

Capítulo 1: Introdução

Docente: Valente A. Cuambe

Monitor: Bivar Garces

1 Introdução

Considerações gerais:

1. Definição, história e importância da astronomia;
2. Diferença entre astronomia e astrologia;
3. Classificação da astronomia;
4. Classificação de telescópios;
5. Constelações.

1.1 Definição da Astronomia

A Astronomia é uma ciência natural que estuda objetos e fenômenos celestes¹. Aplica as leis da matemática, física e química num esforço simultâneo para explicar a origem desses objetos/fenômenos e a sua evolução.

Objetos de interesse estudados na Astronomia incluem planetas, luas, estrelas, nebulosas, galáxias e cometas; e os principais fenômenos incluem explosões de supernovas, explosões de raios gama, quasares, blazares, pulsares e radiação cósmica de fundo em microondas.

De uma forma geral, todos os fenômenos que se originam fora da atmosfera da Terra (Veja a atmosfera da Terra na Fig. 1) estão dentro do alcance da Astronomia.

O estudo destes fenômenos são feitos através da captação da luz (radiação) emitida (ou reflectida), usando duas formas principais: (a) analisando e medindo sua direção e (b) analisando e medindo a quantidade e o tipo de radiação recebida.

É importante referir, que estudando essa radiação electromagnética (usando instrumentos apropriados, por exemplo Telescópios) que os astrónomos conseguem obter informações e elaborar os modelos e teorias que procuram explicar os comportamentos, estruturas físicas e composições químicas dos objetos celestes.

¹Um objeto astronômico ou objeto celeste é uma entidade física, associação ou estrutura natural que existe no universo observável (https://pt.wikipedia.org/wiki/Corpo_celeste).

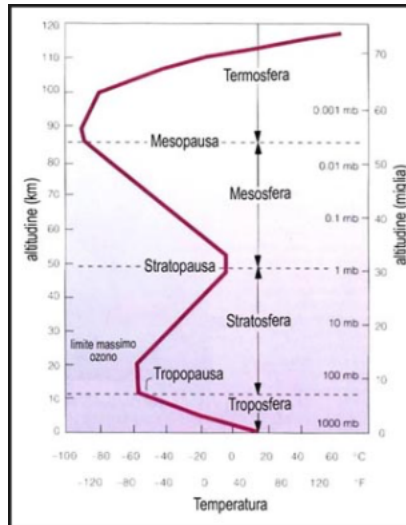


Figure 1: Camadas da atmosfera da Terra

1.2 Objectivos da Astronomia

Dentre os vários objectivos que se pode enumerar, podemos destacar os seguintes:

- Observar dos Astros e fenómenos celestes;
- Criar teorias para a explicação da sua natureza e sobre seu movimento aparente;
- Verificar a constituição dos objectos celestes, e a sua origem;
- Explicar a evolução do universo como um todo (Cosmologia).

2 História da Astronomia

No passado, a astronomia foi usada por diversas razões práticas, como medir o tempo, marcar as estações do ano ou navegar nos vastos oceanos (Veja o capítulo 1 do livro de [Ostlie, 2017] para mais informações).

Um breve resumo da historia da Astronomia pode ser encontrada na Web ([educação,]):

”Várias civilizações antigas tratavam os astros como Deuses. Por exemplo o estudo dos movimentos dos planetas e estrelas permitia aos antigos povos a distinção entre épocas de plantação e de colheita, por exemplo. Algumas culturas antigas, como os Maias, os chineses, os Egípcios e os Babilônios, foram capazes de elaborar complexos calendários baseados no movimento do Sol e outros astros.

Os gregos antigos também contribuíram muito para o avanço da Astronomia. Muitos filósofos gregos elaboraram modelos com o intuito de explicar o formato da Terra, as estações do ano, bem como os movimentos do Sol, da Lua e dos outros planetas visíveis a olho nu.

Um desses filósofos foi Tales de Mileto (624-546 a.C.), que considerava a Terra um disco plano preenchido por água. Pitágoras de Samos (572-479 a.C.), por sua vez, acreditava que a Terra apresentava formato esférico. Já Aristóteles de Estagira (384-322 a.C.) explicou que as fases da Lua dependiam da iluminação solar, ao observar a formação de sombras durante os eclipses, e também defendia a hipótese de que o Universo fosse finito e esférico e que, juntamente aos astros, fosse imutável: sempre existira e sempre existiria.

A visão de Aristóteles do sistema solar era qualitativa, pois usava de poucos recursos matemáticos para justificar seu modelo. Sua interpretação logo tornou-se aceita, acolhida e difundida por séculos, contribuindo para a propagação de conceitos físicos e astronômicos equivocados. Entre esses equívocos, podemos ressaltar o éter: a substância proposta por Aristóteles que comporia os corpos celestes, cuja existência foi investigada até meados do século XIX.

Aristarco de Samos (310-230 a.C.) foi o primeiro filósofo a propor que a Terra se movia em torno do Sol, quase 2 mil anos antes de Copérnico, e também conseguiu medir o tamanho do Sol e da Lua em relação à Terra. Eratóstenes de Cirênia (276-194 a.C.) calculou, com boa precisão, o diâmetro da Terra.

As primeiras tentativas de descrição do sistema solar colocavam no centro do Universo o Sol, a Lua e os demais astros, que girariam ao redor da Terra. Esse modelo de sistema solar centrado na Terra ficou conhecido como modelo geocêntrico.

O ápice do sistema geocêntrico foi o complexo modelo Ptolemaico, proposto pelo cientista grego Cláudio Ptolomeu (85-165 d.C.). Esse modelo apresentava diversas órbitas circulares, que descreviam com relativa precisão o movimento dos planetas conhecidos, mas não era capaz de explicar o movimento retrógrado de alguns planetas, quando observados da Terra. O modelo foi usado até a época do Renascimento Científico, no século XVI.

Em 1608, Galileu Galilei (1564-1642) enfrentou as ideias geocentristas da época, bem como a visão de imutabilidade dos astros proposta por Aristóteles, aperfeiçoou o telescópio e utilizou-o para observar as crateras da Lua, as fases de Vênus e descobriu os satélites naturais de Júpiter: Io, Ganimedes, Calixto e Europa.

O primeiro modelo matemático capaz de prever as órbitas planetárias com precisão, porém com grande complexidade, foi atribuído ao astrônomo francês Nicolau Copérnico (1473-1543). Copérnico abandonou a visão geocêntrica, atribuindo, em seu modelo, ao Sol o centro do Sistema Solar, no qual a Terra orbitaria o astro-rei em uma trajetória circular, completando uma volta a cada ano. Nessa representação, a inclinação do eixo de rotação da Terra seria a responsável pela divisão das estações do ano, e o movimento retrógrado de alguns planetas, como Marte, e a mudança de luminosidade eram explicados com o uso de diversas órbitas.

O modelo planetário de Copérnico foi posteriormente corrigido pelas precisas observações astronômicas do dinamarquês Tycho Brahe (1546-1601). Em 1599, o brilhante astrônomo e matemático alemão Johannes Kepler (1571-1630) tornou-se assistente de Tycho e teve em suas mãos uma enorme quantidade de dados astronômicos de grande precisão. Kepler revolucionou a mecânica celeste quando enunciou três leis que regem as órbitas planetárias, descrevendo-as como elipses, e não como círculos, como até então se acreditava, e estabeleceu uma relação Matemática entre o período e o raio orbital dos planetas.

Anos mais tarde, munido das grandes contribuições de Copérnico, Galileu e Kepler, Isaac Newton (1642-1727) elaborou sua Lei de Gravitação Universal, explicando o fenômeno da gravidade e a dinâmica planetária de forma inédita.”

2.1 Importância da Astronomia

Atualmente, a Astronomia e áreas afins estão na vanguarda do desenvolvimento da ciência e tecnologia, mais concretamente o STEM (Science, Technology, Engineer and Mathematics), pois respondem a várias questões elementares sobre a nossa existência; inspiram artistas, escritores e sonhadores; geram riqueza e impulsionam a inovação e a economia.

Diversos relatórios apontam que as maiores contribuições da astronomia para a sociedade não são apenas aplicações tecnológicas ou os pequenos avanços científicos da astronomia, mas sim a oportunidade que todos nós temos de alargar os nossos limitados horizontes, de nos ajudar a descobrir a beleza e grandeza do Universo e principalmente identificar o nosso lugar nele.

Por outro lado, a astronomia tem acompanhado a nossa história e cultura e tem constantemente revolucionado o nosso pensamento, presenteando a humanidade com pistas em direcção ao futuro.

Os resultados do desenvolvimento científico e tecnológico da astronomia e áreas afins têm vindo recorrentemente a transformar-se em aplicações essenciais para o nosso dia-a-dia, como computadores pessoais, satélites de comunicação, telemóveis, sistema de posicionamento global (popularmente conhecido por GPS), painéis solares, scanners de ressonância magnética, micro laser e muitas outras aplicações para a medicina.

A atribuição do Prémio Nobel da Física de 2009 aos físicos Willard S. Boyle e George E. Smith, pelo desenvolvimento de sensores para captação de imagens, conhecidos por CCD (*Charge coupled device*), veio mais uma vez demonstrar e reconhecer a importância real da astronomia no nosso dia-a-dia. Os banais sensores CCD, que agora fazem parte do domínio popular, como câmaras fotográficas digitais, webcams ou telemóveis, foram desenvolvidos a pensar na astronomia, onde é recorrentemente necessário recolher imagens do Universo.

Há outras razões para continuar a estudar o Universo que estão intrincadas à sobrevivência da humanidade. Por exemplo, a influência do Sol no clima da Terra. Apenas o estudo do Sol e de outras estrelas nos pode ajudar a perceber estes processos na totalidade. O estudo da dinâmica do Sistema Solar e de pequenos objectos no mesmo também nos permite estudar com detalhe potenciais impactos no nosso planeta, impactos que podem provocar grandes alterações no nosso mundo.

2.2 Diferença entre astronomia e astrologia

Esta provado que muitas pessoas confundem a astronomia e astrologia (Figura 2). Se hoje dizes a alguém que estudas Astronomia, a primeira reacção é a seguinte: ”Opah, Astrologia deve ser nice fala de Astros né?” . Sendo assim, torna-se importante logo início da longa caminhada rumo ao entendimento do Universo que se saiba diferenciar astronomia da astrologia.

Como já é do vosso conhecimento, astronomia é uma ciência exacta que se preocupa com a origem, evolução, composição, classificação e dinâmica dos corpos celestes, enquanto que a astrologia dá ênfase apenas a um certo grupo de astros.

A astrologia busca identificar uma relação entre as posições dos astros e seus deslocamentos no céu e o destino e a conduta moral dos seres humanos. Apenas os astrólogos constroem horóscopos e mapas astrais. Seu trabalho está ligado ao aspecto místico que o Universo desperta no Homem.



Figure 2: Ilustração de Astrologia.

É importante que se saiba que a astronomia e astrologia tiveram um início comum. Por exemplo, no passado os grandes reis usavam os astrónomos para preverem eventos de eclipses totais do sol, para que eles pudessem organizar cerimónias que lhes convinham sob a alegação de continuarem no reinado durante muito tempo.

2.3 Classificação da astronomia

Por ter um objecto de estudo tão vasto, a astronomia é dividida em muitas áreas. Mas, a distinção principal é entre a astronomia teórica e a observacional. Por assunto ou problema atacado, a astronomia pode ser classificada em astrofísica², ciências planetárias³, cosmologia⁴, astrometria⁵ e cosmologia observacional⁶.

Na astronomia, a principal forma de obter informação é através da detecção e análise da radiação eletromagnética (fótons), mas a informação pode ser adquirida também através dos raios cósmicos, neutrinos, e atualmente com a descoberta das ondas gravitacionais, através de ondas gravitacionais (que é uma nova janela da Astronomia de ondas gravitacionais). Sendo assim, por formas de obter informação, a astronomia pode ser classificada tendo em conta a forma de obtenção de informação.

²É a Física aplicada na astronomia.

³Estuda os planetas.

⁴Estuda a origem dos astros.

⁵Mede as posições dos objectos no céu e suas variações.

⁶Estuda o universo como um todo e sua evolução.

2.4 Classificação dos Telescópios

O telescópio⁷ é um instrumento que permite estender a capacidade dos olhos humanos de observar e mensurar objectos longínquos. Pois, permite ampliar a capacidade de enxergar longe, através da colecta da luz dos objectos distantes, da focalização dos raios de luz colectados em uma imagem óptica real e sua ampliação geométrica.

Além dos telescópios ópticos convencionais, que são constituídos basicamente por uma objectiva e uma ocular, existe uma gama de aparelhos que captam a radiação electromagnética fora da faixa do visível, isto é, ao longo de diferentes regiões do espectro electromagnético (Fig.3).

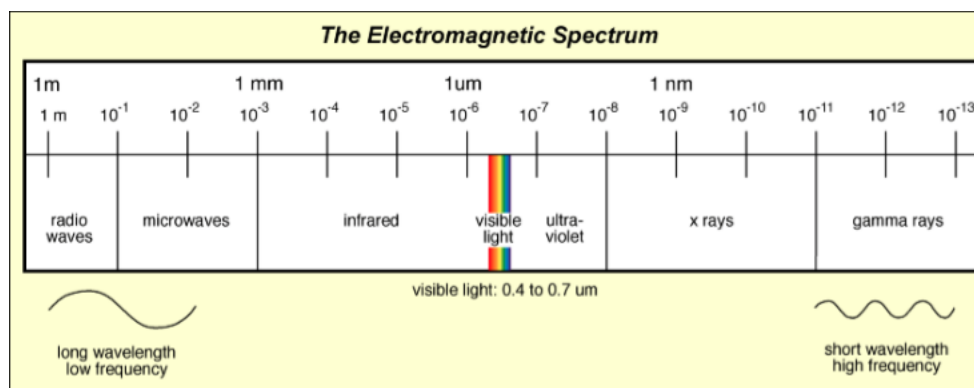


Figure 3: Espectro electromagnético

Por exemplo, telescópios para radiação infravermelha e raios-X tornaram-se comuns no final do século XX com o desenvolvimento de sensores digitais que pudessem ser arrefecidos a temperaturas muito baixas. Para a captação astronómica de microondas e radiofrequência, existem os chamados radiotelescópios.

Os telescópios contemporâneos podem operar isoladamente ou em conjunto para compor ou combinar as imagens obtidas, aumentando assim o poder de resolução θ .

$$\theta = \frac{1.22\lambda}{D} \quad (1)$$

onde λ é o comprimento de onda observado e D, o diâmetro da antena.

Nos instrumentos ópticos profissionais, além da ampliação da imagem, é possível captar as radiações electromagnéticas e separá-las em diferentes comprimentos de onda, processo denominado por espectroscopia. Isso permite entender a composição e história dos astros em estudo.

É importante que se saiba que a óptica geométrica dos instrumentos permite captar (e focalizar) a radiação electromagnética aumentando o tamanho angular aparente dos objectos, assim como o seu brilho aparente.

Os telescópios usados fora do contexto da astronomia são referidos como teodolito, monóculo, binóculos, ou objectiva. A palavra "telescópio" refere-se geralmente aos ópticos, embora existam

⁷Do grego: Tele = Longe + Scopio = Observar.

instrumentos para a quase totalidade do espectro electromagnético da radiação electromagnética.

Os telescópios se dividem basicamente em três grupos (Figura 4), os refractores que trabalham com lentes refractoras, os reflectores que trabalham com espelho, e os catadióptricos que trabalham com lentes e espelhos.

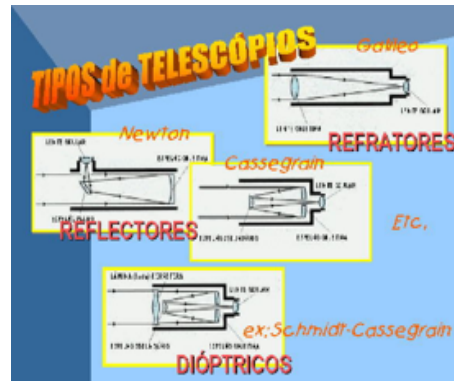


Figure 4: Tipos de telescópios.

Em termo de montagem, os telescópio podem ser do tipo azimutal ou equatorial. Por exemplo, os grandes telescópios recentemente construídos usam uma montagem em alt-azimute controlada por computador, e, para exposições prolongadas, dispõem de prismas de rotação de velocidade variável na objectiva.

A maioria dos telescópios de grandes dimensões (Figura 5) podem operar tanto como um cassegrianiano ou como um telescópio newtoniano.



Figure 5: Telescópio para investigação.

Os telescópios da actual geração em construção comportam um espelho primário entre 6 e 8 metros de diâmetro (para telescópios terrestres). Nesta geração, o espelho é tipicamente muito fino, e mantido em óptima forma por um grupo de actuador. Esta tecnologia levou a uma remodelação na concepção dos telescópios do futuro, com diâmetros de 30, 50 e mesmo 100 metros.

Inicialmente o detector utilizado nos telescópios era o olho humano. Posteriormente, a placa fo-

tográfica sintetizada tomou-lhe o lugar, e o espectrógrafo foi introduzido, o que possibilitou a captação de informação espectral. Depois da placa fotográfica, sucessivas gerações de detectores electrónicos, como os CCDs, têm sido aperfeiçoadas, cada vez com maior sensibilidade e resolução.

Os telescópios de investigação actuais dispõem de vários instrumentos: (a) câmeras, de diferentes respostas; (b) espectrógrafos, úteis nas diferentes regiões do espectro; (c) polarímetros, que detectam luz, etc. Nos últimos anos, foram desenvolvidas algumas tecnologias para superar o efeito da atmosfera da Terra em telescópios terrestres, com resultados promissores.

2.5 Constelações

Constelações (Figura 6) são agrupamentos aparentes de estrelas os quais os astrónomos da antiguidade imaginaram formar figuras de pessoas, animais ou objectos. Estes agrupamentos aparentes de estrelas, nos ajudam a separar o céu em porções menores, mas identificá-las é em geral muito difícil. Por exemplo, numa noite escura, pode-se ver entre 1000 e 1500 estrelas, sendo que cada estrela pertence a alguma constelação.

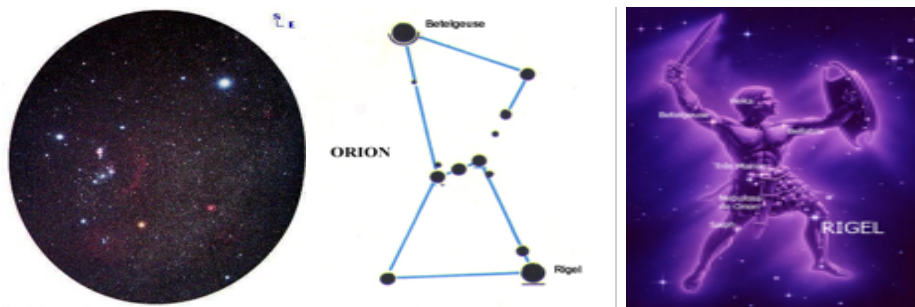


Figure 6: Constelação Órion como é vista no hemisfério sul.

A constelação Órion é fácil de enxergar no céu. Para identificá-la, devemos localizar 3 estrelas próximas entre si, de mesmo brilho, e alinhadas. Estas estrelas, que são chamadas Três Marias e formam o cinturão da constelação de Órion, o caçador. Seus nomes são Mintaka, Alnilan e Alnitaka.

A constelação tem a forma de um quadrilátero com as Três Marias no centro. O vértice nordeste do quadrilátero é formado pela estrela avermelhada Betelgeuse, que marca o ombro direito do caçador. O vértice sudoeste do quadrilátero é formado pela estrela azulada Rigel, que marca o pé esquerdo de Órion. Estas são as estrelas mais brilhantes da constelação.

Como vemos, no hemisfério Sul Órion aparece de ponta cabeça. Segundo a lenda, Órion estava acompanhado de dois cães de caça, representadas pelas constelações do Cão Maior e do Cão Menor. A estrela mais brilhante do Cão Maior, Sírius, é também a estrela mais brilhante do céu, e é facilmente identificável a sudeste das Três Marias. Procyon é a estrela mais brilhante do Cão Menor, e aparece a leste das Três Marias. Betelgeuse, Sírius e Procyon formam um grande triângulo, como pode ser visto na Figura 7.

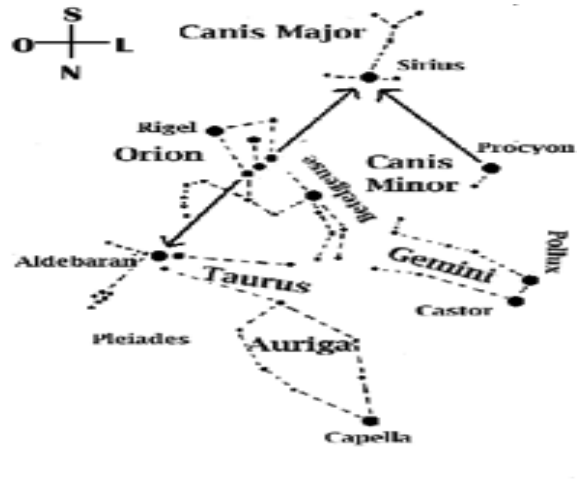


Figure 7: Algumas constelações próximas do Órion.

As estrelas de uma constelação só estão aparentemente próximas na esfera celeste (Figura 8, será discutido na próxima aula), pois na verdade estão a distâncias reais diferentes.

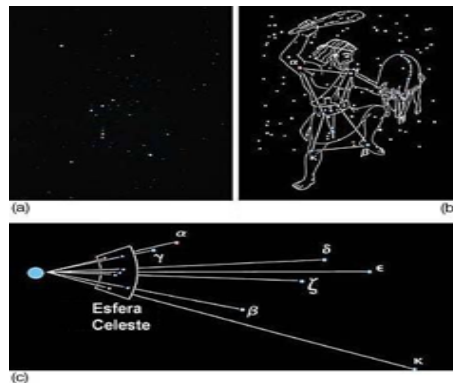


Figure 8: Usando a constelação Órion para o entendimento da esfera celeste.

Quando você olha em um atlas do céu, você encontra as constelações representadas em diagramas como na Figura 9, em que as estrelas são desenhadas com tamanhos diferentes para representar brilhos diferentes. Note que este Figura mostra Órion na orientação em que é vista no hemisfério norte.



Figure 9: Como as constelações são vistas no céu. O caso do Órion.

É importante que se saiba que as constelações surgiram na antiguidade para ajudar a identificar as estações do ano. Por exemplo, a constelação do Escorpião é típica do inverno do hemisfério sul, já que em Junho ela é visível a noite toda. Já Órion é visível a noite toda em Dezembro e, portanto, típica do verão do hemisfério sul. Alguns historiadores suspeitam que muitos dos mitos associados às constelações foram inventados para ajudar os agricultores a lembrarem quando deveriam plantar e colher.

As constelações mudam com o tempo, e em 1929 a União Astronómica Internacional adoptou 88 constelações oficiais, de modo que cada estrela do céu faz parte de uma constelação. Cada constelação tem sua coordenada.

3 Questões práticas/demonstrações

No fim desta aula, haverá uma visita ao laboratório de astrofísica e ciências espaciais que esta em montagem no nosso Departamento. Pretendemos mostrar as constelações usando o aplicativo Stellarium, disponível online para quem quiser instalar no computador.

References

[educação,] educação, M. Historia da astronomia. *munedoeducacao.bol.uol.com.br*.

[Ostlie, 2017] Ostlie, B. W. C. D. A. (2017). *An Introduction to Modern Astrophysics*. Cambridge University Press.

Anexo 1

Exemplo de alguns telescópios tendo em conta o espectro electromagnético

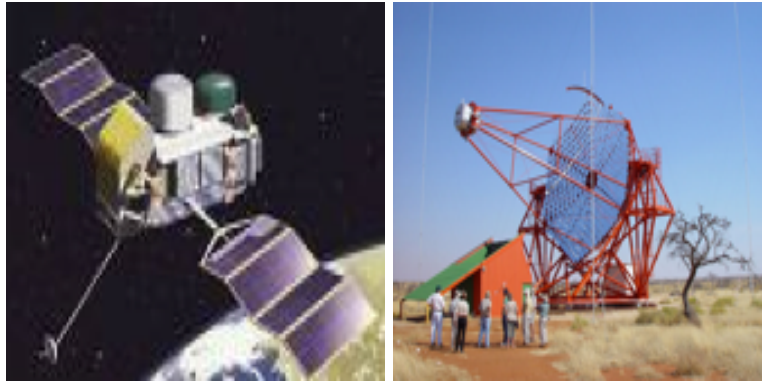


Figure 10: Raios gama. Esquerda-Comptom. Direita-HESS



Figure 11: Visível. Esquerda-Hubble. Direita-SALT.

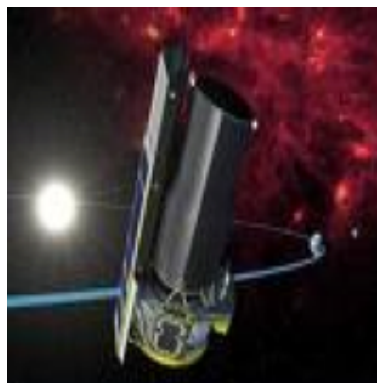


Figure 12: Infravermelho. Spitzer.

Anexo 1: Continuação

Exemplo de alguns telescópios tendo em conta o espectro electromagnético



Figure 13: Rádio. Esquerda-VLA. Direita-GMRT.



Radio Telescope Larger than Earth ...
public.mrao.edu



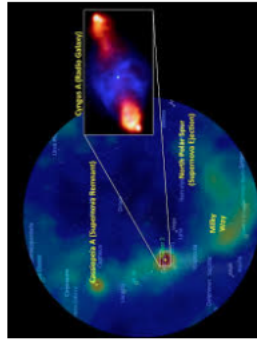
Radio telescope - Simple English ...
simple.wikipedia.org



How does a radio telescope work? - YouTube
youtube.com



A telescope the size of the Earth | Cosmos
cosmosmagazine.com



I-LOFAR – a new radio telescope for Ireland
armaghplanet.com



Radio Telescope - Space Network ...
youtube.com



Breakthrough Listen: Parkes Rad...
sci-news.com



Radio telescope - Wikipedia
en.wikipedia.org



World's Biggest Radio Ear | SETI Institute
seti.org

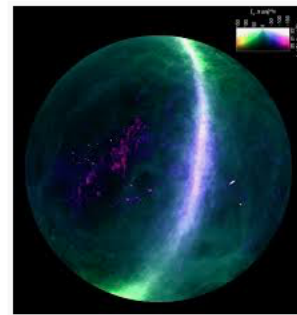


Figure 14: Radio- Telescópios na Terra