



ASTRONOMIA

ISBN: 978-65-88405-84-0

O CÉU NÃO É O LIMITE!

DANIELLE DA SILVA SANTOS BEAUBERNARD
MARIA BEATRIZ DIAS DA SILVA MAIA PORTO

ASTRONOMIA: O CÉU NÃO É O LIMITE!

**CURSO DE ATUALIZAÇÃO PARA PROFESSORES
DO ENSINO FUNDAMENTAL –
CADERNO DE APOIO**

**DANIELLE DA SILVA SANTOS BEAUBERNARD
MARIA BEATRIZ DIAS DA SILVA MAIA PORTO**

RIO DE JANEIRO

2022

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ/REDE SIRIUS/BIBLIOTECA CAP/A

B371 Beaubernard, Danielle da Silva Santos

Astronomia: o céu não é o limite! Curso de Atualização para professores do Ensino Fundamental – Caderno de Apoio / Danielle da Silva Santos Beaubernard, Maria Beatriz Dias da Silva Maia Porto. - 2022.
100 p. : il.

Produto educacional elaborado no Mestrado Profissional do PPGEB/CAP/UE RJ.
Inclui bibliografia.
ISBN: 978-65-88405-84-0.

1. Astronomia - Estudo e ensino. 2. Ensino Fundamental. 3. Letramento. I. Porto, Maria Beatriz Dias da Silva Maia. II. Título.

CDU 52:372.4

torizo apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação.

Assinatura

Data

ASTRONOMIA: O CÉU NÃO É O LIMITE!
CURSO DE ATUALIZAÇÃO PARA PROFESSORES DO ENSINO FUNDAMENTAL

Autora: Danielle da Silva Santos Beaubernard

Orientadora/Co-autora: Professora Dr^a. Maria Beatriz Dias da Silva Maia Porto

Grupo de Pesquisa:

Alfabetização Científica e o Ensino de Física, Química e Biologia na Escola Básica.

<http://dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/6506072637618508>



Rio de Janeiro

2022

Danielle da Silva Santos Beaubernard

Professora da Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro e do município de Duque de Caxias. Tem experiência na área de Educação, com ênfase em Administração de Unidades Educativas. Possui graduação em Pedagogia pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Mestranda do Programa de Pós-Graduação de Ensino em Educação Básica do Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira – CAP/UERJ. Linha de pesquisa: Anos Finais do Ensino Fundamental e Ensino Médio.





Maria Beatriz Dias da Silva Maia Porto

Possui graduação em Física, Bacharelado e Licenciatura, pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Possui mestrado e doutorado em Física pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Fez pós-doutorado em Física, na área de Teoria Quântica de Campos, na modalidade de fixação de recém-doutor, na Universidade do Estado do Rio de Janeiro e pós-doutorado no Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, também na área de Teoria Quântica de Campos. Atualmente é Professora Associada da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, com Dedicção Exclusiva, atuando na Educação Básica e na Educação Superior. Tem experiência acadêmica na área de Física, com ênfase em Teoria Geral de Partículas e Campos, atuando, principalmente, nas seguintes linhas de pesquisa: Teoria Supersimétrica de Chern-Simon-Kalb-Ramon, Cordas Cóslicas, Teorias com Derivadas de Ordem Superior, Quantização Simplética e Supersimetria. Ingressou como professora efetiva da Universidade do Estado do Rio de Janeiro em 2005, sendo lotada no Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira. A partir do ano de 2006 passou a atuar também nas áreas de História da Ciência e Ensino de Ciências da Natureza com ênfase, principalmente, nas linhas de História da Física, Formação de Professores, Ensino de Ciências em Espaços não-formais e a utilização de Metodologias Ativas nos processos de Ensino e de Aprendizagem. Foi Coordenadora do Projeto PIBID Interdisciplinar 2014-2018, Campus Maracanã/Uerj e do Projeto de Residência Pedagógica da área de Física 2020 – 2022, Campus Maracanã/Uerj. Coordenou o Programa de Pós-Graduação de Ensino em Educação Básica, PPGEB, de 2017 até 2020. De agosto de 2020 até o presente atua como Coordenadora da Linha de Pesquisa Anos Finais do Ensino Fundamental e Ensino Médio do PPGEB. É líder do Grupo de Pesquisa: Alfabetização Científica e o Ensino de Física, Química, Biologia, Ciências e Matemática na Educação Básica.





SUMÁRIO

Conversa de professor...	07
Ementa do Curso de Atualização ...	08




MÓDULO 1

 Contextualização do ensino de Astronomia no Ensino Fundamental, abordando os documentos que normatizam o Ensino de Ciências	10
 Alfabetização Científica	15
 Pedagogia dos Multiletramentos.....	17
 Aprendizagem Significativa	17





MÓDULO 2

 Astronomia – Apresentação do conteúdo e dos assuntos a serem abordados durante o curso	21
 História da Astronomia	23
 Astronomia – uma breve linha do tempo	27
 Instrumentos usados para observação celeste	41




MÓDULO 3

 Origem do Universo – evolução estelar, constelações e galáxias	50
 Expansão do Universo	55
 Galáxias e Nebulosas	58

MÓDULO 4

 Nasce uma estrela... ..	66
 O Sol – a nossa estrela	67
 O Sistema Solar	70
 Sugestões de atividades	82

MÓDULO 5

 Planeta Terra.....	85
 A Lua – o nosso satélite natural	85
 Movimentos da Terra – Rotação, Translação, Precessão	97

Conversa de professor...

O curso de atualização em Astronomia para professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental foi desenvolvido no âmbito do curso de Mestrado Profissional do Programa de Pós-Graduação de Ensino em Educação Básica (PPGEB) da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), com o intuito de colaborar com os professores nas reflexões a respeito das práticas de ensino. O curso possui 10 horas de carga horária, está organizado em cinco módulos, com duração de 2 horas cada um, estando previstos para acontecer de forma síncrona e à distância, com a finalidade de aprofundar as interações entre os cursistas oriundos de diversas regiões do Brasil.

E qual seria a importância de ensinar e aprender Astronomia nos anos iniciais do Ensino Fundamental? Como essa Ciência se desenvolveu ao longo do tempo? De que forma esse conhecimento impacta o cotidiano de todos nós? Que teorias embasam o surgimento do Universo? A Astronomia contribui para uma melhor compreensão do mundo que nos cerca? O que acontecerá com o Universo? E com a humanidade?

Essas são questões que, se por um lado, nos fazem compreender a limitação humana, pois nem todas possuem uma resposta imediata, por outro nos instigam a tentar buscar respostas através do conhecimento científico, elaborando hipóteses e reavaliando a cada nova descoberta.

Nossos objetivos são ampliar os conhecimentos sobre Astronomia, convidar os professores a contribuírem para a reflexão sobre diferentes práticas de ensino, incentivar o desenvolvimento de uma proposta de Alfabetização Científica, pautada numa perspectiva multiletrada e significativa para todos.

Confirmamos o potencial dessa ciência nos anos iniciais, no que diz respeito à melhoria da qualidade da educação científica das crianças, com vistas a uma transição mais suave para a aprendizagem de Ciências no segundo segmento do Ensino Fundamental.

Venham conosco nessa viagem porque o céu não é o limite!

As autoras

**CURSO DE ATUALIZAÇÃO EM ASTRONOMIA PARA PROFESSORES
DO ENSINO FUNDAMENTAL**

PÚBLICO-ALVO: Professores do Ensino Fundamental

TEMA: Astronomia

TEMPOS/DURAÇÃO: 5 módulos – carga horária total: 10 horas

OBJETIVO PRINCIPAL: Abordar temas básicos em Astronomia e sua importância para a realidade da sala de aula.

ÁREAS DE CONHECIMENTO ENVOLVIDAS: Ciências Naturais, Língua Portuguesa, Matemática e Ciências Humanas

OUTROS OBJETIVOS:

- Oferecer um espaço de diálogo sobre os desafios para introdução de conceitos de Astronomia na educação básica frente a nova BNCC;
- Relacionar o ensino de conceitos astronômicos aos Multiletramentos e à aprendizagem significativa;
- Apresentar diferentes recursos para o ensino de Astronomia.

TEMA TRANSVERSAL: Meio Ambiente, Ética



Módulo 1

Ensino de Astronomia nos anos
iniciais do Ensino Fundamental

Indicadores de Alfabetização
Científica

Pedagogia dos Multiletramentos

Aprendizagem Significativa

ASTRONOMIA: O CÉU NÃO É O LIMITE!

CURSO DE ATUALIZAÇÃO PARA PROFESSORES DO ENSINO FUNDAMENTAL

ISBN: 978-65-00-34067-9

Ensino de Ciências nos anos iniciais do Ensino Fundamental. O que diz a legislação?

No Brasil, a Educação Básica está dividida em diferentes segmentos: Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio. O Ensino Fundamental está compreendido em duas etapas: Anos iniciais – do 1º ao 5º ano e Anos Finais - 6º ao 9º ano.

Conforme previsto na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB, Lei nº 9.394/1996), a Base Nacional Comum Curricular - BNCC deve orientar os currículos e as propostas de todas as escolas públicas e privadas de Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio do país.

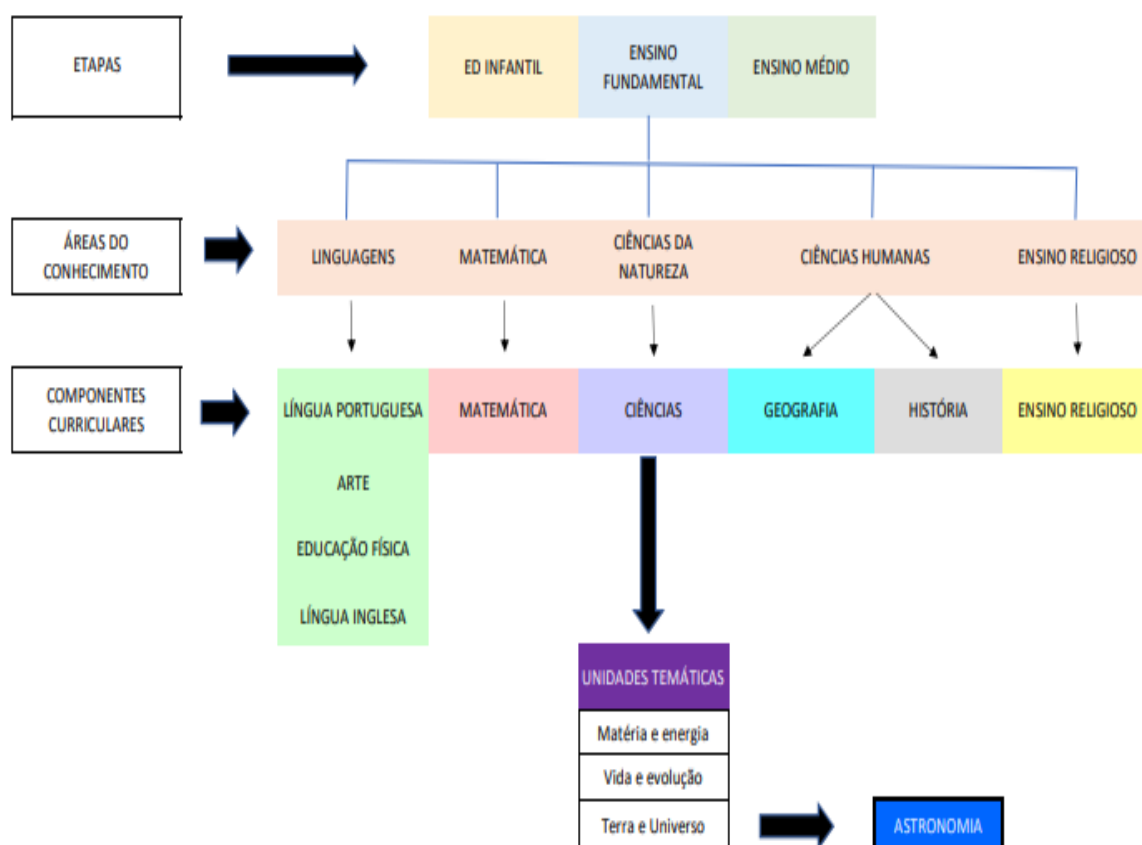
Sendo a BNCC “um documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de **aprendizagens essenciais** que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica” (BRASIL, 2017, p. 7, grifos originais da obra), portanto norteador dos currículos escolares no Brasil, não podemos desconsiderar alguns elementos de sua formulação, porque apesar de não revogar legislações anteriores: Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN (BRASIL,1997); Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica (BRASIL, 2013); Lei nº 13.005, de 2014, que aprova o Plano Nacional de Educação (BRASIL, 2014), demonstra pouco alinhamento com essas orientações curriculares.

Cabe ressaltar, que a proposta da BNCC foi homologada carecendo de amplo debate da população e da participação de entidades nacionais de educação e sistemas de ensino. Além disso, a centralidade nos objetivos e a verificação da aprendizagem pautada no desenvolvimento de habilidades e competências, tendem a contribuir para um ensino mecânico e direcionado para avaliações externas. De todo modo, há a possibilidade de o professor identificar e eleger as estratégias de ensino/aprendizagem que melhor atenda à realidade de sua sala de aula.

No texto da BNCC estão descritas as habilidades e conteúdos a serem trabalhados em cada etapa de escolaridade do Ensino Fundamental. Ela está organizada em cinco áreas de conhecimento, cada uma dividida em

componentes curriculares, que estão subdivididos em unidades temáticas de acordo com o ano de escolaridade.

Cada unidade temática apresenta um grupo de objetos de conhecimento (conteúdos) que se relacionam às habilidades específicas daquele ano.



Localizamos os conteúdos de Astronomia na área de conhecimento das Ciências Naturais, na unidade temática Terra e Universo. A importância desse tópico está em desmistificar conceitos, corrigir concepções equivocadas sobre o Universo, compreender as contribuições das descobertas astronômicas no desenvolvimento tecnológico, perceber o papel da cultura nas análises celestes, identificar o caráter multidisciplinar do tema.

Com intuito de destacar as habilidades propostas na Base, apresentamos o Quadro 1 que sintetiza os conteúdos centrais de Astronomia para os Anos Iniciais e para o 6º ano do Ensino Fundamental.

Quadro 1: Conteúdos de Astronomia propostos para os anos iniciais e para o 6º ano do Ensino Fundamental pela BNCC

SÉRIE	CONTEÚDO	HABILIDADES
1ª	Escalas de tempo	<p>(EF01CI05) Identificar e nomear diferentes escalas de tempo: os períodos diários (manhã, tarde, noite) e a sucessão de dias, semanas, meses e anos.</p> <p>(EF01CI06) Selecionar exemplos de como a sucessão de dias e noites orienta o ritmo de atividades diárias de seres humanos e de outros seres vivos.</p>
2ª	<p>Movimento aparente do Sol no céu</p> <p>O Sol como fonte de luz e calor</p>	<p>(EF02CI07) Descrever as posições do Sol em diversos horários do dia e associá-las ao tamanho da sombra projetada.</p> <p>(EF02CI08) Comparar o efeito da radiação solar (aquecimento e reflexão) em diferentes tipos de superfície (água, areia, solo, superfícies escura, clara e metálica etc.).</p>
3ª	<p>Características da Terra</p> <p>Observação do céu</p> <p>Usos do solo</p>	<p>(EF03CI07) Identificar características da Terra (como seu formato esférico, a presença de água, solo etc.), com base na observação, manipulação e comparação de diferentes formas de representação do planeta (mapas, globos, fotografias etc.).</p> <p>(EF03CI08) Observar, identificar e registrar os períodos diários (dia e/ou noite) em que o Sol, demais estrelas, Lua e planetas estão visíveis no céu.</p> <p>(EF03CI09) Comparar diferentes amostras de solo do entorno da escola com base em características como cor, textura, cheiro, tamanho das partículas, permeabilidade etc.</p> <p>(EF03CI10) Identificar os diferentes usos do solo (plantação e extração de materiais, dentre outras possibilidades), reconhecendo a importância do solo para a agricultura e para a vida.</p>

SÉRIE	CONTEÚDO	HABILIDADES
4ª	Pontos cardeais Calendários, fenômenos cíclicos e cultura	<p>(EF04CI09) Identificar os pontos cardeais, com base no registro de diferentes posições relativas do Sol e da sombra de uma vara (gnômon).</p> <p>(EF04CI10) Comparar as indicações dos pontos cardeais resultantes da observação das sombras de uma vara (gnômon) com aquelas obtidas por meio de uma bússola.</p> <p>(EF04CI11) Associar os movimentos cíclicos da Lua e da Terra a períodos regulares e ao uso desse conhecimento para a construção de calendários em diferentes culturas.</p>
5ª	Constelações e mapas celestes Movimento de rotação da Terra Periodicidade das fases da Lua Instrumentos óticos	<p>(EF05CI10) Identificar algumas constelações no céu, com o apoio de recursos (como mapas celestes e aplicativos digitais, entre outros), e os períodos do ano em que elas são visíveis no início da noite.</p> <p>(EF05CI11) Associar o movimento diário do Sol e das demais estrelas no céu ao movimento de rotação da Terra.</p> <p>(EF05CI12) Concluir sobre a periodicidade das fases da Lua, com base na observação e no registro das formas aparentes da Lua no céu ao longo de, pelo menos, dois meses.</p> <p>(EF05CI13) Projetar e construir dispositivos para observação à distância (luneta, periscópio etc.), para observação ampliada de objetos (lupas, microscópios) ou para registro de imagens (máquinas fotográficas) e discutir usos sociais desses dispositivos.</p>
6ª	Forma, estrutura e movimentos da Terra	<p>(EF06CI11) Identificar as diferentes camadas que estruturam o planeta Terra (da estrutura interna à atmosfera) e suas principais características.</p> <p>(EF06CI12) Identificar diferentes tipos de rocha, relacionando a formação de fósseis a rochas sedimentares em diferentes períodos geológicos.</p>

6ª	Forma, estrutura e movimentos da Terra	<p>(EF06CI13) Selecionar argumentos e evidências que demonstrem a esfericidade da Terra.</p> <p>(EF06CI14) Inferir que as mudanças na sombra de uma vara (gnômon) ao longo do dia em diferentes períodos do ano são uma evidência dos movimentos relativos entre a Terra e o Sol, que podem ser explicados por meio dos movimentos de rotação e translação da Terra e da inclinação de seu eixo de rotação em relação ao plano de sua órbita em torno do Sol.</p>
----	--	---

FONTE: BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, DF: Ministério da Educação: 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 10 jan. 2021.



Em relação ao Ensino de Ciências, a BNCC prevê

organizar as situações de aprendizagem partindo de questões que sejam desafiadoras e, reconhecendo a diversidade cultural, estimulem o interesse e a curiosidade científica dos alunos e possibilitem definir problemas, levantar, analisar e representar resultados; comunicar conclusões e propor intervenções. (BRASIL, 2017, p. 321)



Para ler os documentos oficiais:

<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/>

http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/historico/RESOLUCAOCNE_CP222DEDEZEMBR/ODE2017.pdf

<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/introducao.pdf>

A importância do Letramento Científico/Alfabetização Científica para a formação do cidadão, no que se refere a compreensão e o uso da ciência e da

tecnologia na sociedade, está expressa em diferentes trechos da BNCC. Mas, afinal, o que é **Alfabetização Científica**?

A Alfabetização Científica deve procurar transformar as percepções do senso comum em conhecimento científico. De maneira que o indivíduo seja capaz de compreender desde princípios básicos relativos aos fenômenos do cotidiano até a capacidade de tomar decisões em questões relativas à ciência e tecnologia. (Chassot, 2000)

É importante destacar que diferentes autores tratam das reflexões sobre o Ensino de Ciências e da utilização que as pessoas fazem do conhecimento científico na vida cotidiana. Esses estudos convergem para a preocupação em possibilitar o acesso ao conhecimento científico e tecnológico, estimulando o desenvolvimento da cidadania, valorizando a Ciência como fator de inclusão social e reconhecendo as relações de poder existentes na sua utilização pela sociedade.

Como o processo ensino-aprendizagem pode contribuir para o desenvolvimento da Alfabetização Científica - AC?



Pensar cientificamente exige práticas de investigação, resolução de situações-problema, elaboração de hipóteses, reflexão e crítica a diferentes situações, além do uso de tecnologias de maneira consciente. A formação escolar deve contribuir para que os alunos percebam as Ciências como uma atividade humana, historicamente construída e coletiva, que perpassa questões socioculturais, intrínsecas a cada época, devendo ser abordada sob diferentes enfoques.

A escola contribui para que o educando atinja níveis mais altos de AC ao propor a vinculação do conceito aprendido à vida real, ao aplicar o conhecimento aprendido, desenvolver as habilidades do fazer científico e estimular o pensamento crítico.

As autoras Sasseron e Carvalho (2008) apresentam indicadores que auxiliam o planejamento do processo de ensino-aprendizagem em Ciências:

- 🧠 Compreender termos básicos, conceitos científicos fundamentais e sua importância nas situações do dia a dia.
- 🧠 Compreender a natureza da ciência, dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática.
- 🧠 Entender que as relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente – CTSA, perpassam pelo reconhecimento de que quase todo fato da vida de alguém tem sido influenciado, de alguma maneira, pelas ciências e tecnologias.

A Ciência possibilita ao homem conhecer melhor o mundo que o cerca; muitas decisões políticas, econômicas e sociais de interesse coletivo são validadas a partir do conhecimento elaborado cientificamente. Nessa perspectiva, não basta ensinar o conteúdo. Considerar as abordagens das diferentes teorias de aprendizagem é fundamental para as ações pedagógicas, pois seus pressupostos influenciam no trabalho docente e nas escolhas metodológicas.

Na contemporaneidade, ensinar e aprender envolve desafios complexos no que se refere a formação do ser humano e a construção do conhecimento. Além da seleção dos conteúdos, são necessários princípios pedagógicos para uma prática intencional, contextualizada, que estimula o aluno a produzir sentidos e significados, a partir de sua própria leitura de mundo, atuando como protagonista e intervindo em seu meio social.



De maneira prática, isso se reflete na escola através de propostas pedagógicas que envolvam a observação, a elaboração de hipóteses,

experimentos e análises, gerando uma cultura científica escolar que ultrapassa os conteúdos de Ciências e se expandem para outras áreas.

Todas as áreas de conhecimento têm uma linguagem própria e devem ser trabalhadas na perspectiva de inserir o educando na cultura letrada, compreendendo que toda prática pedagógica possui uma intencionalidade e necessita de um planejamento. Nessa perspectiva, os **Multiletramentos**

A BNCC determina o Multiletramento como uma importante abordagem para o ensino na área de Linguagens. O termo se refere a duas dimensões da linguagem: a variedade de significados nas diferentes esferas sociais e a multimodalidade resultante dos novos meios de informação e comunicação. (Rojo, 2012)

contribuem para oferecer aos estudantes possibilidades do uso de múltiplas linguagens e observação de diferentes aspectos culturais, no conhecimento socialmente difundido; fator determinante para compreender a importância do saber científico, suas aplicações na sociedade e as relações de poder que permeiam a seleção das informações a serem socializadas.

Principalmente nos anos iniciais do Ensino Fundamental, as atividades escolares devem ser desafiadoras articulando o desenvolvimento da Alfabetização Científica à apropriação da língua escrita porque a produção escrita sistematiza e comunica as descobertas científicas.

Portanto, não é suficiente apenas decidir **o quê** (conteúdo) ensinar, mas também **como? Quando? E o porquê?**

Considerando a teoria da **Aprendizagem Significativa**

A teoria de Aprendizagem Significativa proposta por Ausubel (1918-2008) se caracteriza pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, através de uma interação não-litera e não-arbitrária. Nesse processo, os novos conhecimentos adquirem significado para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva.

a aprendizagem acontece pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, onde o novo conhecimento se relaciona com o que o aprendiz já sabe, implicando na compreensão, na transferência, na capacidade de explicar a outro aquilo que aprendeu.

Como essa teoria se relaciona aos tópicos apresentados até aqui?



- O conhecimento prévio dos alunos deve ser considerado como ponto de partida para o planejamento pedagógico.
- A modificação do conhecimento se realiza através da interação e na relação dos significados e significantes.
- As situações de aprendizagem devem ser contextualizadas.
- A aprendizagem está relacionada a predisposição em aprender, ao interesse que o assunto desperta.
- O conhecimento deve ser ensinado como construção histórica e mutável.
- A avaliação deve considerar os aspectos formativos e reflexivos.
- Para o ensino, são necessárias diferentes estratégias e materiais significativos.
- As tecnologias devem ser incorporadas ao processo de ensino-aprendizagem.

Referências

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: introdução aos parâmetros curriculares nacionais** / Secretaria de Educação Fundamental. – Brasília: MEC/SEF, 1997. Disponível em <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/introducao.pdf>. Acesso em 25 de maio de 2021.

CHASSOT, A. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação.** Ijuí: Unijuí, 2000.

DOURADO, Luiz Fernandes; OLIVEIRA, João Ferreira de. Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e os impactos nas políticas de regulação e avaliação da educação superior. In: **A BNCC na contramão do PNE 2014-2024: avaliação e perspectivas.** Organização: Márcia Angela da S. Aguiar e Luiz Fernandes Dourado [Livro Eletrônico]. – Recife: ANPAE, 2018.

MOREIRA, Marco Antonio. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares.** São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

OSTERMANN F, Cavalcanti CJH. **Teorias de aprendizagens.** Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2010. Disponível em: http://www.ufrgs.br/sead/servicos-ead/publicacoes-1/pdf/Teorias_de_Aprendizagem.pdf Acesso em: 15/5/2021.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. **Almejando a Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo.** Investigações em Ensino de Ciências (Online), v. 13, p. 333-352, 2008.



Módulo 2

Astronomia

História da Astronomia

Instrumentos de observação
celeste

ASTRONOMIA: O CÉU NÃO É O LIMITE!

CURSO DE ATUALIZAÇÃO PARA PROFESSORES DO ENSINO FUNDAMENTAL

ISBN: 978-65-00-34130-0



Como surgiu o Universo?

Existe vida em outros planetas?

O que acontece ao Sol quando é noite?

Por que a Lua muda de forma?

Como os seres humanos conseguem descobrir o que existe no Espaço?

Como a Terra fica dependurada no espaço?

Todos os professores dos anos iniciais ouviram ou ouvirão, em algum momento de sua trajetória profissional, alguma dessas perguntas. Mas será que estamos preparados para responder? Ou melhor, será que estamos preparados para orientar nossos alunos a buscarem as respostas daquilo que não conhecemos?

Nesse módulo, iniciaremos a busca por esse vasto e incrível mundo de astros, mistérios e conhecimento que desde os tempos antigos inquieta a Humanidade. Afinal, o que é Astronomia?

Astronomia

O fascínio exercido pelo Universo está ligado a paixão humana pelo desconhecido, o gosto pelos desafios e pela tentativa de desvendar, desde os tempos mais remotos, os mistérios daquilo que desconhece.

Pesquisadores afirmam que os registros históricos mais antigos das observações astronômicas são de origem chinesa e dividem o **zodiaco**¹ em doze constelações. Os sacerdotes acumulavam esse conhecimento e tinham como atribuição interpretá-los de acordo com suas crenças e da posição em que os astros se encontravam no céu, cabe ressaltar que em virtude desse tipo de interpretação, Astrologia e Astronomia não eram consideradas como áreas independentes de conhecimento.

¹ Definições de Oxford Languages - ASTRONOMIA

Zona circular na esfera celeste, que se estende a cerca de 8° em cada lado da eclíptica e forma a faixa sobre a qual se movem o Sol, a Lua e os planetas em órbita.

ASTROLOGIA - doutrina, estudo, arte ou prática, cujo objetivo é decifrar a influência dos astros no curso dos acontecimentos terrestres e na vida das pessoas, em suas características psicológicas e em seu destino, explicar o mundo e prever o futuro de povos ou indivíduos – **Sem comprovação científica.**

ASTRONOMIA – **ciência** que estuda o conjunto dos corpos celestes (planetas, asteroides, cometas, estrelas, galáxias etc.) e o Universo. Com o passar do tempo e com as evidências científicas, próprias de cada época, a Astronomia evoluiu enquanto ciência, sistematizando um corpo de conhecimentos adquiridos a partir da observação, identificação, pesquisa e explicação de determinadas categorias de fenômenos e fatos, formulados racionalmente através de métodos que pudessem ser replicados.

Ainda na Antiguidade, esses povos observavam as mudanças astronômicas e a seu modo, tentavam dar explicações sobre esses fenômenos. Sendo assim, relacionavam suas vivências aos eventos celestes, criando mitologias e explicações sobre o mundo e o seu funcionamento.

Além de todo conhecimento científico elaborado ao longo dos séculos, o estudo da Astronomia contribuiu para o desenvolvimento social e humano, pois favoreceu diversos avanços, dentre eles: a criação dos calendários, a utilização de sistemas de referência para a localização em terra e no espaço, o aprimoramento de instrumentos de localização e direção na superfície terrestre, a discussão científica sobre o papel da Humanidade em relação ao mundo em que vivemos e a descoberta de novas tecnologias que facilitam o dia a dia.



Você sabia?

No Brasil, no dia **8 de abril** é comemorado o **Dia Mundial da Astronomia**, diferentemente do Dia Internacional da Astronomia, que é celebrado anualmente em datas diferentes de acordo com a fase da Lua.

História da Astronomia

Os registros mais antigos sobre estudos astronômicos são datados de aproximadamente 3.000a.C e, segundo Caniato (1994), foram localizados na China. Historicamente, essa civilização registrou a criação da bússola, da pólvora, do papel e da impressão. O interesse chinês pela cosmologia, pode ser identificado na arte e em diferentes artefatos antigos, como por exemplo, em uma cópia feita na Dinastia Tang, aproximadamente no século IX, do mais antigo mapa estelar conhecido.



copyright: British Library

Mapa de Dunhuang da Dinastia Tang

Na Biblioteca Digital Mundial² é possível encontrar uma imensidão de documentos, mapas e arquivos antigos sobre os mais variados temas e em língua original. Em uma pesquisa rápida sobre Astronomia, verifica-se um número considerável de literatura sobre o tema em outras civilizações. Esses mitos de criação do mundo possuem muitas referências em comum e devido a transmissão oral, as versões eram modificadas de acordo com o território ou interesses políticos. Diferentes povos antigos explicavam o surgimento do Universo a partir de lendas e mitos:

² <https://www.wdl.org/pt/>

EGÍPCIOS

Para os egípcios antigos, a observação do céu estava relacionada à contagem do tempo e ao rio Nilo, fundamental para o desenvolvimento de sua cultura e economia. Eles criaram um sistema religioso para explicar a origem do mundo.

No sarcófago de Butehamon, está localizada a imagem abaixo que representa a criação do Universo, nela os deuses separam o céu e a terra. O céu, na mitologia egípcia, era representado pela deusa **Nut**, uma mulher recoberta de estrelas, com as mãos e os pés apoiados na Terra.



Fonte da imagem: MARIE, Rose; HAGEN, Rainer. Egípcio. (Tradução de Maria da Graça Crespo) 1ª Edição. Lisboa: Editora Taschen, 1999. P 179³

GREGOS

Assim como os egípcios, os gregos antigos criaram mitologias para explicar o surgimento do Universo, essas narrativas simbólicas têm muito em comum com outras culturas e no caso grego, a criação do mundo se inicia com uma entidade chamada **Caos**, que vivia num ambiente de trevas,

³ <http://arqueologiaegipcia.com.br/2013/06/29/detalhe-da-criacao-do-cosmo-no-sarcopago-de-butehamon/>

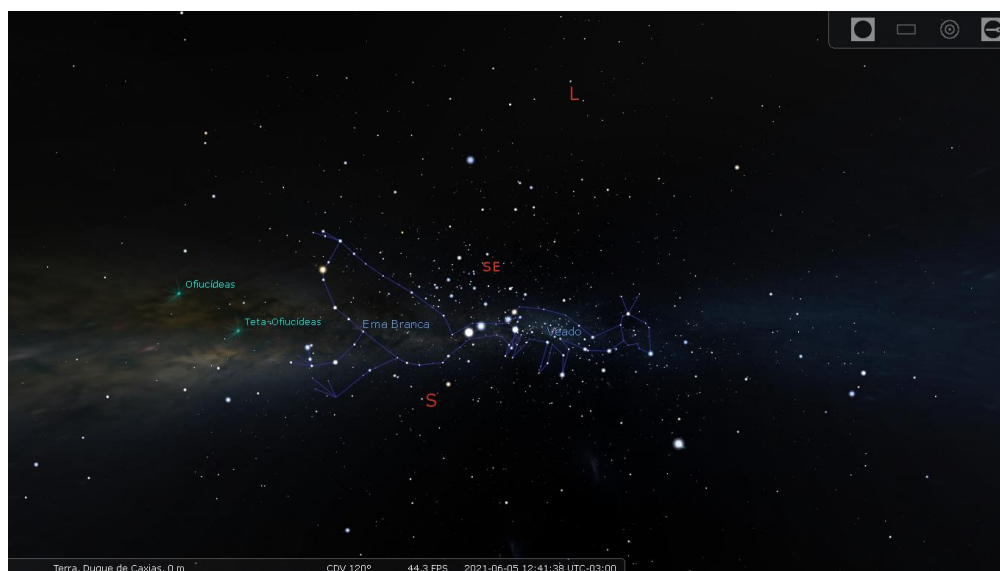
vazio e sem nada. Ele, então resolveu criar Gaia (a Mãe Terra), Eros (o amor), Nyx (a noite) e o Tártaro (profundezas da terra).

INDÍGENAS BRASILEIROS

Esses povos criavam explicações místicas para situações sobre as quais não entendiam ou que se relacionavam com eventos cíclicos sazonais, fundamentais para a subsistência de suas comunidades, as constelações podiam representar figuras de heróis, ancestrais ou animais. Segundo Germano Bruno Afonso, físico e etnoastrônomo do Museu da Amazônia, os indígenas brasileiros

davam maior importância às constelações localizadas na Via Láctea, que podiam ser constituídas de estrelas individuais e de nebulosas, principalmente as escuras. A Via Láctea é chamada de Caminho da Anta (Tapi'i rapé, em guarani) pela maioria das etnias dos índios brasileiros, devido principalmente às constelações representando uma Anta (Tapi'i, em guarani) que nela se localizam. (Afonso, p.1)

CONSTELAÇÕES REPRESENTANDO A ANTA⁴



Fonte: Arquivo das autoras

⁴ Imagens obtidas através do aplicativo Stelarium, no modo de visualização Tupi-Guarani

Na leitura astronômica de grande parte dos grupos indígenas brasileiros, cada elemento tem a sua representação, sendo o céu, o mais importante deles. A abóbada celestial é Tupã, o criador dos céus, da terra, dos mares, do mundo animal e vegetal.

Uma lenda indígena nheengatu, da Amazônia, assim conta a origem do mundo...

No princípio, contam, havia só água, céu. Tudo era vazio, tudo noite grande. Um dia, contam, Tupana desceu de cima no meio de vento grande, quando já queria encostar na água saiu do fundo uma terra pequena, pisou nela.

Nesse momento Sol apareceu no tronco do céu, Tupana olhou para ele. Quando Sol chegou no meio do céu seu calor rachou a pele de Tupana, a pele de Tupana começou logo a escorregar pelas pernas dele abaixo. Quando Sol ia desaparecer para o outro lado do céu a pele de Tupana caiu do corpo dele, estendeu-se por cima da água para já ficar terra grande. No outro Sol [no dia seguinte já havia terra, ainda não havia gente. Quando Sol chegou no meio do céu Tupana pegou em uma mão cheia de terra, amassou-a bem, depois fez uma figura de gente, soprou-lhe no nariz, deixou no chão. Essa figura de gente começou a engatinhar, não comia, não chorava, rolava à toa pelo chão. Ela foi crescendo, ficou grande como Tupana, ainda não sabia falar. Tupana, ao vê-lo já grande, soprou fumaça dentro da boca dele, então começou já querendo falar. No outro dia Tupana soprou também na boca dele, então, contam, ele falou. Ele falou assim:

- Como tudo é bonito para mim! Aqui está água com que hei de esfriar minha sede. Ali está fogo do céu com que hei de aquecer meu corpo quando ele estiver frio. Eu hei de brincar com água, hei de correr por cima da terra; como o fogo do céu está no alto, hei de falar com ele aqui de baixo.

FONTE: <http://www.ghhc.usp.br/Universo/cap01.html>

Assim como os indígenas brasileiros, em diferentes tempos e em diversas civilizações, a leitura celeste foi utilizada como instrumento de orientação e contribuiu para o aprimoramento de tecnologias. A revolução científica ocorrida no século XVII trouxe um novo olhar para a Astronomia, intensificando seu desenvolvimento como Ciência. A cada nova descoberta, novas hipóteses foram sendo elaboradas e contribuíram para o conhecimento de que dispomos hoje.

ASTRONOMIA – UMA BREVE LINHA DO TEMPO

<https://www.istockphoto.com/br/foto/chit-zen-itza-piramid-gm15225373615161149>



4000 a.C.: os povos da Mesopotâmia utilizavam os zigurates para realizar observações astronômicas;

750 a.C. - Os egípcios começam a utilizar o movimento do sol para contar o tempo. Surgem os primeiros relógios de Sol.



<https://www.istockphoto.com/br/foto/re%C3%B3gio-solar-rocha-gm1214671804353496573>

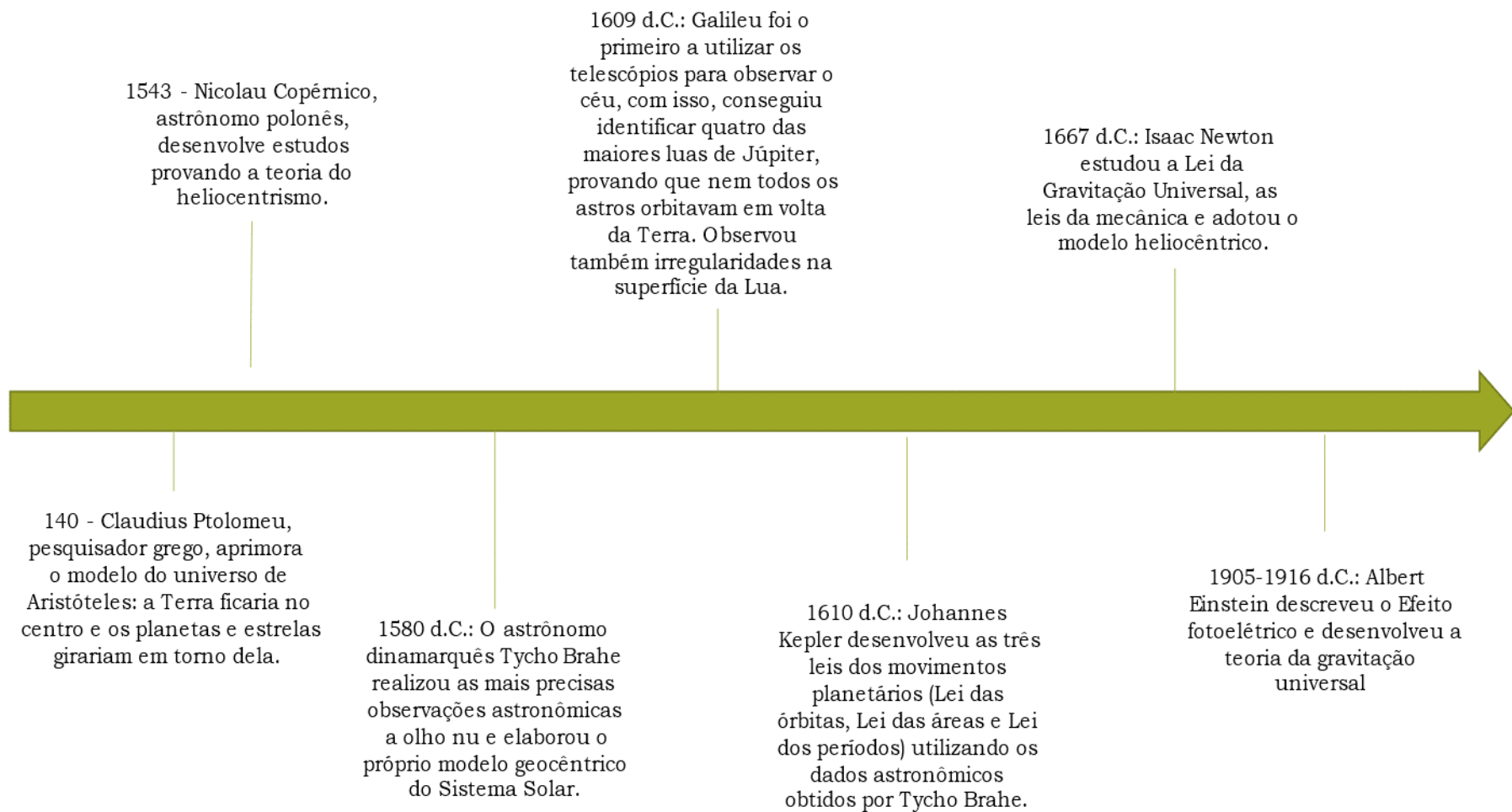
240 a.C. - O grego Eratóstenes faz o primeiro cálculo da circunferência do planeta Terra e chega a conclusão que esta distância é de 39.690 km.

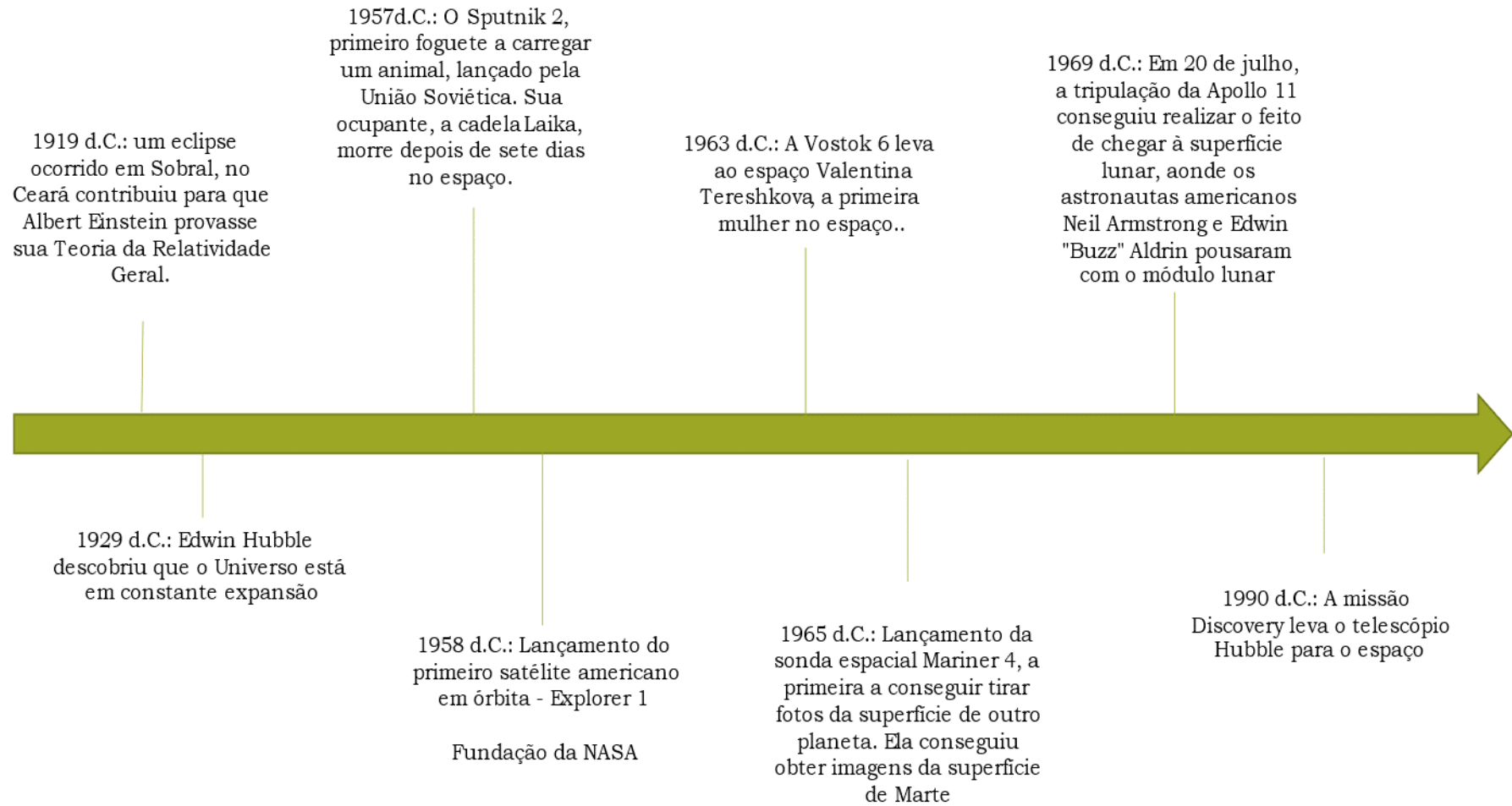
600 a.C. - O pesquisador grego Tales de Mileto calcula e consegue prever a chegada de um eclipse.

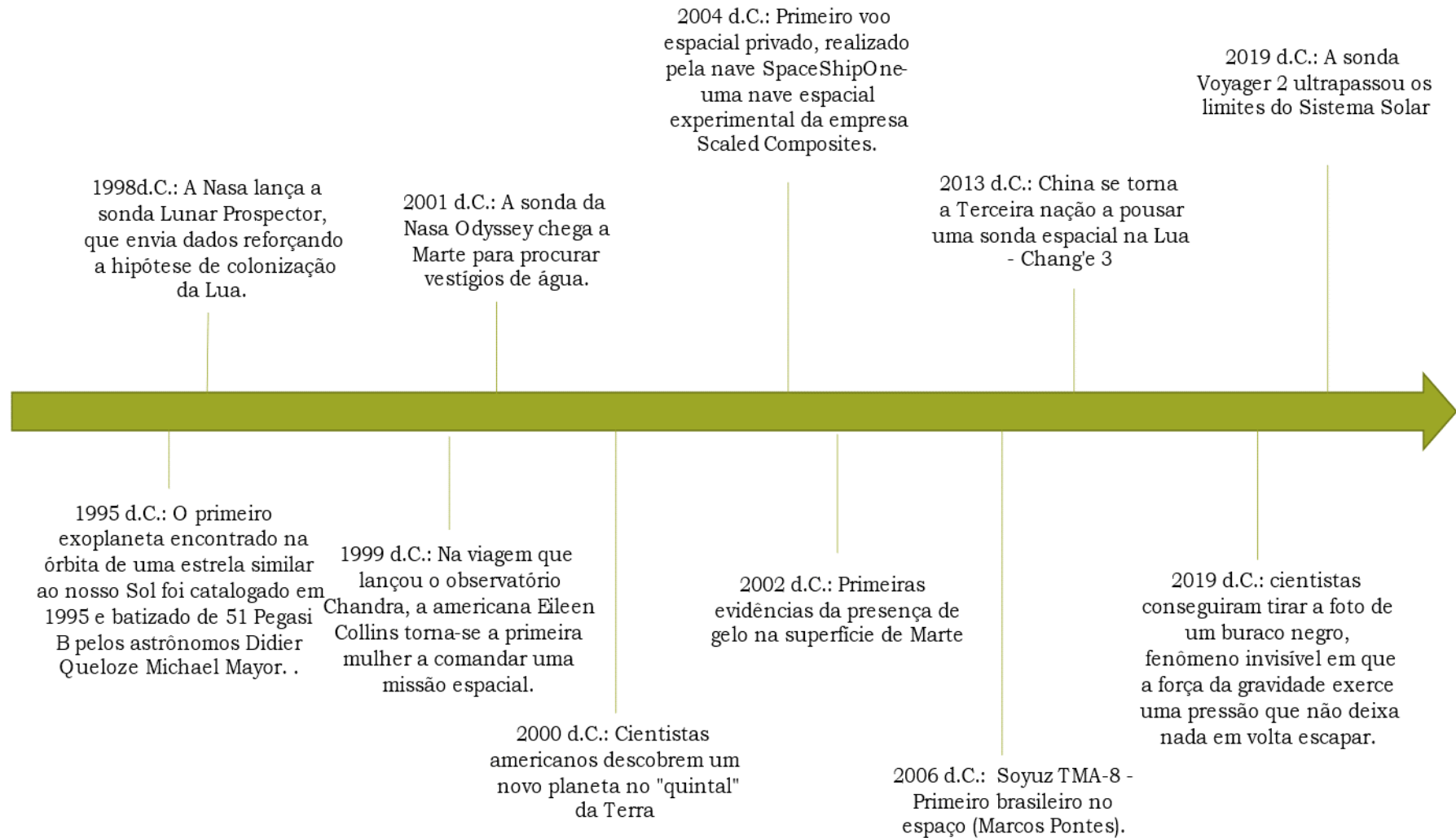


[Esta Foto de Autor Desconhecido está licenciado em CC BY-NC](#)

350 a.C.: Aristóteles usou a sombra da Terra sobre a Lua, formada durante os eclipses, como argumento para justificar o formato esférico do planeta.





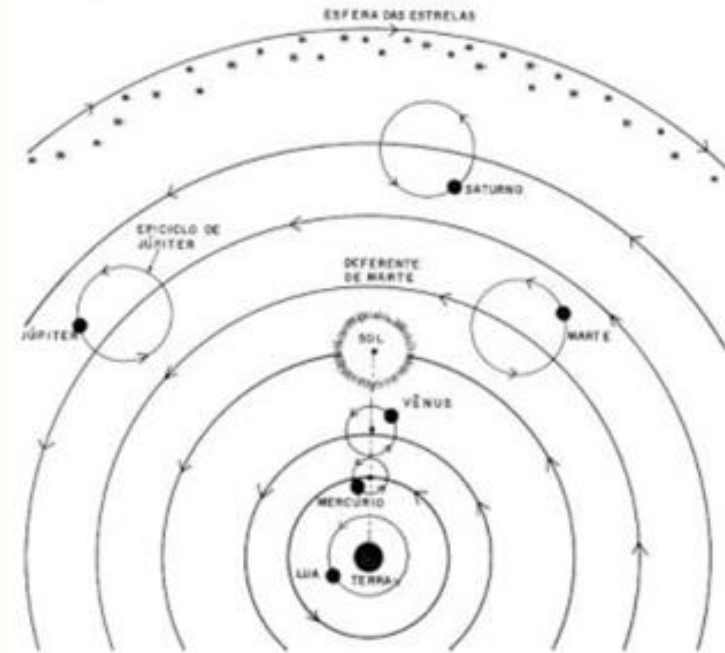


PTOLOMEU (85 d.C.-165 d.C.)

Imagem: Retrato de Claudius Ptolemaeus / Autor Desconhecido / Domínio Público



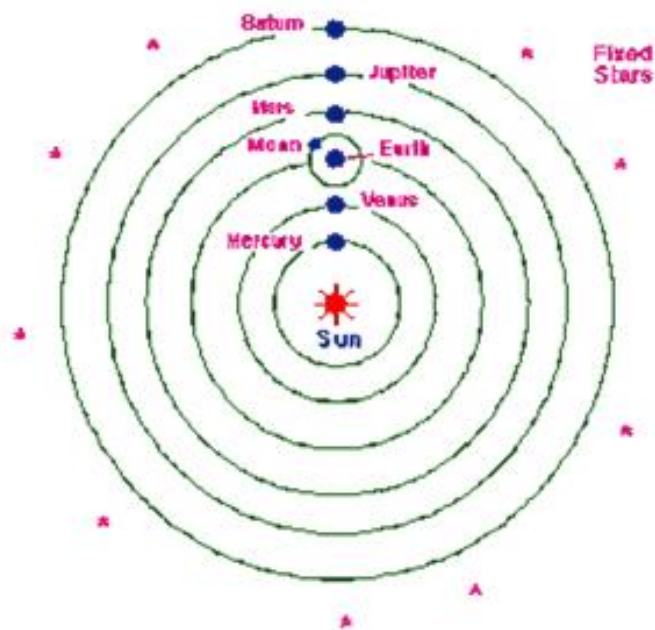
O astrônomo fez uma representação geocêntrica do Sistema Solar. Aprofundou o modelo de Aristóteles e formulou a Teoria Geocêntrica - modelo em que a Terra se localiza no centro do Universo, circundada pelo Sol e por outros planetas. Nesse modelo, as órbitas planetárias são círculos (chamados de epiciclos), que, por sua vez, movem-se em torno de outros círculos (chamados de deferentes).



Sistema geocêntrico de Ptolomeu.

Fonte: www.oba.org.br.





Sistema heliocêntrico de Copérnico. Fonte: www.ghic.usp.br.



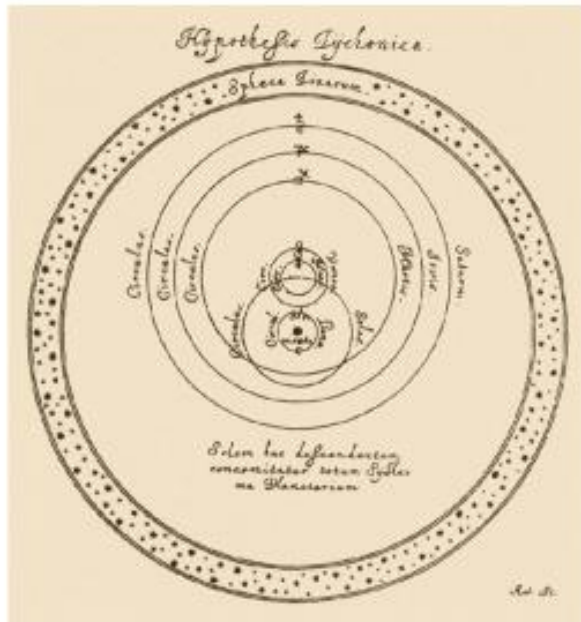
NICOLAU COPÉRNICO (1473 - 1543)



https://pt.wikipedia.org/wiki/Nicolau_Cop%C3%A9rnico#O_modelo_helioc%C3%A9ntrico

Copérnico afirmava que a Terra era um dos planetas que orbitavam ao redor do Sol e, após sucessivos cálculos matemáticos, concluiu que ela girava em torno de seu eixo todo dia. Em sua teoria, Copérnico colocou o Sol como centro das esferas celestiais.

Para compreender a importância de sua teoria, é preciso localizar o tempo histórico em que ela foi postulada pois, a proposição de que a Terra não estaria no centro do Universo criava uma subversão e um embate direto ao pensamento religioso da época.

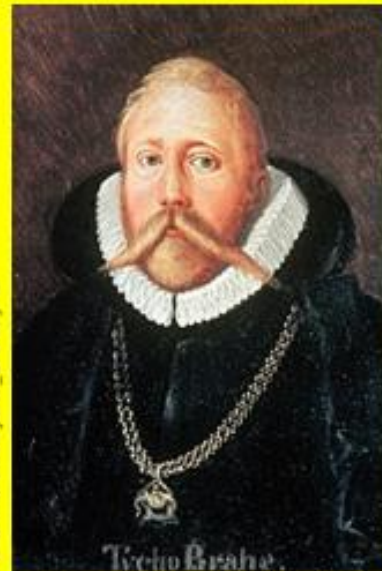


Sistema Tychoniano.

Fonte: <http://www.galilean-library.org/manuscript.php?postid=43821>



TYCHO BRAHE (1546 - 1601)



https://pt.wikipedia.org/wiki/Tycho_Brahe#/media/Ficheiro:Tycho_Brahe.jpg

Desenvolveu uma espécie de sistema híbrido entre os modelos Ptolomaico e Copernicano.

Nesse modelo, a Terra está imóvel no centro do Universo e em torno dela giravam a Lua, o Sol e as Estrelas. Ao redor do Sol, por sua vez, girariam os planetas Mercúrio, Júpiter e Saturno .



Luneta de Galileu.

Fonte: <https://www.nasa.gov/feature/410-years-ago-galileo-discovers-jupiter-s-moons>.

GALILEU GALILEI (1564-1642)

https://pt.wikipedia.org/wiki/Galileu_Galilei#/media/Ficheiro:Justus_Sustermans_-_Portrait_of_Galileo_Galilei_1636.jpg



Os sistemas geocêntricos de Ptolomeu e Aristóteles eram dominantes na filosofia e na Igreja. O modelo de Copérnico, apesar de já existente na época, era pouco conhecido. Nesse contexto, Galileu Galilei provocou uma verdadeira revolução na ciência ao direcionar seu telescópio para o céu, observar os satélites de Jupiter e constatar que os astros não giravam ao redor da Terra.

Novas descobertas passaram a acontecer num ritmo acelerado: as crateras da Lua, as manchas solares e as fases da Lua e de Vénus.



JOHANNES KEPLER (1571-1630)



A partir das observações de Tycho Brahe, desenvolveu as três leis da mecânica celeste (Lei das Órbitas, Lei das Áreas e Lei dos Períodos), rompendo com o paradigma geocêntrico.

Lei das Órbitas

Define que o movimento do planeta em torno do Sol não descreve uma circunferência, mas uma elipse.

Lei das Áreas

Postula que os planetas, dependendo da distância a que estão do Sol, se movem com velocidades diferentes

Lei dos Períodos

Indica uma relação entre a distância do planeta e o período de translação (tempo que ele demora para completar uma revolução em torno do Sol). Sendo assim, quanto mais distante estiver do Sol mais tempo levará para completar sua volta em torno desta estrela.



ISAAC NEWTON (1643-1727)

O matemático formulou as **leis do movimento** e da **gravitação universal**.

Newton usou sua descrição matemática da gravidade para provar as leis de movimento de Kepler e outros fenômenos; demonstrou que o movimento dos objetos na Terra e nos corpos celestes poderia ser explicado pelos mesmos princípios, além disso, suas observações comprovaram que o Sistema Solar é heliocêntrico.



[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sir_Isaac_Newton_\(1643-1727\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sir_Isaac_Newton_(1643-1727).jpg)

Leis de Newton

As leis de Newton fundamentam a base da Mecânica Clássica. São um conjunto de três leis capazes de explicar a dinâmica que envolve o movimento dos corpos.

- **Lei da Inércia**
- **Lei da Superposição de Forças**
- **Lei da Ação e Reação**



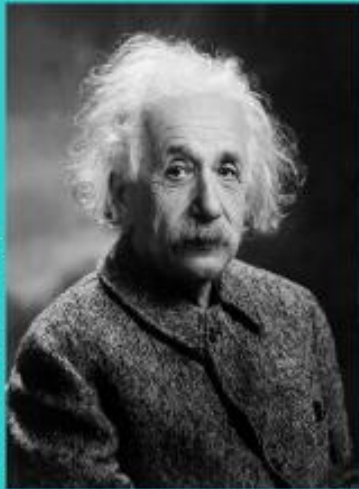


GRAVIDADE

A gravidade age sobre a massa de um corpo, portanto, quanto maior a massa de um objeto, maior é a gravidade sobre ele.

Lei da Gravitação Universal - todas as partículas de matéria atraem umas às outras.

ALBERT EINSTEIN (1879-1955)



https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d3/Albert_Einstein_Head.jpg

Albert Einstein foi um dos maiores físicos da história.

Suas contribuições foram inúmeras, possibilitando aplicações tecnológicas. Destacam-se dentre elas:

A **Teoria da Relatividade Geral** que possibilitou a criação dos GPS - Sistema de Posicionamento Global.

Os estudos sobre **efeitos fotoelétricos**, que foram aplicados na tecnologia dos painéis solares.



Eclipse de Sobral

FOTO F. W. DYSON, A. S. EDDINGTON, AND C. DAVIDSON/WIKIMEDIA COMMONS



Painéis solares

Fonte: <http://br.freepik.com/fotos-vetores-gratis/energia-solar>.





Telescópio Hubble.

Fonte: <https://www.tudoocelular.com/tech/noticias/n125008/telescopio-hubble-fotos-mapa-formacao-estrelas.html>



EDWIN HUBBLE (1899 - 1953)



<https://www.khanacademy.org/humanities/big-history-project/big-bang/how-did-big-bang-change/a/edwin-hubble>

Hubble determinou que o universo estava se expandindo, um cálculo que mais tarde ficou conhecido como lei de Hubble. Suas observações de várias galáxias levaram a criação de um sistema padrão de classificação usado até hoje. Um dos telescópios espaciais mais famosos do mundo leva seu nome, o Telescópio Espacial Hubble, apontado para o céu com o objetivo de estudar o universo.

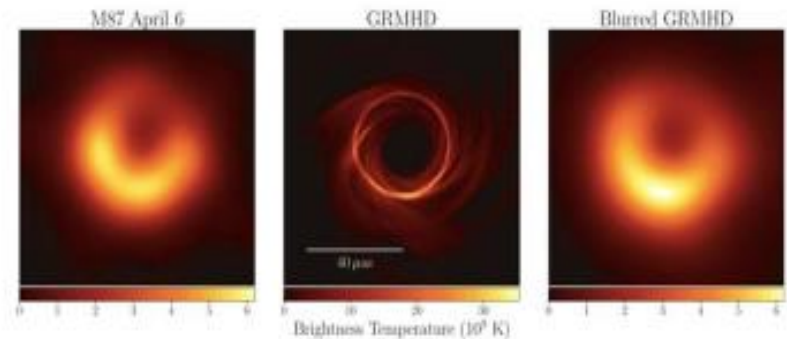
STEPHEN HAWKING (1942 - 2018)



https://pt.wikipedia.org/wiki/Stephen_Hawking

Hawking foi um físico contemporâneo e seus estudos estão associados a união entre a teoria geral da relatividade e a mecânica quântica; da mesma forma teorizou sobre buracos negros.

Entretanto sua teoria sobre a existência dos buracos negros só pode ser comprovada em 2019, quando o telescópio Event Horizon obteve uma imagem direta de um buraco negro supermassivo escondido no centro da galáxia Messier 87.



Buraco Negro

À esquerda, a imagem real do buraco negro da M87. No centro, a simulação de como o buraco negro seria. À direita, a mesma simulação borrada digitalmente para corresponder à resolução do telescópio, mostrando que a imagem real do EHT saiu de acordo com o esperado

Imagem: Akiyama

Fonte: <https://canaltech.com.br/espaco/projeto-que-tirou-a-1a-foto-real-de-um-buraco-negro-cancela-observacoes-de-2020-162056/>

Instrumentos usados para a observação celeste

Ao longo da História diferentes instrumentos foram criados e aprimorados para investigar detalhadamente os objetos celestes. Apesar de ser um laboratório natural, os objetos físicos do estudo da Astronomia encontram-se além daquilo que o olho humano consegue ver, sendo muitos de seus fenômenos e processos físicos impossíveis de serem reproduzidos.

A Astronomia é uma ciência bastante visual, pautada na observação sistemática dos eventos que ocorrem no Universo, sendo a maior parte dessas informações obtidas através da radiação e de instrumentos ópticos que utilizam a luz emitida pelos corpos celestes para tentar identificar sua origem e composição. Em seu estudo, Martins (2018) faz um recorte sobre o tópico Luz, destacando sua importância nas descobertas de diferentes cientistas, assim como, a aplicação e influência desse conhecimento no cotidiano, na saúde e no meio ambiente.

Até o início do século XVII com o surgimento da luneta, as observações eram realizadas a olho nu. Dos instrumentos de observação dos movimentos celestes, talvez o mais antigo que tenhamos registro, seja o **Gnomon**, que consiste num dispositivo utilizado para marcar as horas do dia e medir direções, utilizando as posições do Sol e a sombra projetada para definir os pontos cardeais. Ele é constituído, em sua forma básica, de uma haste vertical fincada numa superfície plana, lisa e horizontal.



https://www.if.ufrgs.br/~riffel/notas_aula/ensino_astro/roteiros/Roteiro_Relgiosolar_Gnomon.htm

Na perspectiva de equipamentos mais antigos, sem uso de lentes, encontramos ainda o **Astrolábio**, o **Sextante** e o **Quadrante Mural**. Instrumentos muito importantes que contribuíram para o sucesso nas navegações e que foram aprimorados tornando-se bastante precisos.



Astrolábio



Sextante



Quadrante Mural



Para saber mais...

<https://www.todamateria.com.br/astrolabio/>

<https://aventurasnahistoria.uol.com.br/noticias/acervo/sextante-gps-seculo-18-678327.phtml>

<http://www.astro.mat.uc.pt/novo/observatorio/site/museu/T1148qua.htm>

A partir de 1609, com a construção da **luneta** por Galileu Galilei, o homem passou a ver o céu de forma mais próxima. A luneta, também chamada de telescópio refrator, é formada por uma lente convergente, que capta a luz e uma lente ocular, que serve para ampliar a imagem.

Segue um passo-a-passo para você construir sua própria luneta:



Materiais necessários:

- 2 tubos de papelão de diâmetros diferentes
- 2 lupas de tamanhos diferentes
- Régua
- Cola
- Tesoura
- Fita adesiva
- Papéis coloridos e enfeites

Como fazer:

- 1° Apoie as lupas numa superfície plana;
- 2° Sobre as lupas, centralize os tubos – a lupa maior com o tubo mais largo e a lupa menor com o tubo de diâmetro mais estreito;
- 3° Fixe as lupas aos tubos, usando fita adesiva e papel colorido;

1° e 2°
Passos



3° Passo

4° Os tubos precisam ser de tamanhos diferentes para que um possa deslizar por dentro do outro;

5° Encape, separadamente, os tubos com o papel de sua preferência e os decore.



4° e 5° Passos



6° Encaixe o 1° tubo no 2°.



Seu telescópio caseiro está pronto!

Você pode usar para ver coisas distantes. Embora seja difícil ver as estrelas, ele é realmente bom para ver a Lua.

IMPORTANTE!

Não o direcione para o Sol!!!

Fonte: <http://infantil.minasfazciencia.com.br/2017/03/14/aprenda-a-fazer-um-telescopio-caseiro/>

No início do século XVII, Newton propôs uma modificação no instrumento: substituiu a lente coletora por um espelho côncavo; desta forma, a luz que incide no telescópio é refletida pelo espelho primário, que

atinge o espelho secundário e este, desvia a luz para um orifício no telescópio, onde é gerada a imagem.



Telescópios. Rama (CC BY-SA 2.0) e Playball21 (domínio público).
Disponíveis em Wikimedia commons.

A energia transmitida pelos diferentes astros também pode ser verificada através de ondas de rádio. A partir desse conhecimento, foram construídos os **radiotelescópios**, que captam as ondas nesta faixa do espectro eletromagnético, através de antenas coletoras.



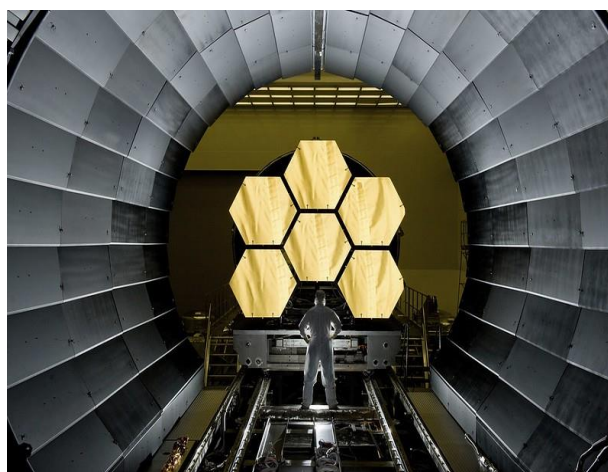
Rádiotelescópios

Disponíveis em Wikimedia commons.

Na medida em que o conhecimento avança, há a necessidade de ver mais longe e melhorar as imagens obtidas. Contudo, os telescópios baseados em solo terrestre sofrem influência da atmosfera. Visando a eliminar essas distorções são instalados **telescópios espaciais** em satélites artificiais na órbita da Terra, diminuindo a interferência e favorecendo a visibilidade.



Telescópio Hubble
Disponível em Wikimedia commons.



O telescópio James Webb, da Nasa, promete ser o maior e mais tecnológico do mundo

Foto: Divulgação/Nasa

Atualmente, há uma série de *softwares* e aplicativos que possibilitam a observação celeste, facilitando as simulações e a identificação de astros.

CARTA CELESTE



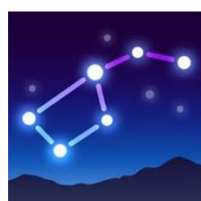
STAR CHART AR



SKY MAP



STAR WALK 2



STELLARIUM



Referências

AFONSO, Germano Bruno. As constelações indígenas brasileiras. **Telescópios na Escola, Rio de Janeiro**, p. 1-11, 2013.

CORRÊA, I. C. S. **História da Astronomia**. Museu de Topografia Prof. Laureano Ibrahim Chaffe. Disponível em: http://www.ciencias.seed.pr.gov.br/arquivos/File/Astronomia/Historia_da_Astronomia.pdf

FORÇA, Ana Claudia et al. **A evolução dos instrumentos de observação astronômica e o contexto histórico-científico**. Anais do XVII Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2007.

<https://brasilecola.uol.com.br/fisica/historia-astronomia.htm>

https://pt.wikipedia.org/wiki/Nicolau_Cop%C3%A9rnico#O_modelo_helioc%C3%AAntrico

<http://www.galilean-library.org/manuscript.php?postid=43821>

https://pt.wikipedia.org/wiki/Tycho_Brahe#/media/Ficheiro:Tycho_Brahe.JPG

<https://www.nasa.gov/feature/410-years-ago-galileo-discovers-jupiter-s-moons>

https://pt.wikipedia.org/wiki/Galileu_Galilei#/media/Ficheiro:Justus_Sustermans_-_Portrait_of_Galileo_Galilei,_1636.jpg

https://pt.wikipedia.org/wiki/Johannes_Kepler

<https://beduka.com/blog/materias/fisica/o-que-e-gravidade/>

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d3/Albert_Einstein_Head.jpg

<http://br.freepik.com/fotos-vetores-gratis/energia-solar>

<https://www.tudocelular.com/tech/noticias/n125008/telescopio-hubble-fotos-mapa-formacao-estrelas.html>

<https://www.khanacademy.org/humanities/big-history-project/big-bang/how-did-big-bang-change/a/edwin-hubble>

https://pt.wikipedia.org/wiki/Stephen_Hawking

<https://canaltech.com.br/espaco/projeto-que-tirou-a-1a-foto-real-de-um-buraco-negro-cancela-observacoes-de-2020-162056>

MARTINS, Ana Paula Barbosa. **A Luz, sua História e algumas aplicações na**

Tecnologia: uma abordagem para o segundo segmento do Ensino Fundamental. 2018. 124 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Educação Básica) – Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira – CAP-UERJ, Rio de Janeiro, 2018.

PICAZZIO, Enos. **O céu que nos envolve: introdução à astronomia para educadores e iniciantes.** São Paulo: Odysseus, 2011.

www.oba.org.br.

www.ghtc.usp.br



Módulo 3

Origem do Universo

- Big Bang
- Expansão do Universo
- Galáxias
 - Via Láctea
- Nebulosas

ASTRONOMIA: O CÉU NÃO É O LIMITE!

CURSO DE ATUALIZAÇÃO PARA PROFESSORES DO ENSINO FUNDAMENTAL

ISBN: 978-65-00-35230-6

Origem do Universo – evolução estelar, constelações e galáxias



<http://www.comciencia.br/comciencia/handler.php?section=/&print=true>

A história das descobertas astronômicas é a história da humanidade descobrindo que não é o centro do Universo, mas parte de um complexo sistema. Mas, o que é o Universo? Segundo os cientistas, o Universo é tudo o que existe: Espaço, Matéria, Energia e Tempo. E esse “tudo” surgiu num único evento, chamado **Big Bang**.

A teoria do Big Bang é a explicação cosmológica mais aceita para o surgimento do Universo, entretanto ao contrário do que o nome sugere, não se trataria de uma grande explosão. O nome teria sido criado, com intuito de depreciar a teoria, pelo astrônomo inglês Fred Hoyle durante uma transmissão de rádio em 1949, ao tentar destacar a diferença entre dois modelos que explicam o surgimento do Universo.

Relatos contam que Hoyle, que apoiava o modelo cosmológico alternativo do *estado estacionário* e defendia que a expansão do Universo se produz na constituição de nova matéria. Segundo esse modelo, as galáxias se afastam umas das outras, formando novas galáxias nos intervalos e, a partir de nova matéria, em formação contínua.

As duas teorias principais que discutem o surgimento do Universo, compreendem dois significados diferentes:

- O primeiro está baseado em aspectos observacionais, na teoria da Relatividade Geral, proposta por Einstein - afirma que os efeitos da gravidade dão origem a distorções e deformações do que tem sido chamado de espaço-tempo, e nas interações entre as partículas subatômicas, explicadas pelas teorias quânticas modernas.
- No segundo, o processo de surgimento do Universo é explicado pela inflação e expansão de um ponto mínimo, chamado singularidade ou **átomo primordial**, com densidade e temperatura infinitamente altas.

Para saber mais...

Lemaître (1894-1966) postulou que toda a massa do Universo estava condensada num único ponto. Em 1933, ele deu a isso o nome de átomo primordial ou ovo cósmico, tendo sido o primeiro cientista a propor que a expansão do Universo estava realmente acelerando, o que foi confirmado observacionalmente na década de 1990 por meio de observações de supernovas muito distantes, com o Telescópio Espacial Hubble.

<https://www.todamateria.com.br/teoria-do-big-bang/>



Após o surgimento da teoria de Lemaître, as observações astronômicas de Edwin Hubble (1889-1953) mostraram que as galáxias estão se afastando

em todas as direções do espaço e em altas velocidades. Através dessas observações, calculou a distância entre as estrelas na Nebulosa de Andrômeda e entre a Via Láctea, além disso, se interessou pelo estudo do formato de outras galáxias, separando-as em espirais e elípticas.

Em 1965, os físicos Arno Penzias (1933) e Robert Wilson (1936) descobriram a **radiação cósmica de fundo**, fortalecendo a teoria do átomo primordial.

A radiação cósmica de fundo em micro-ondas é como se fosse um fóssil da luz, resultante de uma época em que o Universo era quente e denso, apenas 380 mil anos após o Big Bang.

Segundo os cientistas, o termo Big Bang tenta explicar a estrutura e porque há galáxias, estrelas e planetas em nosso Universo. Duas suposições principais a embasam:

a universalidade das leis da Física – as constantes do Universo não mudam e ele se organiza pelas mesmas leis físicas desde o seu surgimento;

o princípio cosmológico - o Universo é homogêneo (há distribuição uniforme de matéria, observada pelo mapeamento do céu) e isotrópico (ausência de direções privilegiadas; as propriedades do espaço são as mesmas em todas as direções).

Segundo os cientistas, tudo o que existe foi criado a partir de partículas fundamentais muito pequenas (*quark, glúon, elétron e fóton*), ainda não sendo possível explicar como essas partículas foram geradas. Nos primeiros segundos de vida do Universo, foram formados prótons e nêutrons, os componentes dos núcleos atômicos, gerados na combinação de partículas de quark.

Por meio da combinação de 1 próton e 1 elétron, o primeiro elemento químico, o Hidrogênio (H), surgiu. Nesse princípio de Universo, ainda muito quente, os núcleos de Hidrogênio se fundiram, formando o segundo elemento químico existente, o Hélio (He). **E qual a importância dessa informação?**

Praticamente toda a massa conhecida do nosso Universo foi formada logo após o Big Bang, essas partículas fundamentais se transformaram em todo o Hidrogênio e parte do Hélio que existe e esse processo deixou um rastro de energia detectável, proveniente de todas as direções do Universo: a radiação cósmica de fundo, que como dito anteriormente, só foi descoberta em 1965. Por volta dos 380 mil anos de idade, o Universo era tão denso que a luz não conseguia se propagar, era como uma névoa densa, que absorvia toda a luz.

Diferentes autores, explicam o surgimento do Universo, entretanto Salvador Nogueira⁵ descreve essa evolução de uma forma bastante didática e clara:

A famosa teoria do Big Bang, acredite se quiser, nada diz sobre o Big Bang em si. Ela é extremamente eficiente em explicar como o Universo evoluiu desde aquele momento singular até hoje, e extrapolações dela permitem imaginar como o Cosmos será daqui a muitos trilhões de anos, mas o chamado instante $t = 0$, aquele em que tudo começou, permanece firmemente postado além de nossa compreensão.

(...)Por exemplo, muito antes que um segundo tivesse decorrido desde o Big Bang, sabemos que o Cosmos provavelmente sofreu um aumento radical de tamanho, numa velocidade maior que a da luz! Esse processo de crescimento descontrolado e rápido é chamado de inflação, e foi graças a ele que o Universo não voltou a entrar em colapso logo no início, implodindo sobre si mesmo. Quando a gravidade se deu conta do que estava acontecendo, era tarde demais para reunir toda a matéria e energia no ponto em que ela estava originalmente – o Universo havia nascido.

Ainda assim, naquele momento o Cosmos estava muito quente, composto apenas pelas partículas mais simples. Eram os quarks – que hoje existem como componentes dos prótons e nêutrons –, os elétrons – velhos conhecidos –, e os fótons – partículas de luz. Àquela temperatura altíssima do início do Universo, eles não conseguiam combinar uns com os outros. A única coisa que ocorreu naquele momento foi aniquilação de matéria. Assim como surgiram logo de cara os quarks, surgiram também os chamados antiquarks – partículas com propriedades em tudo similares, mas com carga oposta. E para acompanhar os elétrons, surgiram os antielétrons, também chamados de pósitrons. Quando partículas idênticas de matéria e antimatéria se encontram, elas se destroem mutuamente, produzindo fótons (energia). Foi o que aconteceu naquele momento. As partículas estavam em altíssima temperatura, muito agitadas, e encontravam seu fim ao se chocar com suas antipartículas equivalentes.



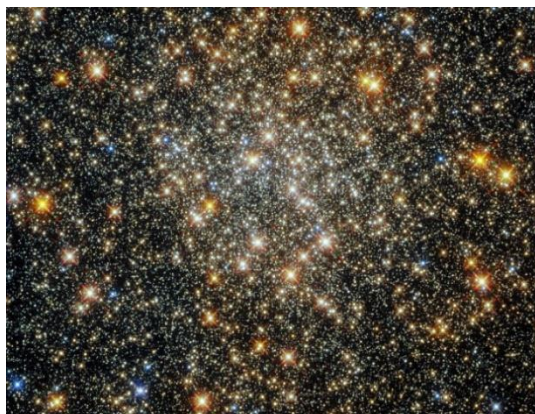
Ao final desse processo de aniquilação mútua, havia um mar imenso de fótons e umas poucas partículas de matéria que ficaram sem par – foi delas que o Universo tirou a matéria-prima para construir tudo que apareceu depois.

⁵ Coleção Explorando o ensino, v. 11

Note que tudo isso, a inflação e a aniquilação de matéria com antimatéria, aconteceu antes que decorresse o primeiro segundo. Muita ação e emoção para um Universo-bebê!

Até que o primeiro segundo chegou. Conforme a expansão continuava – agora não mais em ritmo inflacionário – a temperatura geral do Cosmos baixava. Estava em cerca de 10 bilhões de graus Celsius (aproximadamente mil vezes a temperatura no centro do Sol) quando os quarks remanescentes conseguiram começar a se juntar em prótons e nêutrons. E, durante cerca de três minutos, o Universo iniciou a fabricação de seus principais elementos químicos. Nessa fase, os prótons e nêutrons começaram a se grudar, formando núcleos atômicos. Esse processo, conhecido como fusão nuclear, fabricou muitos núcleos de hélio (compostos por dois prótons e um ou dois nêutrons) e alguns de lítio (com três prótons). Mas três minutos depois a expansão já havia diluído suficientemente o conteúdo do Cosmos para interromper o processo. Resultado: de todos os prótons recém-formados pelos quarks que sobraram da aniquilação, apenas 25% foram “reprocessados” pela fusão para formar hélio, mais uma quantidade residual de lítio. Uns 75% deles permaneceram intocados, compondo a principal matéria-prima do Universo em evolução, o hidrogênio. Trata-se do núcleo mais simples, composto por um único próton, com ou sem nêutron para acompanhá-lo.

Dali em diante, não muita coisa iria acontecer de imediato. O Cosmos continuaria esfriando, como um mar de elétrons, fótons e núcleos atômicos livres. A ação só iria voltar a intensificar dali a 300 mil anos. A temperatura global baixou até uns 3.000 graus, e a essa altura os elétrons já não estavam suficientemente agitados para fugir dos núcleos atômicos – surgiram os primeiros átomos estáveis, com prótons e nêutrons no núcleo e elétrons ao seu redor. Quando isso aconteceu, foi um ato de libertação para os fótons daquele mar primordial de partículas. fótons deixaram de perturbar os elétrons e passaram a circular livremente pelo Cosmos. Diz-se que o Universo se tornou “transparente”, e esses fótons primordiais são exatamente os que são detectados na radiação cósmica de fundo, na forma de micro-ondas.



ESA/Hubble and NASA, R. Cohen

se

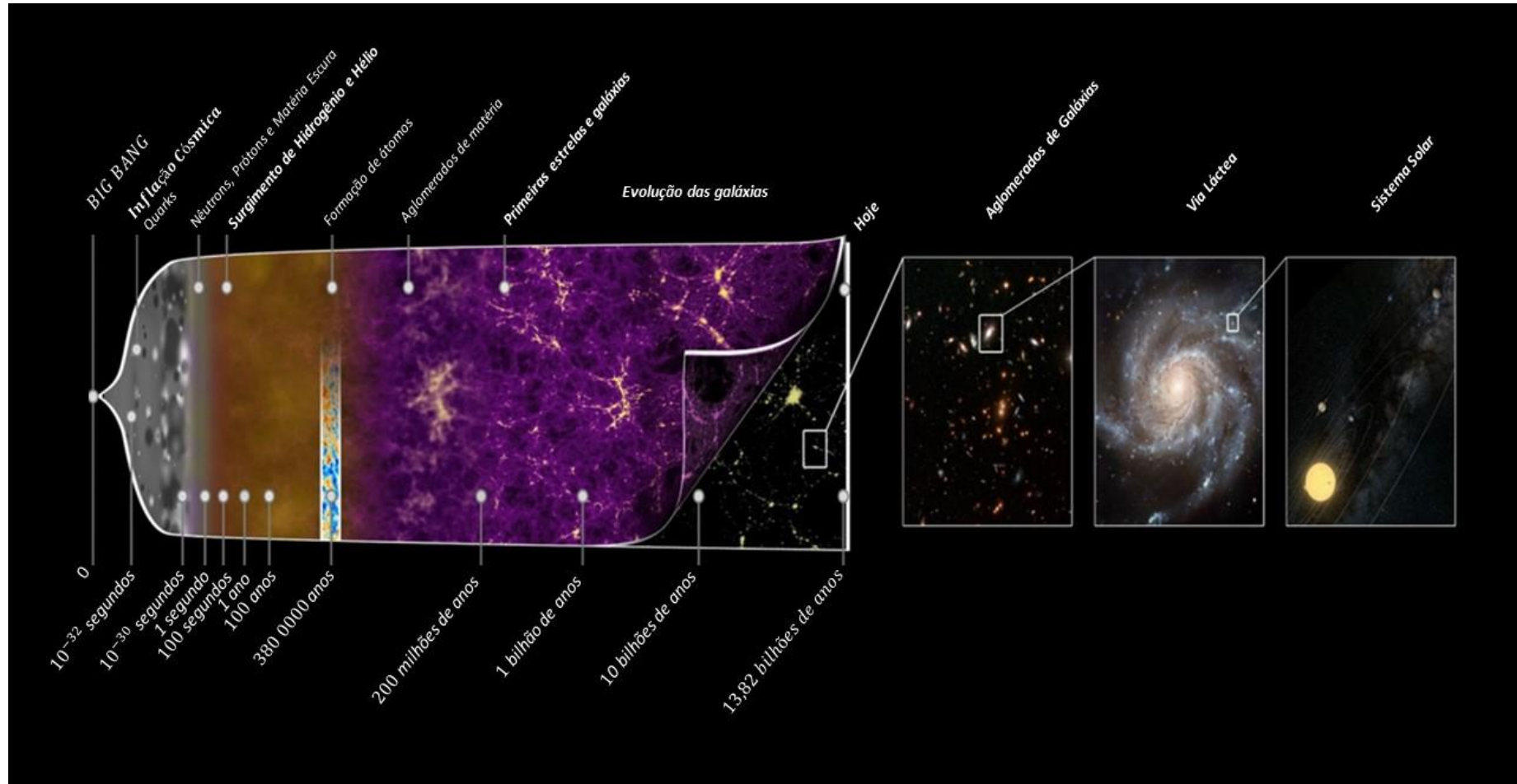
se

Os

Hoje, observações detalhadas dessas micro-ondas nos dão uma porção de informações sobre como tudo começou. Foi principalmente a partir delas que conseguimos estimar com muita precisão em que momento do passado aconteceu o Big Bang. Segundo as últimas observações, feitas com o satélite Wilkinson Microwave Anisotropy Probe (WMAP) [Sonda Wilkinson de Anisotropia de Micro-ondas], o Universo hoje tem cerca de 13,7 bilhões de anos. E o fato de que a radiação vem de todas as direções ajuda a esclarecer um engano muito comum – pensar que o Big Bang foi uma explosão no sentido convencional, de onde a matéria e a energia se espalharam por um espaço vazio previamente existente.

Um resumo de toda essa história de quase 14 bilhões de anos de nosso Universo, pode ser visualizado num mapa, publicado em 2013, pela NASA e elaborado a partir do estudo da luz mais antiga do nosso Universo, remontando a menos de 400.000 anos após o Big Bang.

A EXPANSÃO DO UNIVERSO



Fonte: https://www.nasa.gov/sites/default/files/images/736107main_pia16876b_full.jpg - adaptação das autoras

O infográfico apresenta um detalhamento da expansão do Universo, marcando o surgimento das galáxias e situando o Sistema Solar, na Via Láctea. Através da combinação de suas observações de medidas com as informações de outros cientistas sobre a velocidade com que as galáxias estão se afastando de nós, Hubble criou um gráfico de distância pela velocidade e constatou que o Universo está em expansão. Sendo essa, uma das mais importantes descobertas em Astronomia no século XX!

Uma outra forma bastante interessante de representar essa expansão do Universo é através da utilização de um modelo.

Expansão do Universo

Materiais: 2 bexigas, régua flexível e canetinha

Objetivo: Observar a expansão do Universo, através da confecção de um modelo.

1º Com a bexiga vazia, use a canetinha para fazer de 4 a 6 pontos em um lado. Faça a marcação aleatoriamente. Utilize símbolos para indicar cada ponto, pois cada um representará uma galáxia, sendo um destes, a Via Láctea.

2º Infle a bexiga até a metade, faça um círculo em um dos pontos mais afastados, para representar a Via Láctea. Usando a régua, meça as distâncias entre o ponto marcado como "Via Láctea" e as outras "galáxias". Anote essas medidas.

3º Encha a bexiga completamente, meça novamente as distâncias e anote os dados de comparação entre os diferentes pontos.

Ressaltamos que, esse modelo é uma estratégia metodológica que auxilia na compreensão de fenômenos que acontecem em escala maior, mas têm limitações; umas delas se refere ao fato de a bexiga ser bidimensional e o Universo, tridimensional. Além disso, devemos destacar que, por não podermos utilizar medidas de distância reais (anos-luz ou quilômetros) para calcular, utilizamos distâncias relativas.

Tudo aquilo que o homem ignora, não existe para ele. Por isso o Universo de cada um, se resume no tamanho de seu saber.

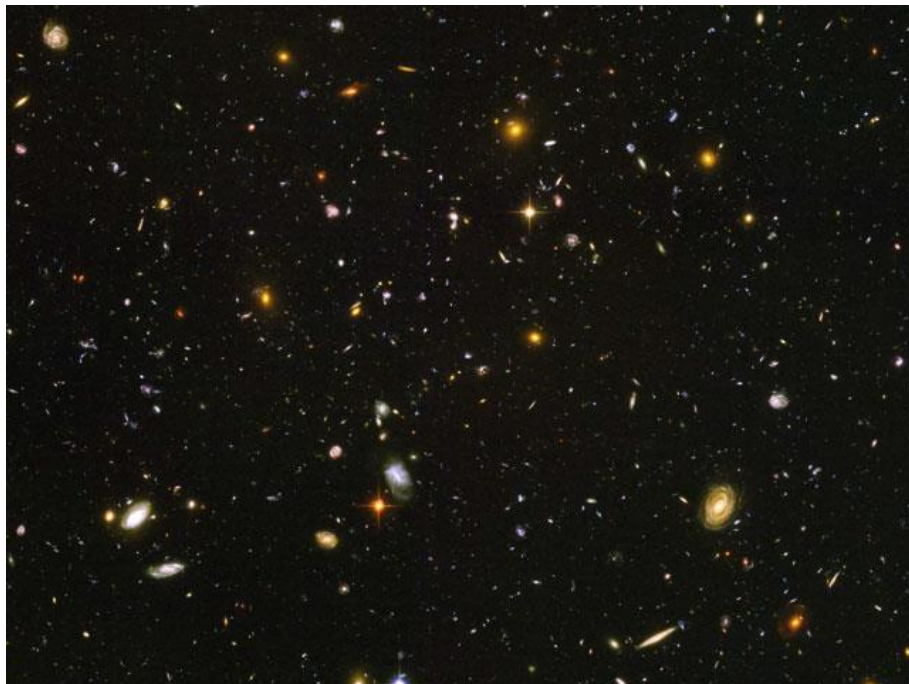
Albert Einstein (autoria não comprovada)

Não temos comprovação da autoria do pensamento acima, todavia, ele traz um pouco de filosofia ao falar do tamanho do Universo. Quanto mais os cientistas descobrem, mais avançam no conhecimento sobre Universo e percebem a infinidade de coisas que ainda desconhecemos.

A constante estabelecida por Hubble, demonstra que à medida que as estrelas e galáxias, se separam mais rapidamente, maior é a distância entre elas. Ou seja, de um observador em qualquer ponto da Terra, quanto mais longe uma galáxia está, mais rápido ela se afasta.

Calcular o tamanho do Universo, é um desafio para os cosmologistas pois dependendo do método utilizado - observar a velocidade com que as galáxias próximas se afastam ou o uso da radiação cósmica de fundo em micro-ondas - essas diferenças geram discrepâncias nas estimativas.

Em 2004, a NASA publicou a primeira imagem mais profunda do Universo, obtida em luz visível⁶: **O Campo Ultra Profundo do Hubble**.



Crédito: S. Beckwith & the HUDF Working Group (STScI), HST, ESA, NASA

⁶ Luz visível é um tipo de radiação eletromagnética.

Essa imagem apresenta uma pequena janela do passado cósmico, mostrando galáxias antigas que se formaram logo após a Idade das Trevas, por volta de 13 bilhões de anos atrás, quando o Universo tinha apenas 5% de sua idade atual. A minúscula parte do céu, vista através dessa foto, é de grande importância para o entendimento de como o Cosmos evolui, pois a partir da leitura de ondas e análises com outros equipamentos, estimou-se que há no Universo observável inteiro cerca de 2 trilhões de galáxias.

Além disso, em virtude das análises feitas a partir dessa imagem obtida pelo telescópio Hubble e das investigações posteriores, os cientistas confirmaram que as galáxias mais afastadas não apenas estão se distanciando mais depressa, como isso está ocorrendo de forma acelerada, devido a existência de uma força que contraria a gravidade e impele a expansão, chamada de “energia escura”.

Galáxias e nebulosas

- **Galáxias**

Durante o século XVIII diversos astrônomos registraram a existência de corpos extensos e difusos, dentre as estrelas, aos quais denominaram "nebulosas". Ao longo do século XIX foram sendo conhecidas muitas mais nebulosas, e já havia sido verificada a forma espiral de algumas delas. Contudo, somente ao final do século, as galáxias foram diferenciadas das nebulosas por apresentarem um espectro contínuo diferente.

Somente em 1923, Hubble obteve a evidência necessária, ao identificar uma **cefeida**⁷ na "nebulosa" de Andrômeda e que lhe permitiu estabelecer a distância dessa galáxia em relação a Terra, possibilitando considerar as "nebulosas espirais" como galáxias independentes.



Grande Nebulosa de Andrômeda, do livro “Uma Seleção de Fotografias de Estrelas, Aglomerados de Estrelas e Nebulosas” Isaac Roberts (1893)

⁷ Estrela jovem, gigante e brilhante que tem o seu brilho variado ao longo do tempo.

Galáxia de Andrômeda
Créditos: Robert Gendler (2005)



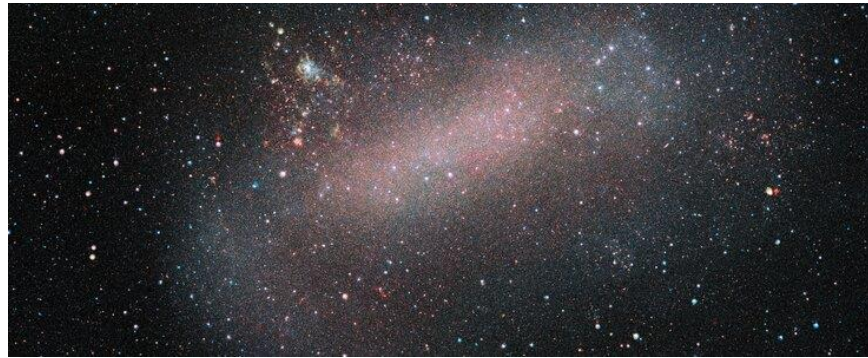
Por definição, galáxias são aglomerados que possuem centenas de milhares de estrelas, cada uma com os seus planetas, satélites e cometas, assim como gás e poeira, unidas pela força da gravidade. A forma de uma galáxia depende do comprimento de onda em que ela é observada – isso é particularmente importante para a interpretação de galáxias distantes. O esquema de classificação de galáxias usado até hoje, também foi criado por Hubble, na década de 1920. Ele as subdividiu em elípticas, irregulares e espirais.

Galáxias elípticas apresentam forma esférica ou elipsoidal devido a densidade de nuvens *protogalácticas* (matéria cósmica) e da baixa rotação da nuvem de gás primordial; variam muito de tamanho, desde supergigantes até anãs, têm pouco gás, pouca poeira cósmica e poucas estrelas jovens. Não há uma grande formação estelar, devido ao pouco gás e por isso, apresenta um tipo de população estelar velha que emite uma coloração amarelo avermelhado.



Galáxia elíptica M87
Crédito: Credit & Copyright: Canada-France-Hawaii Telescope, J.-C. Cuillandre (CFHT), Coelum

Galáxias irregulares são aquelas que não apresentam simetria circular ou rotacional, gerando uma estrutura caótica ou irregular. As galáxias irregulares também lembram as espirais no seu conteúdo estelar, que inclui estrelas jovens e velhas.



A grande nuvem de Magalhães

Crédito: Carlos Fairbairn

Galáxias espirais quando vistas frontalmente, apresentam formato espiralado, possuem núcleo, disco, halo e braços espirais. A população estelar típica dessas galáxias são estrelas jovens e antigas, em função disso, seu núcleo têm uma tonalidade mais laranja e os braços uma tonalidade mais azul. As galáxias espirais apresentam diferenças entre si, principalmente, quanto ao tamanho do núcleo e ao grau de desenvolvimento dos braços espirais.



Via Láctea

Crédito: NASA/ESA/Hubble Heritage Team/NASA

A Via Láctea pertence a um agrupamento de galáxias conhecido como Grupo Local, do qual o maior membro é a galáxia de Andrômeda (também conhecida como M31). Estão agrupadas em torno de um centro de gravidade comum, pela força da gravidade, ao longo de bilhões de anos. Pelos cálculos dos cientistas, a Via Láctea vai colidir com Andrômeda em mais ou menos 6 bilhões de anos, gerando uma nova galáxia maior.

Em nossa galáxia podemos observar três regiões distintas: um disco onde estrelas, poeira e gás estão distribuídos em faixas chamadas braços, o centro chamado de Núcleo e um envoltório chamado halo. O disco da Via Láctea tem diâmetro de 100 mil anos-luz e é povoado por estrelas, planetas, poeira e gás. O “*caminho leitoso*” que a nomeia e pode ser observado em um céu escuro são os braços espirais. O nosso Sistema Solar está por isso situado nas regiões exteriores desta Galáxia, bem dentro do disco em um braço espiral menor, chamado Braço Local ou Braço de Oriente.



https://www.nasa.gov/sites/default/files/images/736107main_pi_a16876b_full.jpg - adaptação das autoras

- **Nebulosas**

As nebulosas eram observadas desde os primórdios da Astronomia. São nuvens de poeira cósmica, plasma e gases ionizados (principalmente, Hidrogênio) interestelar que se localizam, na maioria das vezes, no interior das galáxias. Grande parte das nebulosas está em intensa atividade de

formação estelar que ocorre quando partes do material que constitui a nebulosa começam a se aglutinar, formando uma nuvem de gás densa. As nebulosas podem se formar dar explosão de estrelas, assim como, estrelas se formam pelo colapso de uma nebulosa. Desse modo, as principais cores presentes nas nebulosas são derivadas dos seus gases, o hidrogênio – rosa/vermelho, hélio - azul, e oxigênio – azul/verde.

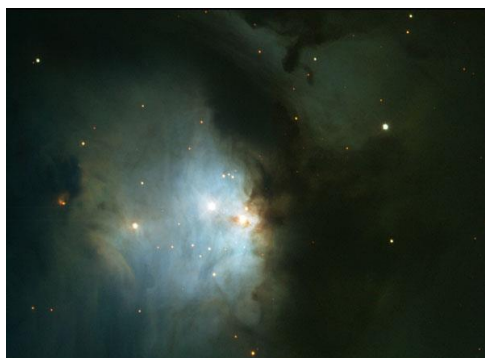
Há alguns tipos mais comuns de nebulosas:

Nebulosas de emissão - são o local de nascimento das estrelas. Estas são formadas quando nuvens moleculares muito difusas começam a colapsar sobre a sua própria gravidade fragmentando-se e formando centenas de novas estrelas; essas estrelas recém-formadas ionizam o gás em volta e produzem uma nebulosa de emissão, geralmente avermelhadas, devido ao hidrogênio presente na fusão.



Nebulosa da Roseta
Crédito: Jean Dean

Nebulosas de reflexão - são nuvens de gás que refletem a luz de estrelas vizinhas. Não são suficientemente quentes para provocar a ionização no gás da nebulosa, mas são brilhantes o suficiente para tornarem o gás visível. Geralmente, reflete tons azuis.



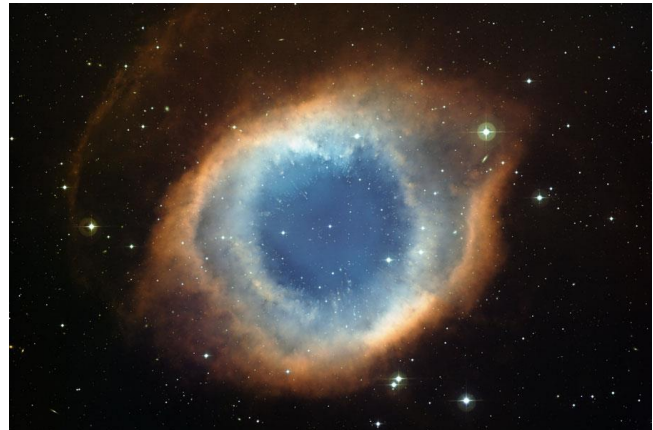
Nebulosa de Reflexão M78
Crédito: Sloan Digital Sky Survey Collaboration

Nebulosas escuras - são nuvens de gás e poeira que impedem quase completamente a luz de passar por elas, não emite luz visível, dificultando a visualização de estrelas presentes nela.



Nebulosa Cabeça de Cavalo
Crédito: John Chumack

Nebulosas planetárias - são causadas por material ejetado de uma estrela central, que pode ter explodido como uma supernova. Os cientistas acreditam que por distribuírem, no meio interestelar, os elementos produzidos dentro de uma estrela, as nebulosas planetárias contribuem para o enriquecimento das galáxias.



Nebulosa Helix
Crédito: WFI, MPG/ESO 2.2-m
Telescope, La Silla Obs., ESO

Referências

<https://www.todamateria.com.br/teoria-do-big-bang/>

<http://www.if.ufrgs.br/~fatima/ead/galaxias.htm>

<http://www.eso.org/public/brazil/news/eso1633/>

<https://apod.nasa.gov/apod/ap051222.html>

<https://neal.fun/size-of-space/>

<https://archive.org/details/selectionofphoto02robeuoft/page/n173/mode/2up>

LANGHI, Rodolfo. Astronomia nos anos iniciais do ensino fundamental: repensando a formação de professores / Rodolfo Langhi, 2009.

NASA <https://www.jpl.nasa.gov/images/the-story-of-our-universe>

NASE

<http://sac.csic.es/astrosecundaria/pt/cursos/formato/materiales/ppts/ListaPpts.php>

NOGUEIRA, Salvador. Astronomia: ensino fundamental e médio / Salvador Nogueira, João Batista Garcia Canalle. Brasília : MEC, SEB ; MCT ; AEB, 2009. 232 p. : il. – (Coleção Explorando o ensino ; v. 1)

Revista Superinteressante <https://super.abril.com.br/ciencia/mapa-3d-mostra-que-a-via-lactea-nao-tem-o-formato-que-se-imaginava/>

ROBERTS, Isaac (1893). A Selection of Photographs of Stars, Star-clusters and Nebulae. London: The Universal Press. p. 135. Disponível em <https://archive.org/details/selectionofphoto02robeuoft/page/n173/mode/2up>

ROCHA, Maria Goreti Silva. A astronomia no ensino da física. 2002.



Módulo 4

Sistema Solar – formação,
surgimento, principais astros

Planetas gasosos, planetas anões,
satélites, asteroides e anéis

Cometas e exoplanetas

ASTRONOMIA: O CÉU NÃO É O LIMITE!

CURSO DE ATUALIZAÇÃO PARA PROFESSORES DO ENSINO FUNDAMENTAL

ISBN: 978-65-00-35581-9

Nasce uma estrela...

No Universo existe uma infinita variedade de estrelas, entretanto quase todas exibem um padrão de evolução estelar, iniciado no colapso de nebulosas; geralmente esse evento ocorre em função da gravidade de estrelas próximas, das ondas de choques de uma explosão de supernova ou da rotação lenta e regular de uma galáxia espiral.

No interior das nebulosas, há uma concentração inicial de matéria que começa formar a **protoestrela**

um corpo de região central esférica, composto principalmente de gás hidrogênio

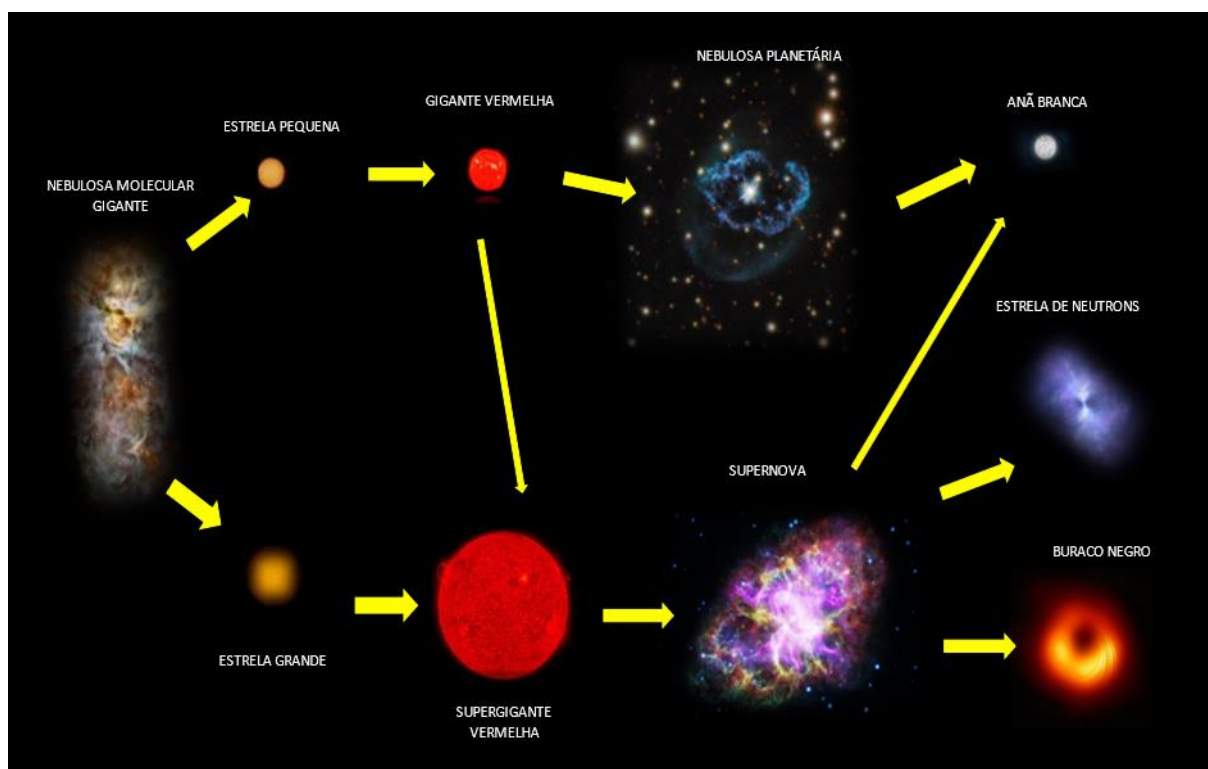
esse material se espirala cada vez mais rápido em direção ao centro, a medida em que também se aquece. Ao chegar ao núcleo, a matéria está tão quente que está no estado de plasma ionizado, a substância mais quente do universo. Esse “bolsão de gás”, extremamente quente tende a se expandir, mas não muito, porque a atração gravitacional de sua própria massa o mantém comprimido.

O principal combustível de uma estrela é o Hidrogênio; e depois que grande parte deste gás for utilizada, a parte externa da estrela se expande, a superfície esfria e ela assume uma coloração vermelha, sendo chamada nesse momento, de **gigante vermelha**. Em alguns casos, ocorre uma nova expansão da estrela e ela se transforma em uma **supergigante vermelha**.

Quando o combustível nuclear se esgota, a temperatura aumenta muito e ocasiona a contração dessa estrela. Em estrelas muito grandes, a quantidade de energia liberada rapidamente pode ser tão grande a ponto de fazê-la explodir num grande espetáculo, chamado de **supernova**. No caso de estrelas menores, elas podem se transformar em **nebulosas planetárias**.

Continuando o processo de evolução estelar, uma estrela na fase de supernova originada de uma gigante vermelha pode se transformar em uma **estrela de nêutrons** ou em um **buraco negro**. Em relação as nebulosas planetárias, estas podem se contrair, originando uma **anã branca**.

EVOLUÇÃO ESTELAR



Fonte: arquivo das autoras

Os astrônomos acreditam que o Sol tenha se formado de uma nebulosa planetária resultada da explosão da primeira geração de estrelas.

O Sol - a nossa estrela

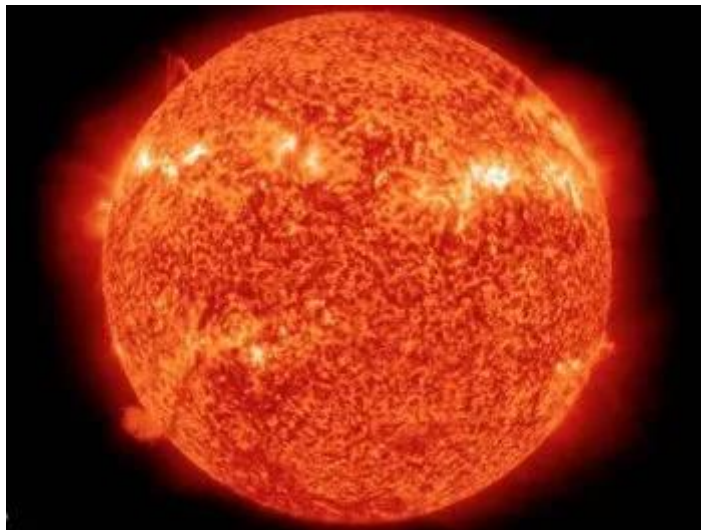
O Sol é a fonte de luz e vida na Terra, seu estudo nos auxilia a conhecer as outras estrelas mais distantes. Ele é uma enorme esfera de gás incandescente, em cujo núcleo acontece a geração de energia através de reações termonucleares.

A distância do Sol, chamada Unidade Astronômica, é medida por ondas de radar direcionadas a um planeta em uma posição favorável de sua órbita; o tamanho do Sol é obtido a partir de seu tamanho angular e da sua distância e a massa do Sol pode ser medida a partir do movimento orbital da Terra (ou de qualquer outro planeta).

A estrutura do Sol

As partes mais externas do Sol são divididas em **fotosfera**, **cromosfera** e **coroa solar** (ou coroa estelar).

A fotosfera de uma estrela é a região da superfície visível, onde o corpo deixa de ser transparente devido ao seu gás e passa a ser opaco à luz. A fotosfera solar, tem a aparência da superfície de um líquido em ebulição, cheia de bolhas, ou grânulos. As manchas solares são o fenômeno fotosférico mais notável, podem ser identificados por regiões irregulares que aparecem mais escuras do que a fotosfera circundante. Espículas, produzidas pelo campo magnético e energia mecânica na fotosfera, aquecem a cromosfera.



Fonte: <https://photojournal.jpl.nasa.gov/catalog/PIA21212>

A cromosfera é uma camada fina e rarefeita de plasma que envolve a fotosfera do Sol e normalmente não é visível, porque sua radiação é muito mais fraca do que a da fotosfera. Mas, pode ser observada durante os eclipses, quando a Lua esconde o disco da fotosfera. A cromosfera tem uma cor avermelhada, com uma densidade muito baixa, uma temperatura muito alta e pode ser observada com radiotelescópios. Nessa região são encontrados gases e campos magnéticos.

A cromosfera gradualmente se funde na coroa, a camada mais externa e mais rarefeita da atmosfera do Sol. A coroa também é melhor observada durante eclipses, pois apesar de ter um brilho equivalente ao da lua cheia, ela fica obscurecida quando a fotosfera é visível.



Eclipse solar mostrando a cromosfera e a coroa solar.

Foto: NASA.

O espectro da coroa mostra linhas muito brilhantes que são produzidas por átomos de ferro, níquel, neônio e cálcio altamente ionizados. Da coroa emana o vento solar, um fluxo contínuo de partículas emitidas da coroa que acarretam uma perda de massa por parte do Sol. O vento solar que atinge a Terra é capturado pelo campo magnético da Terra, formando o cinturão de Van Allen, na magnetosfera terrestre.

Este cinturão, descoberto pelo físico americano James Alfred Van Allen (1914-2006) em 1958, só permite que as partículas carregadas do vento solar entrem na atmosfera da Terra pelos polos, causando as auroras, fenômenos luminosos de excitação e des-excitação dos átomos de oxigênio e nitrogênio.



<https://pixnio.com/pt/paisagens/noite/aurora-boreal-astronomia-atmosfera-fenomeno-planeta-majestoso-ceu-noite>

Além das partículas do vento solar, existem grandes ejeções de massa associadas às proeminências, que quando atingem a Terra causam danos às redes elétricas e aos satélites. As ejeções coronais de massa quando atingem a Terra, têm milhões de quilômetros de extensão e podem causar:

- danos a satélites;
- erro no posicionamento de navios e aviões de vários quilômetros, causados por falhas na amplitude e fases nos sinais de satélites;
- danos às redes de energia elétrica, induzindo voltagens de milhares de volts e queimando transformadores;
- danos nas tubulações metálicas de gasodutos, devido a corrosão;
- incidência de radiação ionizante nas pessoas, principalmente em voos de alta altitude, como voos supersônicos e astronáuticos.

O Sistema Solar

O Sol, por concentrar quase a totalidade da massa do Sistema Solar (99,87%), exerce uma poderosa atração sobre os demais corpos, fazendo-os gravitar ao seu redor. Essa estrela e seus oito planetas: Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno, são os principais constituintes do Sistema Solar. Além deles, existem mais cinco planetas anões (Ceres, Plutão, Haumea, Makemake, Éris) e muitos outros astros, como satélites naturais, asteroides, meteoros, meteoroides e cometas.

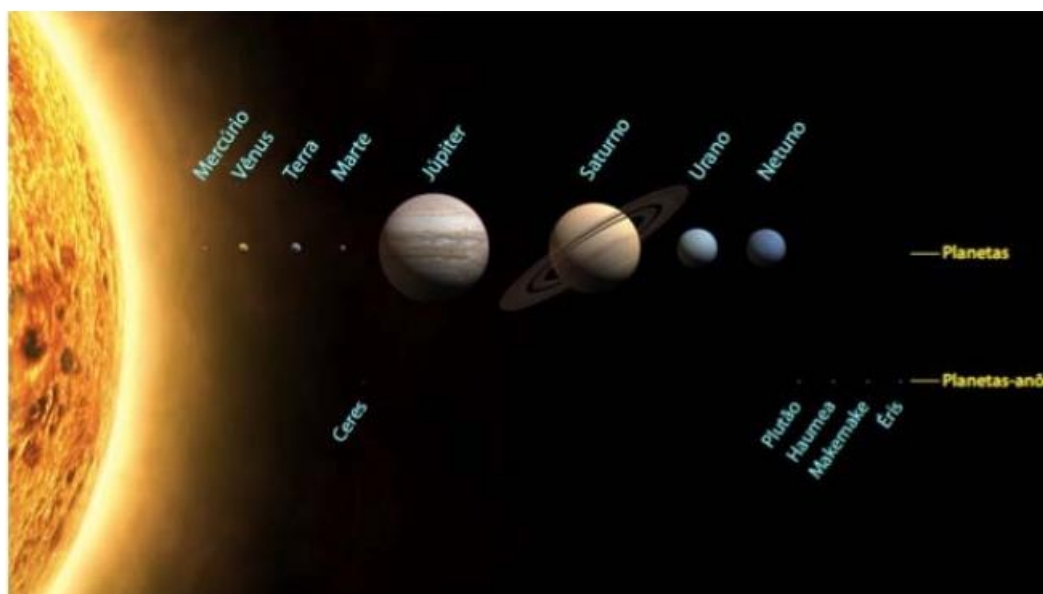
A massa dos planetas é determinada aplicando-se a terceira lei de Kepler, com base no movimento de seus satélites. No caso de Mercúrio e Vênus (que não têm satélites), a massa é determinada pela análise de perturbações gravitacionais que esses planetas exercem no movimento de outros planetas, asteroides ou cometas.

Planetas

A palavra planeta é de origem grega e significa astro errante. Os planetas são astros sem luz nem calor próprio.

Mercúrio, Vênus, Terra e Marte são os planetas com densidade maior, formando a classe dos planetas rochosos, pois são constituídos de rochas (silicatos e óxidos) e metais, como níquel e ferro.

Júpiter, Saturno, Urano e Netuno têm baixa densidade e são classificados como planetas gasosos, pois seus principais constituintes são substâncias livres: hidrogênio e hélio gasoso, gelo de água, metano, dióxido de carbono e amônia.



Representação em escala dos tamanhos relativos dos planetas, planetas anões e o Sol.

Créditos: União Astronômica Internacional, NASA, APOD 28 de agosto de 2006 e Prof. Gastão B. Lima Neto (IAG/USP).

Satélites e anéis

Fazem parte do meio interplanetário os satélites que orbitam ao redor dos planetas e os anéis que os planetas gasosos possuem. Sendo assim, o termo satélite natural poderia se referir a planetas anões orbitando a uma estrela, ou até uma galáxia anã orbitando uma galáxia maior. Um satélite natural é um corpo celeste que orbita em torno de um planeta ou outro corpo maior, no caso da Terra, nosso satélite natural é a Lua.

Cometas

A parte sólida de um cometa, o núcleo, constitui-se de gelo com impurezas, tem forma irregular e mede vários quilômetros. Seu principal

componente é a água, formando hidratos de várias substâncias: metano, amônia, dióxido de carbono etc.

Asteroides

O significado da palavra Asteroide está relacionado a “objeto com aparência estelar”. Por se encontrarem relativamente próximos, os asteroides apresentam movimento próprio. Um asteroide é definido pelos astrônomos como um pequeno pedaço de rocha orbitando o sol. Em geral, eles estão no cinturão de asteroides, entre Marte e Júpiter, mas podem ser achados em outras regiões do Sistema Solar.

Meteoros e Meteoritos

Quando asteroides colidem uns com os outros, alguns pedaços deles se soltam, formando o que os cientistas chamam de meteoroides. Ao entrarem na atmosfera terrestre, essas rochas são incendiadas pelo atrito com o ar e se tornam **meteoros**, rastros luminosos que conseguimos ver no céu, também conhecidos como estrelas cadentes. A maioria dos meteoros é pequena e se desintegra ao entrar em contato com a atmosfera. Alguns, no entanto, sobrevivem ao impacto e caem em algum lugar do nosso planeta, essas pedras ganham o nome de **meteorito**.

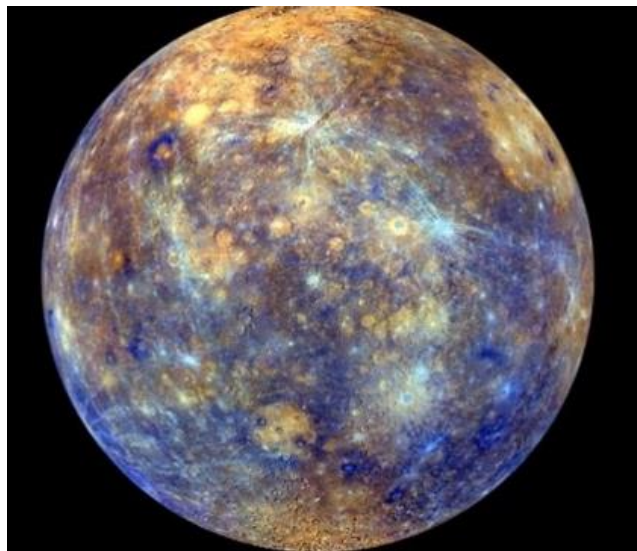
Os componentes do Sistema Solar apresentam algumas características e propriedades regulares:

- distância dos planetas ao Sol;
- órbitas coplanares⁸ (Mercúrio é exceção);
- movimento orbital dos planetas e da rotação do Sol num mesmo sentido;
- a rotação dos planetas é no mesmo sentido do movimento orbital, com exceção apenas de Vênus e Urano;
- a relação entre os planetas gigantes e seus sistemas de satélites e anéis é a mesma relação que ocorre entre o Sol e planetas e asteroides;
- há diferenças sistemáticas de composição química que distinguem os planetas rochosos, dos gasosos.

⁸ Todas localizadas no mesmo plano, como as faixas de um disco de vinil imaginário.

Características dos planetas

Mercúrio



Na mitologia: Mensageiro dos deuses

É o planeta mais próximo do Sol.

Também se destaca por ser menor de todos os planetas!

Distância média do Sol: 57.910.000 km

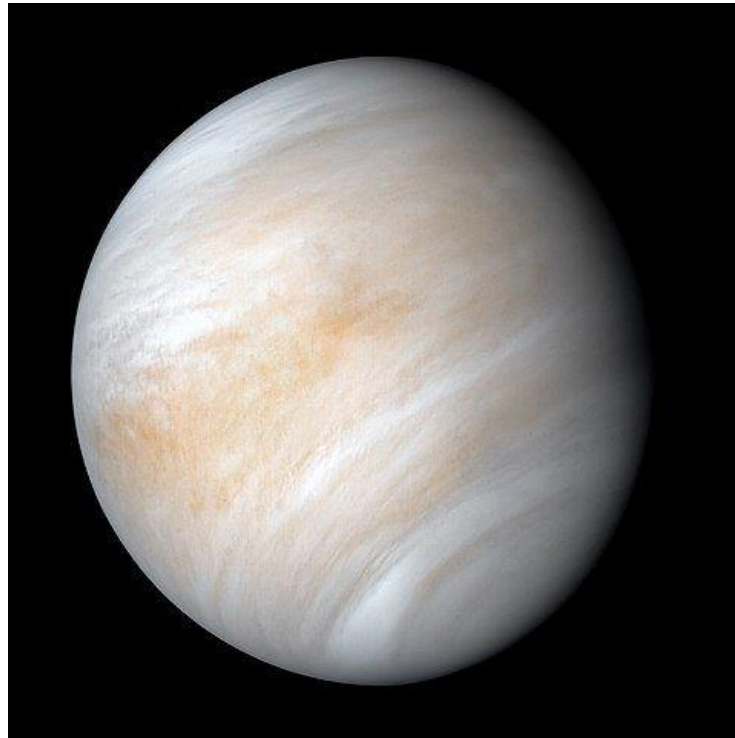
Diâmetro: 4.878 km

Temperatura média: 800 °C

É também o planeta mais rápido, um ano de Mercúrio (giro completo ao redor do Sol) é equivalente a 88 dias terrestres. Em compensação, um dia solar do planeta dura 2 anos (176 dias terrestres).

Formado basicamente por ferro, pode ser visto da Terra a olho nu no início da manhã ou no fim da tarde pela sua proximidade com o Sol.

Vênus



Na mitologia: Deusa do Amor

O segundo planeta mais próximo do sol. O planeta mais brilhante e quente de todos!

Distância do Sol: 108.200.000 km

Diâmetro: 12.103,6 km

Temperatura média: 480 °C

Além do Sol e da Lua é o corpo celeste mais brilhante no céu. Por isso, é chamado também de Estrela d'Alva, Estrela Matutina ou Vespertina, aparente no céu antes do amanhecer e logo depois do entardecer.

A distância entre Vênus e a Terra é a menor distância entre planetas do Sistema Solar.

O ano venusiano tem uma duração menor que o dia. O giro ao redor do Sol dura 224 dias terrestres, enquanto o giro em torno do próprio eixo leva 243 dias para se completar.

Outra curiosidade sobre Vênus é que é o único planeta do sistema solar que faz sua rotação no sentido horário, assim, ao contrário da Terra, o Sol nasce no Oeste e se põe no leste.

Terra



O terceiro planeta a partir do Sol.

Somos o quinto maior planeta do sistema solar e o único capaz de suportar vida!

Aproximadamente, 70% da superfície da Terra é coberta por água, o que é essencial à vida!

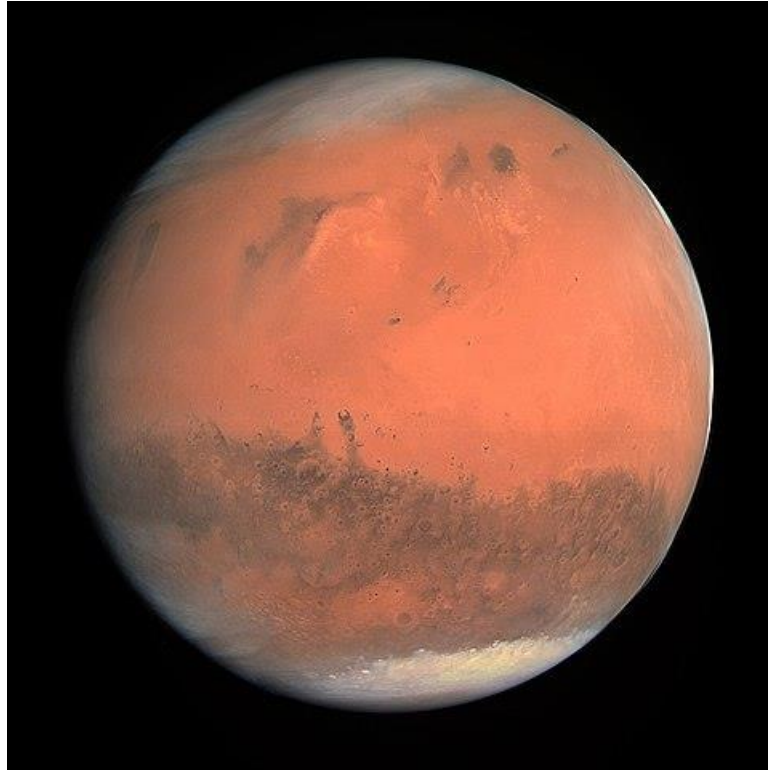
Distância do Sol: 149.600.000 km

Diâmetro: 12,756.3 km

O movimento de rotação da Terra dura 23 horas, 56 minutos e 04 segundos e o ano terrestre é de aproximadamente 365 dias e 6 horas.

A temperatura média da Terra é de 14°C.

Marte



Na mitologia: Deus da Guerra.

O quarto planeta a partir do Sol.

Também conhecido por planeta vermelho devido a sua cor.

Distâncias do Sol: 227.940.000 km

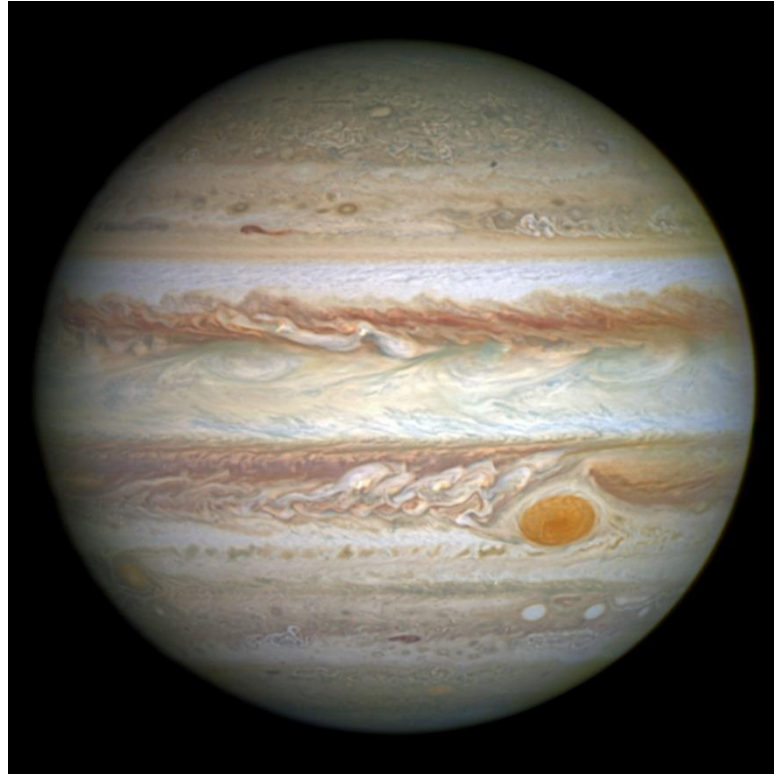
Diâmetro: 6.794 km

Temperatura média: -63 °C

Marte possui duas luas em sua órbita chamadas de Fobos e Deimos.

O ano em Marte dura 687 dias terrestres e o dia marciano é muito parecido com o da Terra, 24 horas e 35 minutos.

Júpiter



Na mitologia: Deus dos Deuses

O quinto planeta a partir do Sol. É o maior de todos os planetas!

Distância do Sol: 778.330.000 km

Diâmetro: 142.984 km

Temperatura média: -108 °C

A área da superfície é mais de 120 vezes maior que a Terra.

Formado principalmente pelos gases hidrogênio, hélio e metano e, ainda, um pequeno núcleo sólido no interior.

O ano de Júpiter dura 11,86 anos terrestres e o dia tem a duração de 9 horas e 50 minutos.

Júpiter possui 79 luas, a maior delas, Ganimedes, possui um diâmetro superior ao planeta Mercúrio.

Saturno



Na mitologia: Deus da Agricultura

O sexto planeta a partir do Sol. Planeta famoso por seus incríveis anéis formados por partículas de rocha e gelo.

Também é o planeta que possui o maior número de luas!

Distância do Sol: 1.429.400.000 km

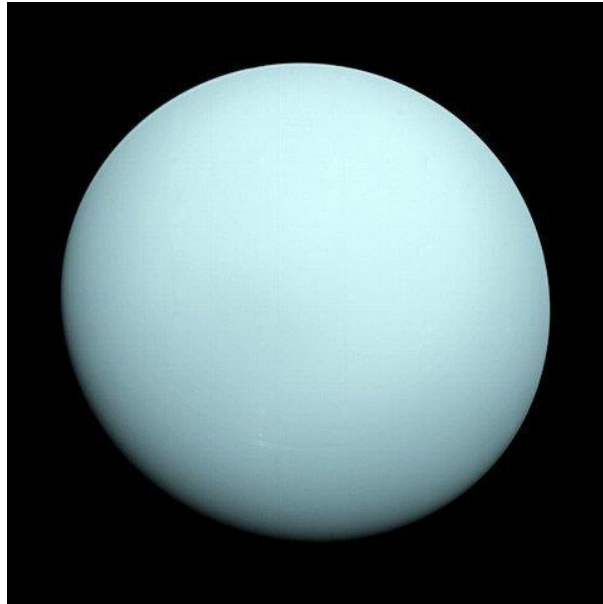
Diâmetro: 120.536 km

Temperatura média: -130 °C

É composto, basicamente, de Hidrogênio (96%) e Hélio (3%).

O Ano de Saturno dura 29,5 anos terrestres e o dia cerca de 10 horas e 35 minutos.

Urano



Na mitologia: Deus dos Céus.

O sétimo planeta a partir do Sol.

Distância em relação ao Sol: 2.870.990.000 km

Diâmetro: 51.118 Km

Temperatura média: -214 °C

Urano é um planeta gasoso e sua atmosfera é constituída, principalmente, de hidrogênio, hélio e metano, com muita formação de gelo.

É o único planeta que gira de lado! Ou seja, paralelo a suas órbitas ao invés de perpendicular como os demais inclusive a Terra. Isso se deve a inclinação de seu eixo, praticamente horizontal (97°), que faz com que o planeta gire de lado em relação aos outros astros.

A duração do ano de Urano é de 84 anos terrestres e o dia possui 17 horas e 14 minutos.

Em virtude da sua posição em relação ao Sol, seus polos passam 42 anos (terrestres) iluminados seguidos de 42 anos de escuridão.

Netuno



Na mitologia: Deus do Mar

O oitavo planeta a partir do Sol e o mais distantes dele.

Semelhante a Urano se destaca pela sua cor azulada!

Distância do Sol: 4.504.000.000 km

Diâmetro: 49.528 km

Temperatura média: -220 °C

Netuno é o planeta mais distante do Sol. Um gigante gasoso, tal como Júpiter, Saturno e Urano. O planeta possui uma intensa atividade em sua superfície com os ventos mais fortes do Sistema Solar, chegando a 2000 km/h.

Planetas Anões

Durante muito tempo, Plutão foi considerado o planeta mais frio e distante do Sol, o nono planeta do Sistema Solar. Entretanto, em 2006, Plutão foi "rebaixado" e recebeu da União Astronômica Internacional (UAI) uma nova classificação - Planeta Anão.

De acordo com as novas regras, o planeta deve obedecer a três critérios:

- deve orbitar o Sol;
- deve ser grande o suficiente para a gravidade moldá-lo na forma de uma esfera;
- sua vizinhança orbital deve estar livre de outros objetos.

Plutão possui uma gravidade branda e possuindo muitos corpos celestes orbitando em conjunto, não se adequou aos critérios para sua definição como planeta. Os astrônomos afirmam que assim como Plutão, temos ainda Ceres, que já foi considerado o quinto planeta em distância do sol, e Éris, localizado numa região conhecida como Cinturão de Kuiper, além do Sistema Solar.



Fonte: <https://www.universetoday.com/37479/dwarf-planet-sedna/>

Sugestões de Atividades

- 📖 Conversa dirigida sobre o Sistema Solar – leitura de infográfico sobre os Astros que compõem o nosso Sistema Solar.
- 📖 A partir do infográfico, listar os planetas em ordem crescente de diâmetro;
- 📖 Destacar a leitura dos numerais que representam a distância em relação ao Sol – organizar, utilizando o quadro valor de lugar do Sistema de Numeração Decimal, realizar cálculos comparativos em relação as medidas dos planetas.
- 📖 Apresentação das biografias pesquisadas e elaboração de painel sobre Astrônomos e suas contribuições para a Ciência;
- 📖 Pesquisar dados e imagens sobre diferentes astros, equipamentos e elementos referentes a Astronomia para construção de glossário ilustrado (*lapbook*).
- 📖 Livros de Literatura Infantil que tratam da temática:
 - Missão Espaço**, Revista Recreio;
 - Mast e o planeta azul**, de Sonia Coppini e Dudu Sperb;
 - O pequeno planeta perdido**
 - O planeta lilás**, de Ziraldo;
 - Pedro e a Lua**, de Alice Brière-Haquet e Célia Chauffrey.

REFERÊNCIAS

Maria de Fátima Oliveira Saraiva. Astronomia e Astrofísica. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Acesso: <http://astro.if.ufrgs.br/index.htm>.

Revista educativa CursosOnlineWeb.com. Equipo de redacción profesional. (2018, 06). Estructura del sol.

Read more: <https://cursosonlineweb.com/estructura-del-sol.html#ixzz7Daz2Vrsa>

LANGHI, Rodolfo. Astronomia nos anos iniciais do ensino fundamental: repensando a formação de professores / Rodolfo Langhi, 2009.

NASA <https://www.jpl.nasa.gov/images/the-story-of-our-universe>

NASE

<http://sac.csic.es/astrosecundaria/pt/cursos/formato/materiales/ppts/ListaPpts.php>



Módulo 5

Planeta Terra – Composição,
atmosfera, gravidade, satélites,
campo magnético

Eclipses

Movimentos da Terra –
Rotação, Translação, Precessão

ASTRONOMIA: O CÉU NÃO É O LIMITE!

CURSO DE ATUALIZAÇÃO PARA PROFESSORES DO ENSINO FUNDAMENTAL

ISBN: 978-65-00-50330-2

Acredita-se que a origem de todos os corpos do Sistema Solar tenha acontecido a partir de um grande colapso, provocado pela rotação em alta velocidade de uma nuvem molecular que se contraiu sob a influência da gravidade, há cerca de 5 bilhões de anos.

O Sol foi formado devido à concentração central da nebulosa e os planetas a partir do restante da nuvem colapsada. As partes menos densas da nuvem molecular ficaram mais afastadas do grande núcleo e deram origem aos planetas gasosos. As partes mais densas ficaram próximas ao grande núcleo, o Sol, e deram origem aos planetas rochosos, como a Terra.

Planeta Terra




Fonte: Arquivo das autoras

O planeta Terra é um dos quatro planetas do Sistema Solar conhecidos como telúricos ou rochosos. Sua cor azul se deve às grandes massas de água que cobrem a maior parte de sua superfície e a

existência de água em estado líquido é uma das características mais surpreendentes de nosso planeta. Somente a terça parte de sua superfície sólida pode ser vista porque o restante está coberto pelos mares, pelos oceanos e pelas calotas polares.

A parte sólida da Terra é chamada geosfera e nela identificamos muitas características que nos ajudam a obter informações sobre o planeta; pois, a partir da observação da interação entre os diversos elementos que constituem o planeta, os cientistas elaboram hipóteses e realizam experimentos a fim de testar teorias sobre as mudanças ocorridas no sistema terrestre ao longo do tempo.

 *Conhecer tanto a forma como a dimensão da Terra é fundamental para operações relacionadas ao posicionamento terrestre, à navegação (seja terrestre, marítima ou aérea) e às diferentes transformações de escala, importantes para a elaboração de mapas, com detalhamentos variados.⁹*

Atualmente os cientistas acreditam que a melhor representação do planeta seria o formato **geoide**, ou seja, uma forma arredondada com irregularidades na superfície, conforme demonstrado na figura 1.

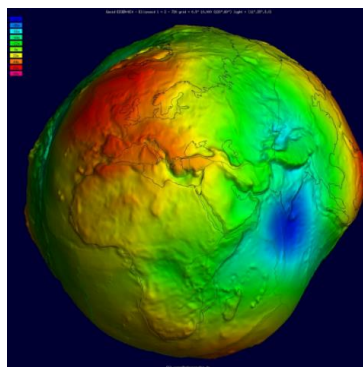


Figura 1 - Formato da Terra

Fonte: Imagem: International Centre for Global Earth Models (ICGEM)

⁹ Nem plana, nem redonda: definir a forma exata da Terra é um desafio, disponível em <https://cienciahoje.org.br/artigo/nem-plana-nem-redonda-definir-a-forma-exata-da-terra-e-um-desafio/>

A variação nas cores da imagem representa as ondulações do geóide provocadas pela variação gravitacional nos diferentes pontos do planeta; eles refletem as diferenças de altitude da superfície em relação à distância do centro da Terra.

Logo após o colapso da nebulosa que a originou, a Terra estava com temperatura gigantesca. Como o Cosmos possui temperaturas muito baixas, o calor se propagou da Terra para o espaço, a temperatura da Terra diminuiu e ela foi resfriando.

O resfriamento fez com que ocorresse a solidificação de parte da matéria presente na Terra e com que se formasse uma crosta terrestre primitiva. A crosta terrestre é a menor e a mais externa das camadas do planeta. Esse período foi chamado de Era primitiva da Terra e perdurou por cerca de 400 milhões de anos.

Quanto à sua composição, dentre um total de 93 elementos químicos naturais existentes, nove destes formam 99% da massa referente à crosta terrestre.

As informações sobre o interior da Terra foram trazidas pelo método sísmico, que estuda as mudanças de velocidade com que as ondas sísmicas atravessaram a Terra. A partir das variações dessas ondas, os cientistas identificaram a existência de materiais com propriedades diferentes e permitiram deduzir como é seu interior.



Para saber mais:

Eras Geológicas: A História da Terra – YouTube
<https://www.youtube.com/watch?v=a6fDPteb-kE>

Video 01 - Para entender a Terra - Moodle UFPA
<https://aedmoodle.ufpa.br/mod/page/view.php?id=1569>

91

A Terra se estrutura em camadas concêntricas de diferentes composições e estados físicos, denominados Crosta Terrestre ou Litosfera, Manto e Núcleo.

- **Crosta terrestre ou litosfera**

A camada mais externa é a crosta terrestre ou litosfera, formada por granito nos continentes e por basalto sob os oceanos. E está organizada em importantes componentes: a biosfera, a hidrosfera e a atmosfera.



Figura 2 – Terrário

A biosfera corresponde a todos os ecossistemas do planeta, considerando não só os seres vivos, mas também todo o ambiente habitado por eles. É definida como o ambiente que possui todas as formas de vida existentes no planeta Terra. O Sol é a principal fonte de energia para a sua existência. Todos os ambientes naturais e comunidades do ecossistema estão incluídos na biosfera. O equilíbrio climático da Terra, juntamente com a presença de oxigênio e água, são elementos essenciais que contribuem para a existência e a manutenção da vida.

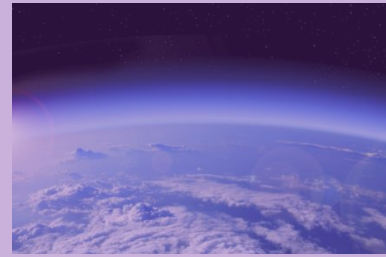
A hidrosfera é a camada da Terra que compreende toda a parte líquida, como oceanos, mares e águas continentais (rios, lagos e reservas subterrâneas). A abundância de água na superfície da Terra é uma característica única que distingue o "Planeta Azul" dos outros planetas do Sistema Solar.

Os oceanos são um reservatório de gases atmosféricos essenciais para a sobrevivência de muitas formas de vida aquáticas; a água do mar influencia o clima do mundo funcionando como regulador de calor, pois alterações na distribuição da temperatura dos oceanos podem causar mudanças climáticas significativas.



Figura 3 - Hidrosfera

A atmosfera é a camada gasosa que envolve a Terra. Os principais gases presentes nessa camada são o oxigênio, nitrogênio e gás carbônico.



A atmosfera terrestre tem funções importantes para a vida na Terra:

- ✓ o transporte de vapor de água;
- ✓ o fornecimento de gases úteis;
- ✓ a proteção contra pequenos meteoros que se desintegram na atmosfera;
- ✓ moderação da temperatura.

Figura 4 - Atmosfera

- **Manto**

O manto é a camada intermediária, com maior volume, massa e extensão, sendo composto por rochas em estado pastoso ou fluido. Sua extensão inicia-se a seis quilômetros abaixo da crosta em algumas áreas oceânicas e vai até 2900 quilômetros, onde chega a atingir temperaturas de aproximadamente 2000°C.

O ser humano ainda não alcançou o manto terrestre. O conhecimento obtido até hoje, é decorrente de análises sobre as ondas sísmicas internas captadas por sismógrafos, além do material proveniente de erupções vulcânicas e da composição de algumas fossas oceânicas.

- **Núcleo**

Na zona central da Terra encontra-se o núcleo, composto por ferro e níquel. A temperatura da Terra aumenta à medida que nos aprofundamos em seu interior. A elevação da temperatura devido à profundidade chama-se gradiente geotérmico e tem o valor aproximado de 1 grau a cada 33 metros.

Verificamos essas altíssimas temperaturas quando os vulcões entram em erupção e expõem lava.

O Campo Magnético Terrestre

O núcleo da Terra é composto por metais pesados, (principalmente ferro e níquel). Esse núcleo é dividido em duas partes: o núcleo exterior, que é líquido e quente, e o núcleo interior, ainda mais quente, praticamente sólido. Essas temperaturas tão elevadas fazem com que os metais que constituem o núcleo acabem se ionizando. É o movimento dessas cargas no núcleo externo, aliado ao movimento de rotação da Terra, que gera os campos magnéticos.

É como se tivéssemos um grande ímã com seus polos norte e sul no interior da Terra.

Alguns exemplos que comprovam a existência do campo magnético terrestre, além da bússola, nos são dados pelas auroras boreais e pelos raios cósmicos. Nestes dois exemplos fica claro que o campo magnético terrestre funciona como um escudo protetor para o planeta. No caso das auroras boreais, muitas das partículas que vem do Sol em alta velocidade e carregadas, são defletidas pelo campo magnético terrestre que as impulsiona para os polos e dificultam a sua entrada na atmosfera.



Figura 5 - Auroras boreais

Nos polos há aquelas partículas que ainda conseguem penetrar na atmosfera e se chocam com os gases presentes, principalmente oxigênio e

nitrogênio. É justamente essa colisão que provoca a emissão de luzes das cores vermelha, verde, azul ou violeta.

O campo magnético terrestre, juntamente com a atmosfera, nos protege também dos raios cósmicos, que são radiações de alta energia vindas de diversas regiões do espaço, até mesmo fora do sistema solar. O impacto da radiação cósmica com a atmosfera faz diminuir o seu poder de penetração, e o campo magnético terrestre a desvia para a direção dos polos. A ausência desses escudos acabaria por prejudicar demais a vida no planeta, pois essa radiação é extremamente nociva a nossa saúde. do Sol, na forma de radiação. O campo magnético forma a magnetosfera terrestre, que desvia as partículas do vento solar. A colisão do campo magnético com o vento solar forma os cinturões de Van Allen.

Quando o plasma do vento solar entra na atmosfera terrestre nos polos magnéticos é criada uma aurora polar.

As Zonas Climáticas da Terra

Devido ao formato geóide, a quantidade de luz que a Terra recebe depende do ângulo que os raios solares formam com a superfície. **As Zonas Climáticas da Terra** são determinadas de acordo com essa distribuição diferenciada de calor ou temperatura sobre a superfície terrestre.

A figura 6 representa as linhas imaginárias dispostas sobre o eixo do globo terrestre e nos auxilia a compreender a delimitação das Zonas Climáticas.

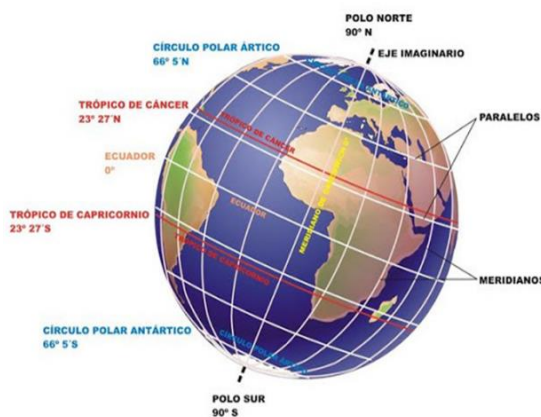


Figura 6 - Representação das linhas imaginárias dispostas sobre o eixo terrestre

A delimitação das zonas climáticas é feita a partir dos principais **paralelos** em que o planeta está dividido.

Esses paralelos principais são chamados:

Trópico de Câncer - linha imaginária localizada no Hemisfério Norte, na latitude de $23,27^\circ$.

Trópico de Capricórnio - linha imaginária localizada no Hemisfério Sul, na latitude de $-23,27^\circ$.

Os trópicos foram criados por serem os pontos onde o sol incide perpendicularmente durante os **solstícios** — os períodos do ano em que os dias e as noites têm durações diferentes.

Os paralelos e meridianos, combinados entre si e com as latitudes e longitudes, dão origem ao sistema de coordenadas geográficas, que é utilizado para definir qualquer ponto da superfície terrestre. Trata-se, portanto, de um preciso e importante método de localização geográfica.



Sendo assim, a distinta incidência dos raios solares sobre a superfície faz com que a Terra apresente cinco zonas climáticas:

Zona Tropical ou Intertropical: entre os trópicos;

Zona Temperada: entre os trópicos e os círculos polares;

Zona Polar: entre os círculos polares e os polos.

O Equador e os Trópicos recebem maior quantidade de luz, por isso são zonas de clima quente. As zonas polares são, por receberem pouca radiação, zonas de clima frio.

A Lua – o nosso satélite natural

O planeta Terra possui um satélite natural, a Lua (figura 7) possivelmente formada devido à colisão entre o planeta e um outro corpo celeste, na qual despreendeu-se uma parte do planeta.. A rotação do satélite está sincronizada com a do planeta, e sua existência influencia no movimento das marés (alterações do nível do mar).



Figura 7 - Representação da Lua, vista do espaço

A Lua, o único satélite natural da Terra, é o quinto satélite em tamanho, mais de dois-terços do tamanho de Mercúrio, e mais de três vezes maior do que o maior dos asteroides. Tem, de fato, um quarto do tamanho da Terra, com um diâmetro de 3476 km. Está relativamente próxima da Terra numa distância média de 384 403 km. Após o Sol, a Lua cheia é o objeto mais brilhante do céu, mesmo não tendo luz própria. Entretanto, sua superfície não é lisa e sua cor cinza-marrom reflete pouca luz.

As fases da Lua são causadas pelas posições relativas da Terra, da Lua e do Sol. A Lua orbita a Terra em média em 27 dias 7 horas 43 minutos. O Sol sempre ilumina a metade da Lua na direção do Sol (exceto durante um

eclipse lunar, quando a Lua passa pela sombra da Terra). Quando o Sol e Lua estão em lados opostos da Terra, a Lua aparece cheia para nós, um disco brilhante e redondo. Quando a Lua está entre a Terra e o Sol, ela aparece escura, a Lua nova. No período intermediário, parece crescer até cheia, e então decresce até a próxima lua cheia.

A figura 8 é uma simulação das fases da Lua, realizada através do aplicativo https://www.moonconnection.com/moon_phases_calendar.phtml.

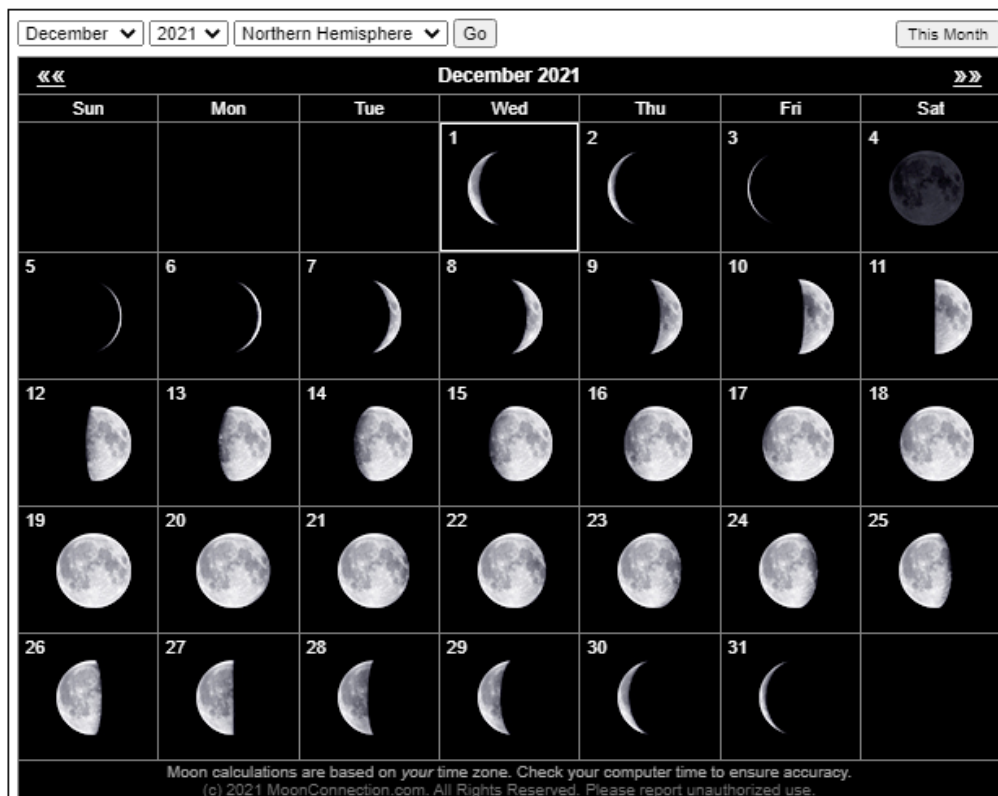


Figura 8 - Fases da Lua

https://www.moonconnection.com/moon_phases_calendar.phtml

As pessoas muitas vezes se referem ao "lado escuro da Lua", mas ele não existe. O Sol ilumina todos os lados da Lua enquanto ela gira. Entretanto, existe um "lado distante da Lua" que nunca é visto aqui da Terra.

Com o passar das eras, as forças gravitacionais da Terra reduziram a rotação da Lua sobre seu eixo até que o período rotacional fosse exatamente igual ao período de sua órbita em torno da Terra.



Figura 9 - Faces da Lua

<https://www.universetoday.com/3/4/9/dwarf-planet-sedna/>

As marés

As marés na Terra constituem um fenômeno resultante da atração gravitacional exercida pela Lua sobre a Terra e, em menor escala, da atração gravitacional exercida pelo Sol sobre a Terra.



Figura 10 - Atração gravitacional

<https://m.facebook.com/mgeografico/videos/1606623086048234/>

A atração gravitacional sentida por cada ponto da Terra devido à Lua depende da distância do ponto à Lua. Isso significa que a atração gravitacional sentida no lado da Terra que está mais próximo da Lua é maior

do que a sentida no centro da Terra, e a atração gravitacional sentida no lado da Terra que está mais distante da Lua é menor do que a sentida no centro da Terra. A figura 10 mostra que quando a Terra está mais próxima da Lua e do Sol, a maré alta está presente. Nos pontos de maior afastamento dos astros, temos a maré baixa.

Eclipses

Um eclipse acontece sempre que um corpo entra na sombra de outro.



Figura 11 - Eclipse solar

Um **eclipse solar**, conforme ilustrado na figura 11, ocorre quando a Lua está entre a Terra e o Sol. Se o disco inteiro do Sol está atrás da Lua, o eclipse é total. Caso contrário, é parcial.

Na figura 12, podemos observar a representação de um **eclipse lunar**, que ocorre quando a Terra fica entre a Lua e o Sol, em momentos em que eles se encontram alinhados.



Figura 12 - Eclipse lunar

Movimentos da Terra

Movimento de Translação

A Translação é o movimento que a Terra realiza em torno do Sol e assim percorrendo uma órbita elíptica. O movimento de translação é realizado em aproximadamente 365 dias, 5 horas e 48 minutos.

A velocidade média é de aproximadamente 107.000 km/h. O movimento de translação é realizado ao mesmo tempo do movimento de rotação em torno do eixo.

Uma das consequências do movimento de translação é a sucessão dos anos. Uma volta completa da Terra em torno do Sol corresponde ao chamado “ano civil”, que por convenção apresenta 365 dias e 366 a cada quatro anos, visto que o tempo real do movimento de translação é de aproximadamente 365 dias e 6 horas.

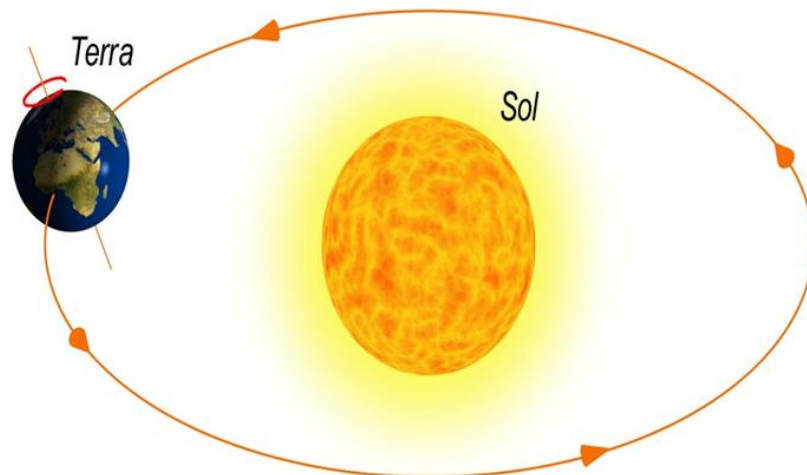


Figura 13 - Representação do Movimento de Translação

Outra consequência do movimento de translação é a ocorrência das estações do ano. Sabe-se que a Terra possui um eixo de inclinação, o que provoca uma diferença de iluminação nas áreas do planeta. Conforme representado na figura 13.

Assim, ao longo do movimento, a superfície terrestre ilumina-se de maneira desigual, ou seja, as áreas não recebem a mesma quantidade de energia solar, resultando, então, nas estações do ano.

Uma observação simples que permite identificar o movimento do Sol durante o ano é através do gnômon (figura 14).

Um gnômon nada mais é do que uma haste vertical fincada ao solo. Durante o dia, a haste, ao ser iluminada pelo Sol, forma uma sombra cujo tamanho depende da hora do dia e da época do ano.



Figura 14 - Gnômon

Movimento de Rotação

A Terra gira porque o Sol gira, nós "herdamos" esse movimento do próprio Sol. Todos os planetas giram em torno do Sol com o mesmo sentido, e aproximadamente no mesmo plano, quase como se estivessem sobre uma mesa.

Todos os planetas também giram em torno de seu eixo e, salvo algumas perturbações, essa rotação tem o mesmo sentido. A figura 15 simula esse movimento e a incidência de raios solares sobre a superfície do planeta.



Figura 15 - Simulação do Movimento de Rotação

A duração da rotação da Terra é de 23 horas, 56 minutos, 4 segundos e 0,9 décimos, originando a sucessão dos dias e das noites.

Movimento de Precessão do eixo da Terra

Um efeito das forças diferenciais do Sol e da Lua na Terra, além das marés, é o movimento de precessão da Terra. Esse movimento não tem nenhum efeito significativo sobre as estações, uma vez que o eixo da Terra mantém sua inclinação enquanto precessiona (efeito de giroscópio) em torno dele.

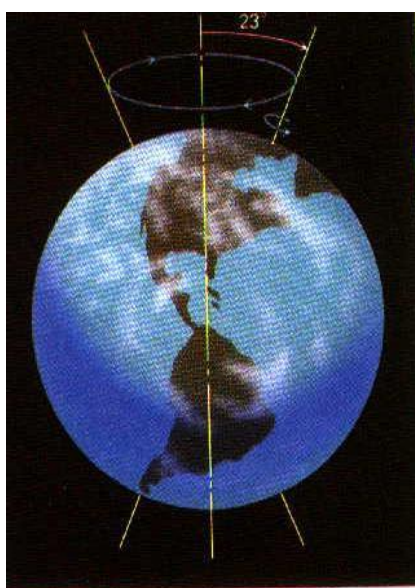




Figura 16 - Movimento de precessão

A precessão do eixo de rotação da Terra é causada pelas perturbações da Lua e do Sol na Terra. Ela faz que, na data de uma estação, a Terra esteja em uma posição diferente na órbita em torno do Sol, com o passar do tempo.

Enquanto a Terra gira em torno de seu eixo uma vez por dia, seu eixo precessiona (figura 16), dando uma volta a cada 26.000 anos. Isso significa que as estrelas que estão próximas aos polos celestes atualmente, deixarão de estar dentro de algumas centenas ou milhares de anos.

Sugestões de Atividades

Realizar simulações astronômicas utilizando os aplicativos:

-  Simulador de eclipse – UFRGS
-  Google Earth

REFERÊNCIAS

http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/educacao_ambiental/Livro_das_Aguas_WWF_Brasil.pdf

<http://www.if.ufrgs.br>

<https://www.todamateria.com.br>

GROTZINGER, John; JORDAN, Tom. Para Entender a Terra-6. Bookman Editora, 2013.

LANGHI, Rodolfo. **Astronomia nos anos iniciais do ensino fundamental: repensando a formação de professores** / Rodolfo Langhi, 2009.

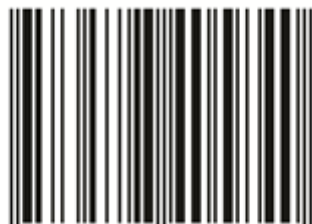
NASA <https://www.jpl.nasa.gov/images/the-story-of-our-universe>

NASE

<http://sac.csic.es/astrosecundaria/pt/cursos/formato/materiales/ppts/ListaPpts.php>

ISBN: 978-65-88405-84-0

ORL



9 786588 405840