

REVISTA DE DIVULGAÇÃO DE ASTRONOMIA E CIÊNCIAS DA NATUREZA

AstroNova

Ano 09 - Nº37 - março/2023

VOCÊ CONHECE TODOS OS MOVIMENTOS DA TERRA?

ALÉM DA ROTAÇÃO E DA
TRANSLAÇÃO, NOSSO
PLANETA POSSUI
OUTROS MOVIMENTOS

E MAIS! AGENDA DOS LANÇAMENTOS ESPACIAIS

ATIVIDADES NA
ISS E NA ESTAÇÃO
TIANGONG

COMEÇANDO NA
ASTRONOMIA:
TERRA E MARTE

O PLANETÁRIO COMO RESPOSTA À POLUIÇÃO LUMINOSA

SAIBA MAIS SOBRE A MISSÃO E OS RECURSOS
DE UM PLANETÁRIO, ESPECIALMENTE EM
REGIÕES ONDE A OBSERVAÇÃO DO CÉU NOTURNO
FOI PREJUDICADA PELA POLUIÇÃO LUMINOSA



Adriane Casteleira
Revista AstroNova

EDITORIAL

O ano de 2023 promete muitas novidades no campo espacial. Já para este primeiro trimestre a missão JUICE, da Agência Espacial Europeia (ESA), será lançada em um foguete Ariane 5 (provavelmente um dos últimos desse modelo de foguete da Ariane Space) com o objetivo de explorar o gigante do Sistema Solar, Júpiter, e seus interessantíssimos satélites naturais. Durante três anos e meio de missão, JUICE vai viajar à volta do planeta gigante, estudar sua atmosfera e três dos seus quatro maiores e mais famosos satélites: Ganimedes, Europa e Calisto.

Podemos, ainda, aguardar para este ano o retorno da missão OSIRIS-REx com amostras do asteroide Bennu e o tão esperado primeiro voo do conjunto superpesado da SpaceX, Starship com o buster Super Heavy.

Este ano, também, será realizado na cidade de Mandaguari-PR, o 18º EPAST (Encontro Paranaense de Astronomia).

Para esta edição, o artigo de Fábio Calabrio Evangelista da Silva, aluno de graduação da Universidade Estadual de Londrina (UEL) e assistente planetarista no Planetário de Londrina, e do Professor Doutor Gustavo Iachel, da Universidade Estadual de Londrina (UEL), aborda os males causados pela Poluição Luminosa e como os planetários podem estreitar o laço da população com o céu noturno nas regiões afetadas pela poluição luminosa.

Na escola aprendemos dois ou três movimentos da Terra. Porém, além da Rotação (movimento da Terra em torno de seu próprio eixo) e da Translação (movimento da Terra em torno do Sol), nosso planeta possui mais outros cinco movimentos. Conheça cada um deles com a explicação do nosso colega Rafael Cândido!

Espero que vocês se deliciem com esta edição preparada com muito carinho e até a próxima edição.

Ad Astra!



EXPEDIENTE

Conselho editorial:

Adriane Casteleira
adrianecasteleira@gmail.com

Maico A. Zorzan
maico@astronova.com.br

Rafael Cândido Jr.
rafael@astronova.com.br

Wilson Guerra
guerra@astronova.com.br

Arte e Diagramação:

Adriane Casteleira

Equipe da Revista AstroNova

Adriane Casteleira

João Pimenta

Luiz Otávio Nacamura

Maico Zorzan

Mateus Leal Castanheira

Rafael Cândido Jr.

Ricardo Francisco Pereira

Wilson Guerra

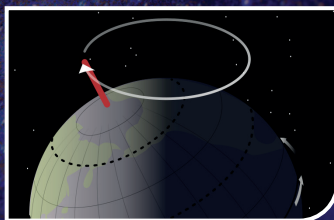
Contato:

astronova@astronova.com.br

SUMÁRIO



09 O Planetário como resposta à poluição luminosa



17 Os movimentos da Terra

Além da rotação e da translação, nosso planeta possuiu outras movimentações não tão conhecidas



27 Começando na Atronomia

Aprenda mais um pouco, de forma resumida e didática, no novo capítulo da série sobre nosso Sistema Solar

PRINCIPAIS LANÇAMENTOS DO TRIMESTRE

DE MARÇO A JUNHO DE 2023

EUA

Foguete: Antares (Northrop Grumman)

Data: abril de 2023

Local de lançamento: Mid-Atlantic Regional Spaceport (Wallops Island), Virgínia

Missão: CRS2 NG-19 (Cygnus) - suprimentos para a ISS

Foguete: Atlas V (ULA)

Data: abril de 2023

Local de lançamento: Cabo Canaveral, Flórida

Missão: CST-100 Starliner (Boe-CFT) - missão tripulada para a ISS

Foguete: Super Heavy / Starship P (SpaceX)

Data: abril de 2023

Local de lançamento: Boca Chica, Texas

Missão: Full Stack Test Flight - Primeiro voo do conjunto Starship + Super Heavy

Foguete: Falcon 9 (SpaceX)

Data: abril de 2023

Local de lançamento: Centro Espacial Kennedy, Califórnia

Missão: Ax-2 - Turismo Espacial para a ISS, promovido pela Axiom Space

Foguete: Vulcan (ULA)

Data: maio de 2023

Local de lançamento: Cabo Canaveral, Flórida

Missão: Vulcan Flight 1 - voo inaugural em missão lunar, levando 2x KuiperSat e o Peregrine Lander

Reino Unido

Foguete: LauncherOne (Virgin Orbit)

Data: dezembro de 2022

Missão: "Start me Up"

Guiana Francesa

Guiana Francesa

Foguete: Ariane 5 (Ariane Space)

Data: abril de 2023

Local de lançamento: Guiana Francesa

Missão: JUICE (Jupiter Icy Moons Explorer)



Rússia

Rússia/Cazaquistão

Foguete: Soyuz-2 (Roscosmos)

Data: maio de 2023

Local de lançamento: Cosmódromo de Baikonur
(Cazaquistão)

Missão: Progress MS-23



China

Índia

Índia

Foguete: GSLV (ISRO)

Data: 26 de março de 2023

Local de lançamento: Centro Espacial Satish Dahwan

Missão: OneWeb-18

Foguete: GSLV-III (ISRO)

Data: 26 de março de 2023

Local de lançamento: Centro Espacial Satish Dahwan

Missão: Chandrayaan-3 - rover e lander lunar





ESTAÇÃO ESPACIAL INTERNACIONAL

de dezembro de 2022 a março de 2023

TRIPULAÇÃO ATUAL



Exped.68 (MS-22 e Crew 6):

Sergei V. Prokopyev, Dmitri A. Petelin, Francisco C. Rubio, Stephen Bowen, Warren Hoburg, Sultan Al Neyadi e Andrei Fedyaev

PRÓXIMAS TRIPULAÇÕES

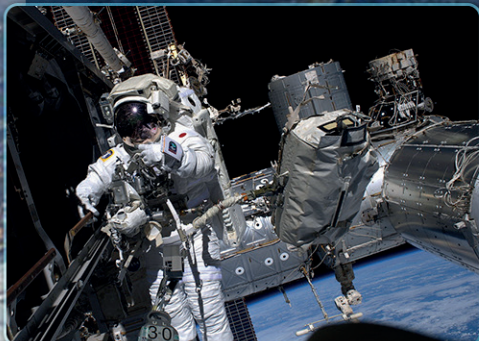


CST-100 Starliner - 13/04/2023
Barry Eugene Wilmore e Sunita Lyn Williams



Ax-2 Axiom Space: John Shoffner, Rayyanah Barnawi, Peggy Whitson e Ali Alqarni

PRINCIPAIS ATIVIDADES



O primeiro EVA do ano foi realizado por Koichi Wakata e Nicole Mann, no dia 20 de janeiro, para finalizarem a instalação da plataforma de montagem no canal de energia 1A, como parte da expansão planejada do painel solar no lado estibordo da treliça da estação.



ESTAÇÃO ESPACIAL TIANGONG

de dezembro de 2022 a março de 2023

TRIPULAÇÃO ATUAL



Shenzhou-15: Junlong Fei, Qingming Deng, Lu Zhang

PRINCIPAIS ATIVIDADES



A tripulação comemora o Ano Novo Chinês a bordo da Estação Espacial Chinesa Tiangong.

Além de montar os equipamentos no laboratório do módulo de ciência Mengtian, dentre as tarefas, inclui a condução de experimentos biológicos e botânicos, com organismos trazidos pela Shenzhou-15 e que possuem uma vida útil limitada. Foram também semeadas novas hortaliças.



NGC 1365 e parte do Aglomerado

Galáctico Fornax

LOCAL: Munhoz/MG - Brasil

DATAS: 21/10/2022 a 24/11/2022

EQUIPAMENTOS: ZWO ASI 6200MC COLED

Esprit 150mm

AUTOR(A): Fernando Oliveira de Menezes



O PLANETÁRIO COMO RESPOSTA À POLUIÇÃO LUMINOSA

Fábio Calabrio Evangelista da Silva
fabio.calabrio@uel.br

Gustavo Iachel
iachel@uel.br

O céu noturno tem fascinado os povos ao redor do globo desde que a humanidade existe na Terra (SRINIVASAN, G., 2011), não apenas o fascínio proporcionado pelo brilho glorioso e encanto que eles fornecem a olho nu, mas também fazendo com que todos nós façamos uma das perguntas mais primordiais “O que somos nós na vastidão do Cosmos?”.

Ao longo do tempo muitos tentaram responder a esta e muitas outras questões, olhando para

a posição das estrelas, planetas e outros corpos celestes. É inegável que a maioria das revoluções astronômicas por pura observação, como as feitas por Copérnico, Kepler e Galileu, foram feitas antes da revolução industrial, quando o céu noturno bem iluminado não era um privilégio para aqueles em áreas remotas, mas uma realidade para todos os habitantes da Terra (FLYNN, C. G. & RICE, M. T., 2019).

Inspirando poetas, músicos, cientistas e crianças pequenas ao longo do tempo, o belo fundo pre-

to com globos coloridos brilhantes, um mais brilhante que o outro, eventos como supernovas, cometas e meteoritos já foram espetáculos no aparentemente imutável firmamento celestial. (GALLAWAY, T., 2010).

Restrito a lugares remotos, o belo céu outrora visto por grandes mentes como Aristóteles, está se perdendo, mas é papel do progresso científico encontrar meios para trazer essa maravilha de volta aos olhos da humanidade mais uma vez. É com essa linha de pen-

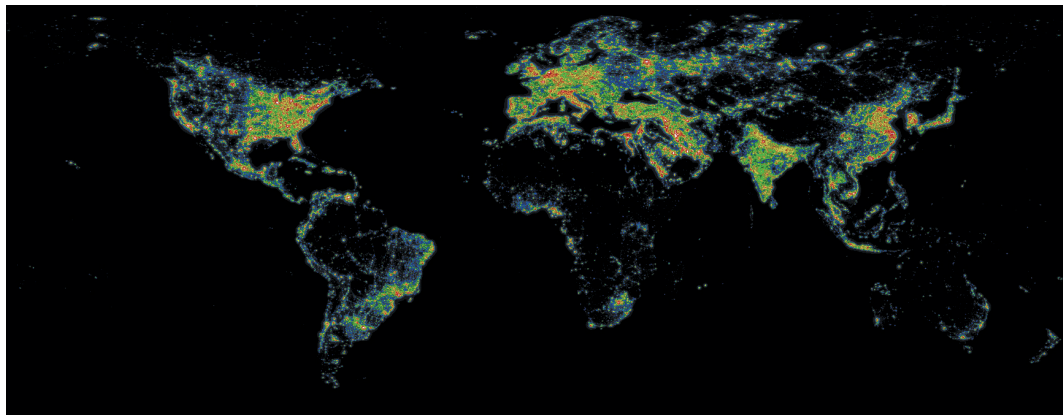


Figura 1. Atlas da Poluição Luminosa 2020.

samento que os planetários podem se apresentar como uma maravilhosa mitigação do problema.

Somente no início do século XXI é que as ciências naturais entram no currículo do Brasil, que até então contava apenas com línguas clássicas e matemática (CHASSOT, A. & OLIVEIRA, J. R., 1998). A astronomia pode ser considerada uma das ciências mais antigas, apesar disso, segundo LANGHI, R. (2009) ainda é desconhecida em sua plenitude, tanto pelos estudantes quanto pela população em geral. O assunto ainda possui extrema importância no desenvolvimento de noções valiosas sobre o mundo e seu lugar no Universo. Como é afirmado no PCN¹ (BRASIL, 1998) “As atividades práticas passaram a

ser apregoadas como a grande solução para o ensino de Ciências...”, nesse sentido, os educadores devem encontrar novas formas de deixar o aluno entusiasmado com o estudo da astronomia.

1. Poluição Luminosa e métodos alternativos de ensino

A Terra não é um corpo celeste capaz de emitir luz, não é uma estrela, apenas pode refletir essa luz. Mas como é visível na Figura 1, as grandes cidades emitem uma quantidade imensa de luz, que ofusca o céu noturno, impedindo que um jovem aprendiz curioso olhe para cima à noite.

É uma pena ver o céu noturno se desvanecendo em uma escuri-

dão aparente quando na realidade está repleto de belas estrelas e planetas esperando para serem observados e apreciados. Não há como voltar atrás, a emissão de luz e a poluição da Terra só vão aumentar, mas existe uma maneira de usar tecnologias de luz modernas para um bem maior. Métodos modernos de ensino usando instrumentos digitais, telas e hologramas são uma alternativa à infeliz realidade de não ter um céu noturno claro e brilhante como os antigos gregos tinham (HEATH, T. L., 1991).

1.1 Poluição luminosa ameaçando a astronomia

A poluição luminosa é definida pela *International Dark-sky Association* (IDA) como um “efeito colateral da civilização industrial” (IDA, 2008) e é um problema em expan-

1PCN= Parâmetros Curriculares Nacionais

são à medida que o crescimento industrial está ficando cada vez mais acentuado com o passar do tempo. A poluição luminosa é um problema com dois fatores em seu cerne, o crescimento populacional ao longo dos anos e sua crescente necessidade de fontes de iluminação externa, como iluminar áreas comuns de uma cidade. Não se restringindo apenas a estes, pois grandes prédios comerciais e residências contribuem para o problema (STREET, 1970).

A IDA usa alguns termos que podem nos ajudar a entender um pouco mais a poluição luminosa. Um termo é o Brilho do Céu (*Sky-glow*) - clareamento do céu noturno sobre áreas habitadas - e essa

é a principal razão pela qual as observações externas do céu noturno são difíceis sobre áreas habitadas, muitas das fontes de luz usadas na iluminação pública tem uma forma não efetiva (Figura 2), emitindo luz não só para o solo, mas também para o céu noturno, se a luz fosse direcionada apenas para o solo, não perderíamos a iluminação do solo, mas também preservariamos a luminosidade do céu noturno.

Estima-se que a população global aumente a uma taxa de um por cento, enquanto a iluminação externa aumenta em 23% no mesmo período de tempo (RIEGEL, 1973), o que é uma ameaça para a astronomia, não há como negar isso.

1.2 Ferramentas alternativas de ensino

O progresso da sociedade vem acompanhado de um inevitável avanço tecnológico, tanto em escalas, quanto em velocidades exponenciais (ROMANZINI, J. & BATISTA, I. L., 2009), e em meio a esses avanços tecnológicos observa-se uma busca cada vez maior por novos métodos de aprendizagem fora da sala de aula típica, um ambiente onde o visitante tem algum grau de escolha e controle sobre o conteúdo (FALK, J. H. & DIERKING, L. D., 2005).

Existem muitos ambientes alternativos educacionais pouco explorados como museus, centros de ciência, zoológicos, observató-



Figura 2. Infográficos sobre poluição luminosa (IDA).

rios, planetários e parques ecológicos. Nestes espaços, o estudante tende a sair de uma posição pouco ativa para alguém que interage com o novo ambiente e aprende de forma diferente. Um ambiente de aprendizagem pode ser qualquer ambiente no qual o aprendizado ocorra: salas de aula, laboratórios, em casa e, porque não, os ambientes listados acima, com seus recursos multimídia o aprendizado pode se tornar mais dinâmico, substituindo a lousa bidimensional por um espaço 3D (PERSSON, J. R. & ERIKSSON, U., 2016).

2. Planetário e software planetário

Pouco se sabe sobre a origem precisa do planetário, mas acredita-se que o primeiro foi construído por Arquimedes em 150 d.C. como um meio de visualizar o movimento dos planetas, o Sol e a Lua, usando esferas concêntricas para fazê-lo (RESENDE, K. A., 2017). No início do século XX, as grandes capitais da Europa estavam implantando planetários e em 1957 o primeiro planetário moderno foi inaugurado no Brasil, e depois que a humanidade pousou na lua em 1969 o número de planetários só aumentou.

Segundo a *International Planetarium Society* (IPS) em 2005, o

número de espectadores foi estimado em 100 milhões, tendo em conta cerca de 3000 planetários em todo o mundo (VIEIRA, F., 2007).

Para aprender astronomia há uma grande demanda por ambientes onde os alunos possam pensar espacialmente (NRC, 2006), o número de planetários ao redor do mundo tem que crescer para acomodar a crescente população e seu direito inato à educação.

Na busca por ambientes onde a astronomia possa ser ensinada sem a necessidade de um céu noturno claro ou ainda mais difícil, uma cidade sem poluição luminosa, os planetários parecem ser uma ótima alternativa. Eles vêm em diferentes formas e tamanhos, alguns são móveis e podem ser levados sob demanda para escolas ou outros centros de aprendizagem, outros são digitais, onde você não precisa de um espaço físico para hospedá-los, apenas a tela do seu laptop ou telefone (por exemplo: Stellarium (STELLARIUM, 2022)).

2.1 Planetário como um espaço não formal

Em geral, muitos alunos não entendem a razão por aprender determinados assuntos e isso pode desmotivar o estudante ao aprendizado de qualquer conteúdo. Isto pode estar intimamen-

te relacionado com a forma como este assunto tem sido apresentado ao aluno, tendo em conta que é cada vez maior a necessidade de procurar novos meios para fixar cada assunto, e a mudança de ambiente pode ser um fator extremamente solução válida (LEMES, B. F., 2019).

O planetário pode ser considerado um ambiente de educação “não formal”, que conforme definido por JACOBUCCI, D. F. C. (2008) é qualquer local onde ocorra uma ação educativa intencional. Desta forma qual local seria considerado um ambiente de educação não formal, mas como destaca ela, é consenso que ambiente de educação não formal é aquele em que há uso exclusivo de recursos didáticos para atrair o aluno, aqueles que promovem a interação entre os alunos e a ferramenta utilizada, pois há pouca ou nenhuma limitação de tempo.

Tal como os planetários, os museus e centros de ciência também se configuram como possíveis ambientes que podem favorecer a aquisição de conhecimento, de forma lúdica e interativa, porém sem perder o foco sobre o rigor científico.

2.2 Planetário e Educação Ambiental

Em 1972 foi realizada a pri-



Figura 3. Exemplo de um planetário altamente tecnológico.

meira conferência global para falar sobre problemas ambientais em Estocolmo. Desde então, várias outras conferências foram realizadas em todo o mundo apoiadas pela Organização das Nações Unidas (ONU), Rio+10 em 2002 e Rio+20 em 2012 inclusas. Muitas conferências lançam luz sobre os problemas que o mundo enfrenta quando se trata de natureza, mas pela falta de comprometimento da maioria dos países, esses problemas nunca tiveram a solução adequada.

É a partir desse ponto de vista que surgiram as discussões e reflexões sobre todos os aspectos que envolvem a humanidade, por isso é importante ter consciência dos problemas ambientais tanto em escala local quanto global. (AIRLES, D., 2014).

Nesse sentido o planetário tem um grande potencial de educação ambiental, ao acolher o público, além das atividades relacionadas à astronomia, há um grande potencial de conscientiza-

ção ambiental, tendo em vista o número de indivíduos de todas as faixas etárias, que entram e saem o dia todo (LEMES, B. F., 2019).

O melhor exemplo de educação ambiental no Brasil está no Museu do Amanhã, no Rio de Janeiro, no qual o futuro é o protagonista, o foco da instalação é provocar o pensamento racional em seus visitantes por meio de informações e experiências lúdicas na esperança de tornar o visitante mais consciente de seu compor-

tamento como ser humano (SANTANDER, 2015).

Conclusão

Por um lado, a poluição luminosa veio para ficar e é um problema crescente. Por outro, existe esta importante estrutura que serve de ambiente educativo: o planetário, que se apresenta como uma resposta plausível para a dificuldade, cada vez maior, de os seres humanos contemplarem as estrelas.

A educação ambiental é uma obrigação hoje em dia, à medida que o mundo é tratado cada vez mais injustamente pelos humanos. Devemos nos esforçar para ajudar a Terra, e os educadores devem pensar em maneiras de aumentar a conscientização por meio de espaços não formais, pois eles são uma possível alternativa aos métodos comuns, aproximando aluno e disciplina.

Mais do que isso, os planetários abordam um importante problema crescente, a problemática da poluição luminosa, pois oferecem a oportunidade para uma população que de outra forma não teria a chance de experimentar o belo céu noturno se não fosse pelas magia que essa tecnologia pode oferecer para esses indivíduos.

Existem apenas algumas alternativas para combater essa perda crescente na astronomia observacional ao ar livre. Cabe aos estudantes, e especialmente aos professores trabalharem com as possíveis alternativas, com vistas em tais mudanças na astronomia observacional, e abraçar novos métodos através dos quais podemos expandir e encontrar novos horizontes.

Agradecimentos

O autor agradece a toda equipe do Planetário de Londrina. O autor agradece a professora Paula F. Bienzobaz. O autor agradece o apoio da PROEX-UEL e da FAEPE.

Referências

- [1] SRINIVASAN, G. What are the Stars? Springer Berlin, Heidelberg, 1-19, 2011.
- [2] FLYNN, C. G. & RICE, M. T. Seeing the Night Sky. Proceedings of the ICA, 2019.
- [3] GALLAWAY, T. On Light Pollution, Passive Pleasures, and the Instrumental Value of Beauty. *Journal of Economic Issues*, 71-88, 2010.
- [4] CHASSOT, A. & OLIVEIRA, J. R. Ensino de Ciências no Brasil: um breve resgate histórico. São Leopoldo: EdUNISINOS, 1998.
- [5] LANGHI, R. Astronomia nos anos iniciais do ensino fundamental: repensando a formação de professores. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências, 2009.
- [6] BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais (3º e 4º ciclos do ensino fundamental), 1998.
- [7] HEATH, T. L. Greek Astronomy. New York: Dover, 1991.

- [8] (Internacional Dark Sky Association) IDA. Light pollution and wildlife. Brochure, 2008.
- [9] STREET. A Report on Street and Highway Lighting throughout the United States. Edison Electric Institute, New York, 1970.
- [10] K. W. RIEGEL. Light Pollution. *Science*, 179(4080): 1285-1291, 1973.
- [11] ROMANZINI, J. & BATISTA, I. L. The Planetaria as Non-Formal Environments for Science Teaching. VII Enpec, 2009.
- [12] FALK, J. H. & DIERKING, L. D. Using the Contextual Model of Learning to Understand Visitor Learning from a Science Center Exhibition. Wiley InterScience, 2005.
- [13] PERSSON, J. R. & ERIKSSON, U. Planetarium software in the classroom. *Physics Education*, 51, 2016.
- [14] RESENDE, K. A. A interação entre o planetário e a escola: justificativas, dificuldades e propostas. Dissertação (Mestrado em Astronomia) – Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.
- [15] VIEIRA, F. O Céu. *Memória do Planetário do Rio: Astronomia para Todos*, 2007.
- [16] (National Research Council) NRC. Learning to Think Spatially: GIS as a Support System in the K-12 Curriculum. Washington, DC: National Academies, 2006.
- [17] STELLARIUM. <http://stellarium.org/>, 2022.
- [18] LEMES, B. F. Planetário: ambiente não formal de aprendizagem e educação ambiental - proposta para a cidade de Maringá - PR. Universidade Cesumar Brasil UNICESUMAR, 2019.
- [19] JACOBUCCHI, D. F. C. Contribuições dos espaços não formais de educação para a formação da cultura científica. Em *Extensão*, 2008.
- [20] AIRLES, D. A Educação Ambiental como ferramenta contra a crise ambiental e planetária. Disponível em: <<https://educacaopublica.cederj.edu.br/artigos/14/40/aeducacao-ambiental-como-ferramenta-contra-a-crise-ambiental-planetaria>> Acesso em: 20 de outubro de 2019, 2014.
- [21] SANTANDER. Sustentabilidade é pilar essencial do Museu do Amanhã. Disponível em: <<https://oglobo.globo.com/rio/museu-do-amanha/sustentabilidade-pilar-essencial-do-museu-do-amanha-18328524>> Acesso em: 27 de outubro de 2022, 2015.

VEM AÍ

18º ENCONTRO PARANAENSE DE ASTRONOMIA

EPAST★2023

Em algum lugar, alguma coisa incrível está esperando para ser conhecida.
- Carl Sagan

PALESTRAS

EXPOSIÇÕES

OBSERVAÇÃO

CONCURSO DE
ASTROFOTOGRAFIA

ASTROFESTA

08, 09 E 10 DE JUNHO
MANDAGUARI/PR

*convidado
especial*



Marcelo Rubinho



**ASTRO
TUBERS**

FAÇA JÁ SUA INSCRIÇÃO!
VAGAS LIMITADAS.

EPAST.COM.BR

Organização

GAMA

@gama.astro



Nebulosa Coroa Austral R
LOCAL: Maringá/PR - Brasil
DATAS: dezembro de 2022
EQUIPAMENTOS: Asi1600MM /
SkyRover 60F6
AUTOR(A): Bruno Bonicontra

OS MOVIMENTOS DA TERRA

Rafael Cândido Jr.
rafael@astronova.com.br

Temos, em nosso cotidiano, o conhecimento de dois movimentos fundamentais que o planeta Terra faz. Um é a rotação, cujo resultado vemos todos os dias, na alternância do dia e da noite. O outro movimento é a translação, e sempre lembramos deste ou nas festas de final de ano ou, em alguns casos, no dia do nosso aniversário. Mas, você sabia que a Terra tem outros movimentos além destes dois? Para conhecer os outros movimentos, vamos começar analisando os movimentos que já conhecemos.

Rotação

A rotação da Terra é o movimento em torno de seu próprio eixo. Lembrando que esse eixo é imaginário, não há um eixo físico. Entretanto, existem as regiões da superfície terrestre onde esse eixo imaginário encontra a superfície da Terra, são os polos da Terra. Há, portanto, dois polos geográficos; um no hemisfério Norte e outro no hemisfério Sul.

Se observarmos o polo geográfico Norte de cima, ou seja, sobrevoadando esta região em um voo

espacial, veremos a Terra girar no sentido contrário ao dos ponteiros do relógio. Se fizermos o mesmo, porém sobre o polo Sul geográfico, veremos a Terra girar no sentido dos ponteiros do relógio. Desta forma, definimos que o sentido de rotação da Terra é de Oeste para Leste, ou seja, lugares mais a Leste de onde você está verão o Sol surgir primeiro no horizonte e também verão a noite chegar primeiro. Por estas características, este movimento de rotação é denominado prógrado ou também progressivo.

É importante citar que acima do polo Norte geográfico tem-se a estrela Polaris, que é a estrela mais brilhante da constelação da Ursa Menor. Por sua posição no céu, ela parece fixa sobre o polo geográfico Norte enquanto todas as outras estrelas parecem girar ao seu redor, sendo então um polo Norte celeste.

Para se calcular a duração do dia, deve-se usar uma referência celeste. Considerando a passagem do Sol pelo meridiano do lugar, o dia dura 24 horas e é deno-



Créditos da imagem: Nasa

minado dia solar médio. Usando as estrelas distantes, também denominadas de estrelas fixas, o dia dura 23 horas, 56 minutos e 4 segundos. A figura 1 apresenta uma explicação sobre a diferença de um dia sidereal e um dia solar.

Em um planeta de movimento prógrado como a Terra, o dia estelar é mais curto que o dia solar. Conforme mostrado na figura 1, tem-se para o tempo 1 a vista do Sol e de uma estrela distante logo acima do observador (posição denominada zênite). No tempo 2, o planeta completou uma volta completa em torno de si, ou seja, girou 360° e a estrela distante está novamente no zênite, mas o Sol não está pois já houve um deslocamento na órbita em torno do Sol. Assim, de 1 para 2 tem-se um dia estelar, também denominado dia sidereal. Um tempo depois, no tempo 3, o Sol estará novamente no zênite, de modo que de 1 para 3 tem-se um dia solar.

O físico francês Léon Foucault (1819 – 1868) desenvolveu um dispositivo simples que leva seu nome e foi concebido para demonstrar a rotação da Terra. Um longo e pesado pêndulo suspenso no teto alto acima de uma área circular é monitorado por um longo período de tempo mostrando que o plano de oscilação girou. O pêndulo foi instalado em 1851 no

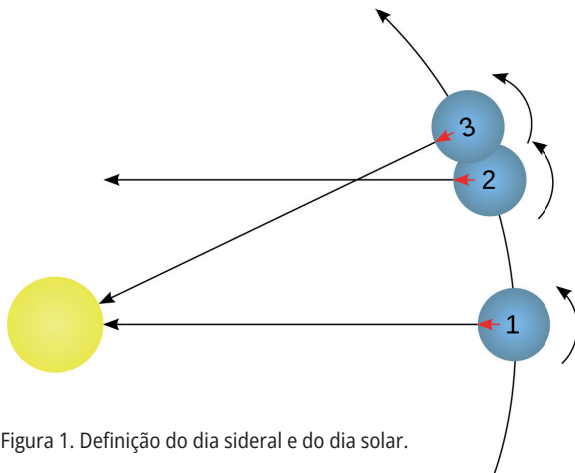


Figura 1. Definição do dia sidereal e do dia solar.



Figura 2. Pêndulo de Foucault no Panteão de Paris.
Localização: $48^\circ 50' 46,5''$ N, $2^\circ 20' 46''$ E.

Panteão de Paris e foi o primeiro experimento a fornecer evidências simples e diretas da rotação da Terra (figura 2).

Os atuais relógios atômicos mostram que o dia atual é em média 1,7 milissegundo maior que o dia de 1 século atrás, o que demonstra que a Terra está freando sua rotação muito lentamente, de modo que o dia da Terra vem freando até 2,3 milissegundos a cada século desde o século VIII AEC. Porém, em 2020 a Terra começou a girar mais rápido. Mais precisamente em 29 de junho de 2022 a rotação da Terra aumentou em 1,59 milissegundos em 24 horas. Devido a essa tendência, astrônomos, físicos e engenheiros estão discutindo um “segundo negativo” na passagem do próximo ano bissexto.

Acredita-se que este aumento de velocidade se deva a vários fatores, incluindo o complexo movimento do núcleo líquido da Terra e toda a dinâmica de oceanos, placas continentais e atmosfera; além da influência da Lua. Outro fator importante a considerar é que está ocorrendo o derretimento das calotas polares de gelo da Terra, de modo que há uma redistribuição da massa da Terra, deixando-a mais esférica e menos oblata (uma esfera mais achatada) o que faz seu centro de mas-

sa se aproximar do seu centro de gravidade. Assim, pela conservação do momento angular (uma grandeza física associada ao giro) uma massa distribuída mais próxima de seu centro de gravidade gira mais rápido.

Translação

O movimento que a Terra realiza em torno do Sol é denominado translação. No nosso cotidiano um ano é um intervalo entre as mesmas datas de um calendário. Assim, um período entre a mesma data em calendários de anos seguidos, por exemplo, entre 6 de dezembro de 2021 e 6 de dezembro de 2022 é 1 ano. Nesse caso, esse ano do calendário é denominado ano civil. Porém, há outras definições sobre o que é um ano.

Define-se o ano sideral como o tempo entre duas passagens consecutivas da Terra por um mesmo ponto de sua órbita, tomando como referência as estrelas distantes. Também é definido o ano trópico, que é o intervalo de tempo que o Sol, em seu movimento aparente pelo céu, leva para partir de algum dos quatro pontos que definem as estações do ano para retornar ao mesmo ponto, ou seja, é o tempo entre duas passagens pelo equinócio de primavera ou de outono, ou também, entre duas passagens pelo solstício de verão ou de inverno.

O ano civil é baseado no ano trópico. Então a virada do ano que vemos na folhinha do dia 31 de dezembro ou no dia do nosso aniversário não indica que estamos passando exatamente no mesmo ponto da órbita terrestre que o do ano passado. Como há essa diferença, é necessário introduzir correções periódicas e regulares no ano civil para manter a sincronidade com as estações. Lembrando que o ano trópico tem 365 dias, 5 horas, 48 minutos e 45 segundos e que ao longo de 4 anos temos um dia extra, o qual chamamos de bissexto (para maiores informações sobre o calendário, leia a edição nº 25 da Revista AstroNova).

A órbita da Terra é uma elipse na qual o Sol se encontra em um dos focos e possui uma excentricidade de 0,0167. Como esse valor é baixo, o centro da órbita é relativamente próximo ao centro do Sol. Por ser elíptica, a órbita tem um ponto de periélio, no qual a Terra está mais próxima do Sol; e tem um ponto de afélio, no qual está mais distante do Sol. Na atualidade, a Terra passa pelo periélio por volta do dia 3 de janeiro e pelo afélio por volta de 4 de julho. Muito importante citar que a proximidade ou afastamento do Sol não tem nenhuma influência nas estações do ano, que dependem unicamente da inclinação do eixo da Terra. Essa mudança na distância Terra-

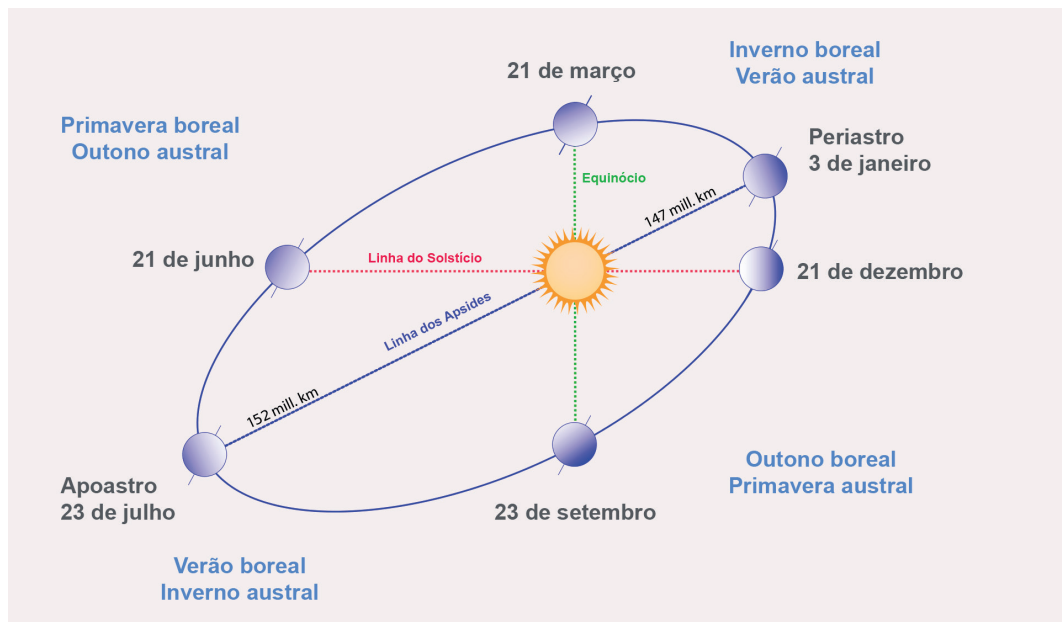


Figura 3. Representação da órbita da Terra em torno do sol, com excentricidade acentuada para melhor visualização da linha de solstícios, linha de equinócios e linha de ápsides.

-Sol resulta em uma mudança de apenas 7% da energia solar total que atinge a Terra, ou seja, esse efeito é muito menos significativo do que a mudança total de energia devido à inclinação axial da Terra.

A figura 3 apresenta pontos interessantes da órbita da Terra. Na figura, a elipse da órbita está acentuada para melhor visualização destes pontos.

Precessão axial

Uma brincadeira muito comum na infância é o jogo de pião (figura 4), no qual o pião é posto

para girar dentro de uma área e notava-se que enquanto girava, o pião ia inclinando e causando um bamboleio. Esse fenômeno ocorre porque há atrito entre a ponta do pião e o solo (em geral era de terra batida) em que acontecia a brincadeira.

Embora o eixo de rotação da Terra não esteja girando sobre uma superfície, há um bamboleio desse eixo causado pela gravidade que atua de forma lenta e contínua na orientação do eixo de rotação de um corpo astronômico. Esse bamboleio recebe o nome



Figura 4. Durante o seu giro, o pião inclina devido ao atrito com o solo e a conservação do momento angular.

de precessão axial. Quando foi explicado sobre a rotação neste artigo, vimos que ao observar o céu no polo geográfico Norte vemos a estrela Polaris praticamente fixa, como um polo celeste Norte. O efeito da precessão axial muda a direção do eixo de rotação da Terra de modo que ao longo de milênios o polo celeste Norte muda (figura 5). Este ciclo se completa em 26.000 anos.

A descoberta deste movimento é atribuída ao astrônomo grego Hiparco de Niceia (190 – 120 AEC). Hiparco comparou suas medições com dados de seus predecessores como Timocharis de Alexandria (320 – 260 AEC) e Aristillus de Samos (contemporâneo de Timocharis) e concluiu que a estrela Spica havia se movido 2° em relação a sua posição no equinócio de outono registrada pelos astrônomos mais antigos. Ao comparar a duração do ano tropical e o ano sideral, encontrou uma ligeira discrepância. Desse modo, Hiparco concluiu que os equinócios estavam se movendo, precedendo, através do zodíaco, e que a taxa dessa precessão era aproximadamente um ângulo de 1° por século, completando um ciclo completo em 36 mil anos. Apesar da diferença com as medidas atuais, o trabalho de Hiparco com os recursos, observações e registros da época, foi muito impressionante.

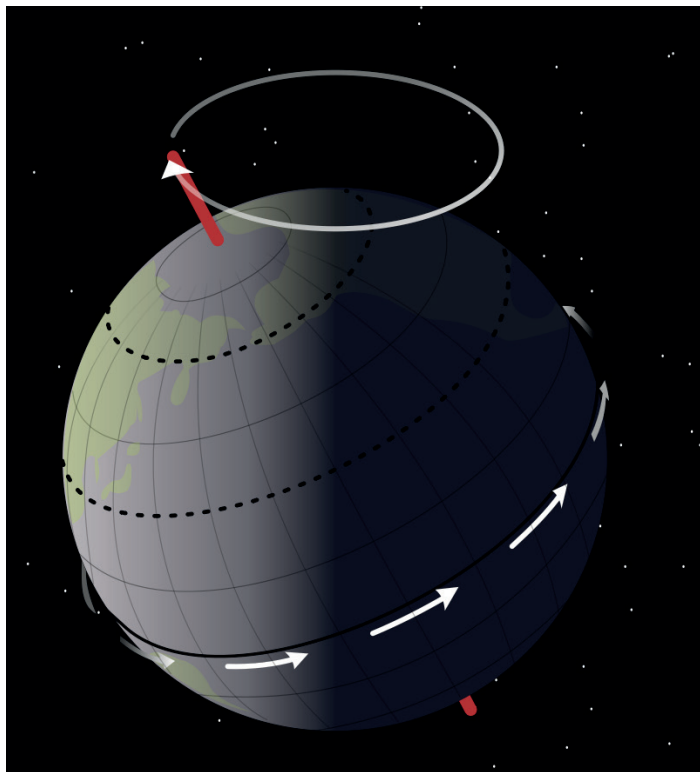


Figura 5. Movimento de precessão da Terra. A Terra gira (setas brancas) uma vez por dia em torno de seu eixo de rotação (vermelho); este próprio eixo gira lentamente (círculo branco), completando um ciclo em aproximadamente 26.000 anos.

Infelizmente, todos os seus escritos foram perdidos, incluindo seu trabalho sobre a precessão. Eles são mencionados no trabalho de Claudio Ptolomeu (100 – 170 EC) em sua obra *Almagesto*, escrita quase 250 anos depois da morte de Hiparco.

Portanto, na atualidade o eixo de rotação da Terra aponta para

a estrela Polaris. Daqui a 14.000 anos o polo norte celeste será a estrela Vega, a mais brilhante da constelação da Lira. Em 3000 AEC o polo norte celeste era a estrela Thuban, da constelação do Dragão.

Hoje esse movimento é denominado precessão axial, mas por um longo tempo foi denominado

precessão dos equinócios e sendo confundido com nomes como precessão planetária, precessão lunissolar e precessão do equador. Em 2006, a União Astronômica Internacional redefiniu cada uma dessas precessões de modo que a precessão do eixo de rotação da Terra é denominada unicamente como precessão axial.

Nutação

A precessão axial apresenta uma pequena variação ao longo do tempo, como se fosse uma vibração do eixo de rotação da Terra, de modo que o movimento da

precessão axial não seja um círculo, mas sim uma composição de círculo e uma flutuação (figura 6).

O tempo de oscilação da nutação, ou seja, a duração do ciclo é de aproximadamente 18 anos e meio e a amplitude de oscilação é de no máximo 700 metros em relação à posição neutra da oscilação. Este movimento foi descoberto pelo astrônomo inglês James Bradley em 1728. Porém, a causa desse movimento só foi compreendida no século XX, quando foram computados vários fatores que influenciam em maior ou menor intensidade este movimento.

Balanco de Chandler

Imagine que realmente houvesse um mastro nos polos da Terra que indicasse com muita preci-

são o eixo de rotação. Porém, ao longo do tempo, nota-se que o mastro sofre uma mudança na sua inclinação em relação ao solo (se bem que no polo norte geográfico não há solo, mas vamos desconsiderar isso). O mastro sugerido não existe (embora exista um marco de latitude 90° S mostrado na figura 7), mas o eixo de rotação da Terra realmente apresenta um desvio, como se fosse um “escorregamento” do eixo de rotação em relação à superfície por onde passa.

Esse desvio chega a 9 metros em relação ao ponto em que o eixo intercepta a superfície da Terra e completa um ciclo de oscilação em 433 dias. Este movimento foi descoberto pelo astrônomo estadunidense Seth Carlo Chandler em

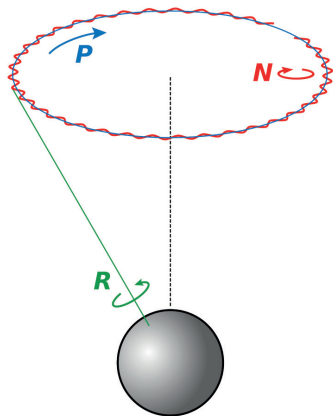


Figura 6. Ilustração mostrando os movimentos da Terra, a rotação (R) em verde, a precessão axial (P) em azul e a nutação (N) em vermelho. Nota-se que a nutação é uma oscilação em torno de uma trajetória principal, que é a trajetória da precessão. (Fonte: Professor Thiago Gonçalves, Observatório do Valongo (UFRJ)).



Figura 7. Marco do polo Sul geográfico

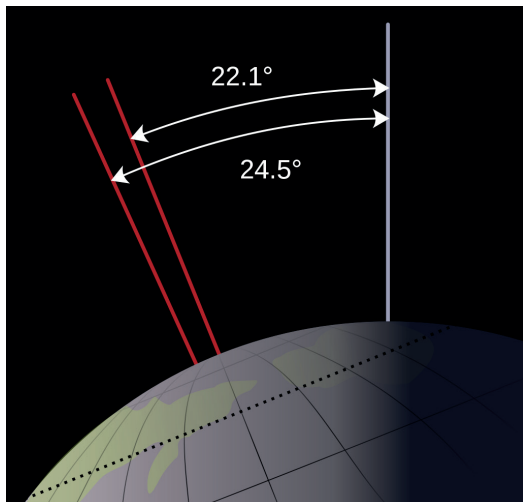


Figura 8. Limites máximo e mínimo da variação da inclinação axial.

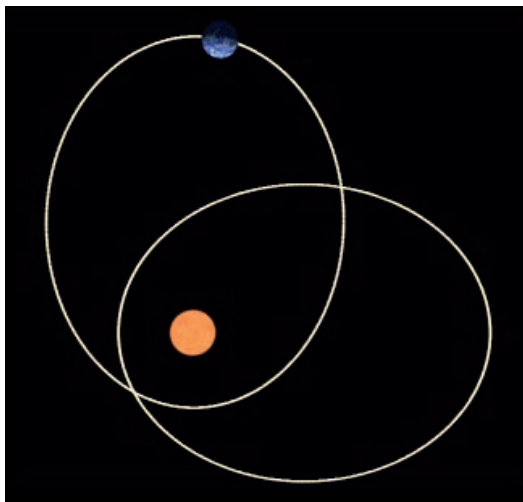


Figura 9. Deslizamento da órbita causado pela precessão apsidal.

1891. Supõe-se que esta oscilação do eixo de rotação seja causada por movimentos oceânicos ou deslocamentos do assoalho submarino.

Variação da inclinação axial

O ângulo de inclinação axial da Terra em relação à perpendicular do plano orbital varia entre $22,1^\circ$ e $24,5^\circ$ ao longo de um ciclo de aproximadamente 41.000 anos. A inclinação atual é de $23,44^\circ$, ou seja, a meio caminho dos dois extremos (figura 8).

A última vez que a inclinação atingiu seu máximo foi por volta de 8700 AEC. Agora está na fase decrescente e atingirá o mínimo por volta do ano 11.800 EC. Po-

rém, os efeitos não são uniformes em toda a superfície da Terra. O aumento da inclinação aumenta a radiação solar anual total em latitudes mais altas e a diminui nas proximidades do equador.

Precessão apsidal

Ocorre uma precessão até mesmo na órbita da Terra em torno do Sol, como se ocorresse um escorregamento da órbita, completando um ciclo a cada 112.000 anos. A precessão apsidal ocorre no plano da eclíptica e altera a orientação da órbita da Terra. Isto ocorre principalmente como resultado das interações com Júpiter e Saturno. Assim, ocorre variação da posição do ano em que a Terra atinge o periélio (figura 9).

À medida que a orientação da órbita da Terra muda, os solstícios e equinócios se darão em diferentes pontos da órbita se comparados aos pontos atuais, chegando a ocorrer inclusive nos pontos apsidais (pontos onde ocorrem o afélio e o periélio).

Conclusão

Existem mais movimentos, porém alguns possuem uma complexidade tal que não seria muito didático tentar explicá-los sem um mínimo de um certo rigor matemático. Porém, destes movimentos apresentados, já podemos ter uma ideia básica da complexidade de movimentos da Terra e que estes atuam fora da escala de tempo humana.



**Nebulosa de Orion e
Nebulosa do Homem Correndo**

LOCAL: Munhoz/MG - Brasil

DATAS: 12/08/2022 a 19/09/2022

EQUIPAMENTOS: Espirit triplo 150mm

Zwo asi 6200mc | Montagem CEM120

AUTOR(A): Fernando Oliveira de Menezes

portal



RECURSOS DE FÍSICA

UM RIQUESSIMO REPOSITÓRIO DE MATERIAIS
VOLTADOS PARA O ENSINO DE FÍSICA!

WWW.RECURSOSDEFISICA.COM.BR

Charadas do Sistema Solar
Explorando o Sistema Solar
Conhecendo o Sistema Solar
Batalha do Universo
Batalha do Sistema Solar
Sistema Solar
Astronautas
Da Terra, de Lua e Além
Viajando pelo Sistema Solar

Batalha do Universo

Autor: Prof. Dr. Ricardo Francisco Pereira

Clique na imagem para acessar e baixar o jogo



**LIVROS,
TIRINHAS,
ARTIGOS,
EXPERIMENTOS,
JOGOS DIDÁTICOS,
VÍDEOS,
DOCUMENTÁRIOS
E MUITO MAIS!**

**MAIS DE
200MIL
ACESSOS!**

Discos de uso
Astronomia
Mecânica
Fluidos
Termodinâmica
Óptica
Ondulatória
Eletricidade
Eletromagnetismo
Magnetismo
Física Moderna
CTSA
Eletrônica
Técnicas da Física
Tópicos produzidos por alunos e propostas de atividades
Textos recomendados
Vídeos recomendados
Artigos recomendados

Diversos



Organizado e administrado pelo
Prof. Dr. Ricardo Francisco Pereira
do Departamento de Física (DFI) da
Universidade Estadual de Maringá (UEM).

IDENTIFIQUE AS LUZES QUE VOCÊ AVISTA NO CÉU!

ELA É BEM GRANDE?

SIM

NÃO

faz os olhos arderem?

SIM

NÃO

SOL



LUA



está se movendo?

SIM

NÃO

tão rápida que você quase não viu?

SIM

NÃO

METEORO

a luz cintila?

SIM

NÃO



ESTRELA

you consegue perceber se está piscando?

SIM

NÃO

AERONAVE



o que você está vendo tem pouca definição e tem uma cauda?

SIM

NÃO

tem algum astronauta acenando para você?

SIM

NÃO

ESTAÇÃO ESPACIAL

COMETA

a luz está presa a uma embarcação?

SIM

NÃO

SATÉLITE ARTIFICIAL

LUZ DE MASTRO

PLANETA



AstroNova

COMEÇANDO NA ASTRONOMIA

#3 CONHECENDO O SISTEMA SOLAR

TERRA

A Terra é o terceiro planeta do Sistema Solar e o único, até onde sabemos, ser capaz de abrigar vida.

Aproximadamente 70% de sua superfície é composta por água e sua atmosfera é composta, principalmente, por gás nitrogênio (78%) e oxigênio (21%).

Distância do Sol: 149.600.000 Km

Raio: 6.378 Km

Período de rotação: 24 horas

Período de translação: 365 dias

Curiosidades

A Terra pesa 6 sextilhões de toneladas; A Lua é seu único satélite natural e que fica a 384.000 Km de distância média; De toda a água que cobre o planeta, apenas 3% não é água salgada.



MARTE

Também conhecido como “Planeta Vermelho”, Marte possui uma superfície rochosa coberta por cascalhos e poeira, em seus polos, é possível distinguir calotas congeladas compostas por gás carbônico.

A temperatura média na superfície é de -50°C. Sua atmosfera é rarefeita, composta principalmente por dióxido de carbono.

Distância do Sol: 227.940.000 Km

Raio: 3.390 Km

Período de rotação: 24 horas e 37 minutos

Período de translação: 1 ano, 10 meses e 15 dias terrestres

Curiosidade

Marte possui dois pequenos satélites naturais, Phobos e Deimos, descobertos pelo astrônomo Asaph Hall, em 1877.



Você Sabia?

Marte é o único planeta habitado somente por robôs: Insight, Curiosity, Perseverance, Ingenuity e Zhurong.

Estas curiosidades foram tiradas do jogo “Conhecendo o Sistema Solar”, que você pode encontrar e baixar em: recursosdefisica.com.br

Turismo Astronômico

Observatório Estrela do Sul



✓ *Camping*



✓ *Lua*



✓ *Observação*



✓ *Experiência sob as estrelas*



✓ *Astrofotografias*



✓ *Fogueira*



✓ *Café da manhã*



✓ *Planetas*

Reservas/Visitas : 44 9 9176 2171
Carlos



**REVISTA DE DIVULGAÇÃO
DE ASTRONOMIA
E CIÊNCIAS DA NATUREZA**

AstroNova é uma colaboração de entusiastas, estudantes, professores, astrônomos amadores e profissionais para a divulgação de Astronomia e Ciências da Natureza. É trimestral, com divulgação gratuita. É permitida sua reprodução total ou parcial desde que citada a fonte.

Disponível em:
www.astronova.com.br

Nos acompanhe nas redes sociais:

 **[/revistaastronova](https://www.youtube.com/revistaastronova)**

 **[/AstroNovaBrasil](https://www.facebook.com/AstroNovaBrasil)**

 **[/rev_astronova](https://twitter.com/rev_astronova)**

 **[/revistaastronova](https://www.instagram.com/revistaastronova)**

 **[/astronova](http://astronova.com.br)**