To Scale** as distâncias são reais.

Figura 17



Simulador Gravidade e Órbitas (Phet Colorado).

O que é possível questionar?

É possível determinar a forma das órbitas em cada caso?

O que acontece quando desligamos a gravidade? Qual a trajetória que o corpo que estava em órbita adquire?

O que sugere o tamanho (módulo) das setas que representam a velocidade e a da força da gravidade?

Para onde apontam as setas das velocidades e da força da gravidade?

Capítulo 3

Questionários

a) Questões diagnósticas sobre conhecimentos de Astronomia

Caro estudante, você está recebendo um questionário para avaliar seus conhecimentos sobre tópicos básicos de Astronomia. A partir destas questões, seu professor poderá propor atividades mais adequadas para o seu entendimento do assunto. Tente lembrar das aulas de Ciências e também de Geografia, onde o assunto pode ter sido tratado.

1) Muitos textos sobre Astronomia citam o horizonte astronômico do observador, ou simplesmente, o horizonte do observador. Para você, onde fica o horizonte?

a) Diretamente em cima da sua cabeça. b) Ao longo do equador celeste. c) Na fronteira entre o solo e o céu. d) Ao longo da trajetória que o Sol segue durante o dia. e) Na linha que vem do Norte, passa sobre a sua cabeça e termina no Sul.

2) Quais são os movimentos da Terra, da Lua e do Sol que você conhece?

3) Para você, o que quer dizer dia e noite?

4) A duração do dia e da noite é sempre a mesma em qualquer época do ano? Justifique.

5) Por que faz mais calor no verão do que no inverno?

6) Você concorda com a frase: "Ao meio-dia, o Sol está sempre a pino"? Explique.

7) Por que ocorrem as estações do ano?

8) Por que a Lua exibe fases? Quais são elas?

9) Em qual (is) fase (s) da Lua um eclipse solar ocorre?

10) E um eclipse lunar?

11) Qual a origem dos fenômenos maré alta e maré baixa?

12) O que são constelações?

13) Vemos sempre as mesmas estrelas quando olhamos para o céu? Explique.

b) Questões específicas de cada simulador

01) Simulador Longitude/Latitude Demonstrator (Demonstra a latitude e a longitude de um local)

- Qual é o ponto (linha) de referência da latitude e da longitude?
- Quais as diferenças entre o sistema equatorial e o sistema de coordenadas geográficas?

02) Simulador Celestial-Equatorial (RA/Dec) Demonstrator (Demonstra o sistema equatorial de coordenadas)

- Quais as diferenças entre o sistema equatorial e o sistema de coordenadas geográficas?
- Qual é o ponto (linha) de referência do ângulo de declinação e da ascensão reta?

03) Simulador Azimuth/Altitude Demonstrator (Demonstra os ângulos azimute e altitude)

- Em qual sistema de coordenadas está baseada a posição da estrela?
- Quais são os pontos de referência das coordenadas altura e azimute?

04) Simulador Coordinate Systems Comparison (Comparando sistemas de coordenadas)

- O que acontece com os objetos que estão na região circumpolar e o que acontece com as estrelas que estão entre as regiões circumpolares?
- Qual o verdadeiro sentido de rotação dos astros do céu?

05) Simulador Declination Ranges Simulator (Simulador das Regiões de Declinação)

- O que um observador que está em um dos polos terrestres observa?

- O que é a região circumpolar?

06) Simulador Paths of the Sun (Trajetórias do Sol)

- O que acontece com a trajetória do Sol nos polos?
- O que acontece com a trajetória do Sol quando a latitude é próxima de zero?

07) Simulador Sun Motions Overview (Visão geral dos movimentos do Sol)

- Como é a inclinação da trajetória do Sol para um observador no Equador?
- Como é a inclinação da trajetória do Sol para um observador em um dos polos?

08) Simulador Sun's Position on Horizon (Simulador da posição do Sol no horizonte)

- O que acontece com a posição do Sol nos meses de junho e dezembro?
- Quando o Sol nasce exatamente no ponto cardeal leste? Qual o nome que se dá para esse fenômeno?

09) Simulador Sun's Rays Simulator (Simulador dos raios do Sol)

- Qual o nome do evento quando o Sol tem inclinação máxima (incide mais diretamente no hemisfério sul)? Em qual data ele ocorre?
- Como os raios do Sol incidem na Terra no equinócio de outono?

10) Simulador Seasons Simulator (Simulador das estações do ano)

- Em qual região é possível ter o sol a pino em determinada época do ano?
- O que gera um maior espalhamento dos raios do Sol em determinada latitude?

11) Simulador Union Seasons Demonstrator (Demonstração das estações do ano)

- O que acontece nos meses de junho e dezembro com a declinação do Sol?
- Quais as características mostradas na foto nos meses de junho e dezembro?

12) Simulador Three Views Simulator (Três vistas da Lua)

- Após o uso desse simulador, você diria que a Lua tem somente quatro fases? Explique.
- Vista do Sol, o fenômeno face oculta da Lua também ocorre? Ou seja, a Lua, no seu movimento de rotação e translação, deixa de exibir alguma parte dela para um observador no Sol?

13) Simulador Lunar Phases Simulator (Simulador das fases da Lua)

- O que significa a fase da Lua?
- Quantas fases a Lua tem? É possível determinar o número de fases da Lua?

14) Simulador Tidal Bulge Simulation (Simulador das proeminências das marés)

- O que acontece com o formato das marés quando incluímos os efeitos da rotação da Terra?
- O que acontece quando incluímos os efeitos do Sol nas marés?

c) Questões sobre a trajetória solar em diferentes localidades

1) No dia do equinócio, onde o Sol nasce e onde ele se põe para um observador no Equador? E para um observador sobre o trópico de Capricórnio?

2) Para quem mora sobre o equador, para qual lado o Sol fica voltado próximo do solstício de verão? Lado norte ou lado sul? E durante o solstício de inverno?

d) Questões sobre a visualização (quando possível) da Lua em diferentes localidades

1) A Lua caminha exatamente sobre a linha da eclíptica, ou próxima dela? Caso a Lua, o Sol e a Terra estivessem no mesmo plano, por onde a Lua caminharia?

2). Conforme os dias vão passando, a Lua nasce cada vez mais cedo (como as estrelas), mais cedo em algumas épocas e mais tarde em outras (como o Sol) ou cada vez mais tarde?

3). Comparando o horário do nascimento da Lua no dia 25/02 e no dia 04/03 (7 dias depois), calcule o atraso médio diário aproximado da Lua. A cada semana, qual o atraso acumulado da Lua?

e) Questões específicas de cada simulador do campo gravitacional

1). Para o Simulador Planetary Orbity Simulator (Simulador de Órbita Planetária), que modela o movimento de um planeta do sistema solar, o que se observa quando aumentamos a excentricidade da órbita do planeta?

2). Para o simulador Gravidade e Órbitas (Phet Colorado), no qual é possível estudar o movimento de um satélite artificial em torno da Terra, da Lua em torno da Terra, da Lua e da Terra em torno do Sol e da Terra sozinha em torno do Sol, responda as questões abaixo:

a) O que sugere o tamanho (módulo) das setas que representam a velocidade e a da força da gravidade?

b) Para onde apontam as setas das velocidades e da força da gravidade?

Capítulo 4

Saiba Mais

Atividades Experimentais

CANALLE, J. B. G; MATSUURA, O. T. **Astronomia**. Formação Continuada de Professores. Curso Astronáutica e Ciências do Espaço. Agência Espacial Brasileira. Disponível em: <<http://www.cdcc.usp.br/cda/oba/aeb/astronomia.pdf>>. Acesso em 18 de junho de 2017.

CANALLE, J. B. G. **Oficina de Astronomia**. Rio de Janeiro: Instituto de Física, UERJ. Disponível em: <<http://www.telescopiosnaescola.pro.br/oficina.pdf>>. Acesso em 18 de junho de 2017.

Sobre Ensino de Astronomia

HEWITT, P. G. **Física Conceitual**. 11. ed. Tradução: Trieste Freire Ricci; Revisão técnica: Maria Helena Gravina. Dados eletrônicos: 01/2011. VitalBook file. Porto Alegre: Bookman, 2011.

GLOBAL HANDS-ON UNIVERSE ASSOCIATION. **Unit VIIIa: Universal Gravitation and Kepler's 3rd Law**. Activities. USA. Disponível em: <<http://handsonuniverse.org/usa/wp-content/uploads/sites/3/2016/01/U8a-houmodeling.pdf>>. Acesso em 18 de junho de 2017.

OLIVEIRA FILHO, K. S.; SARAIVA, M. F. O; MÜLLER, A. M. **Fundamentos de Astronomia e Astrofísica para EAD**. [Porto Alegre]: UFRGS, 2014. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~fatima/faad.htm>>. Acesso em 18 de junho de 2017.

OLIVEIRA FILHO, K. S.; SARAIVA, M. F. O. **Sistema Solar**. [Porto Alegre]: Instituto de Física, UFRGS, 2017. Disponível em: <<http://astro.if.ufrgs.br/ssolar.htm>>. Acesso em 18 de junho de 2017.

PICAZZIO, E. (Ed. e Coord.). **O céu que nos envolve: Introdução à astronomia para educadores e iniciantes**. 1 ed. São Paulo: Odysseus, 2011, 286 p.

Sobre Sequências de Ensino e Aprendizagem Significativa

MÉHEUT, M.; PSILLOS, D. **Teaching–learning sequences: aims and tools for science education research**. Journal of Science Education, 2004, vol. 26, nº. 5: p. 515–535

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa, organizadores prévios, mapas conceituais, diagramas V e unidades de ensino potencialmente significativas**. [Recurso eletrônico]. Porto Alegre: Instituto de Física, UFRGS, 2015.

PICONEZ, S. C. B. **Mapas Conceituais: A questão do significado no processo de construção de conhecimentos – Aprendizagem Significativa e ambientes virtuais de ensino-aprendizagem**. (35 slides). Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/129924/mod_resource/content/1/MC%20slides.pdf>. Acesso em 18 de junho de 2017.

Sobre os vídeos e os simuladores utilizados nas sequências

ESPAÇONAVE TERRA (Tous Sur Orbite). Direção de Nicolas Gessner. 1996. França. 52 episódios. **Semana 02 - Rotação da terra - O que é dia? O que é noite?** Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=XK0KNFWWtZk>>. Acesso em 18 de junho de 2017.

ESPAÇONAVE TERRA (Tous Sur Orbite). Direção de Nicolas Gessner. 1996. França. 52 episódios. **Semana 12 - Equinócio e as grandes marés - Alinhamento Terra/Marte/Sol**. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=-ErLAvPrmU8>>. Acesso em 18 de junho de 2017.

ESPAÇONAVE TERRA (Tous Sur Orbite). Direção de Nicolas Gessner. 1996. França. 52 episódios. **Semana 11 - Eclipse solar: eclipse total do Sol**. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=MGWIThYRwBM>>. Acesso em 18 de junho de 2017.

ESPAÇONAVE TERRA (Tous Sur Orbite). Direção de Nicolas Gessner. 1996. França. 52 episódios. **Semana 26 - Como o Solstício ocorre no Polo Sul. A Lua do Sol**. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=zuJ5FloqueA>>. Acesso em 18 de junho de 2017.

ESPAÇONAVE TERRA (Tous Sur Orbite). Direção de Nicolas Gessner. 1996. França. 52 episódios. **Semana 44 - O horário de verão - Périplo da Terra**.

Disponível em:<<https://www.youtube.com/watch?v=vkRsgzHNVtQ>>. Acesso em 18 de junho de 2017.

ESPAÇONAVE TERRA (Tous Sur Orbite). Direção de Nicolas Gessner. 1996. França. 52 episódios. **Semana 03 - Órbita da Lua. Hipótese sobre a formação da Lua.** Disponível em:<<https://www.youtube.com/watch?v=SHTGfyrhj8>>. Acesso em 18 de junho de 2017.

ESPAÇONAVE TERRA (Tous Sur Orbite). Direção de Nicolas Gessner. 1996. França. 52 episódios. **Semana 41 - Segredos da Lua: Lendo a Lua.** Disponível em:< <https://www.youtube.com/watch?v=KCHq4jdP0ms>>. Acesso em 18 de junho de 2017.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DA BAHIA. **Física e o Cotidiano – Gravidade – Parte I.** Secretaria de Educação da Bahia. (8min56s). Disponível em:< <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/14357>>. Acesso em 19 de maio de 2017.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DA BAHIA. **Física e o Cotidiano – Gravidade – Parte II.** Secretaria de Educação da Bahia. (2min16s). Disponível em:< <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/14358>>. Acesso em 18 de junho de 2017.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DA BAHIA. **Física e o Cotidiano – Gravidade – Parte III.** Secretaria de Educação da Bahia. (5min51s). Disponível em:< <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/14362>>. Acesso em 18 de junho de 2017.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DA BAHIA. **Física e o Cotidiano – Gravidade – Parte IV.** Secretaria de Educação da Bahia. (10min03s). Disponível em:< <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/14371>>. Acesso em 18 de junho de 2017.

UNIVERSITY OF COLORADO. **Gravidade e Órbitas.** PhET Simulações Interativas. Disponível em:<https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/gravity-and-orbits>. Acesso em 18 de junho de 2017.

UNIVERSITY OF NEBRASKA. **Astronomy Simulations and Animations.** Nebraska Astronomy Applet Project. Disponível em:<
<http://astro.unl.edu/animationsLinks.html>>. Acesso em 18 de junho de 2017.