
RADIOASTRONOMIA: NOÇÕES INICIAIS PARA O ENSINO MÉDIO E FUNDAMENTAL COMO ILUSTRAÇÃO DE AULA

Cleiton Joni Benetti Lattari

FEMA-IMESA

Assis – SP

CESULON/Centro de Estudos Superiores de Londrina

Londrina – PR

Rute Helena Trevisan

Departamento de Física - UEL

Londrina – PR

Resumo

A Radioastronomia, por ser uma ciência recente, muito pouco ou nada é discutida no nível do Ensino Fundamental e Médio, ou sobre suas aplicações e importância no desenvolvimento científico e tecnológico. Considerando que a bibliografia sobre o assunto é praticamente inexistente, este trabalho pretende ressaltar, de forma didática, algumas das características mais importantes da radioastronomia para atualização do professor. Além disto, apresenta uma prática de fácil manipulação para ser realizada em sala de aula, para que seja utilizada como ilustração das aulas de ondulatória na disciplina de Física do Ensino Médio, ou mesmo no conteúdo de Ciências, nas últimas séries do Ensino Fundamental.

I.Introdução

A astronomia é a ciência mais antiga conhecida pelo homem. Os habitantes pré-históricos já observavam o céu e seus fenômenos como: o dia e a noite, o deslocamento do Sol no céu, a Lua e seus movimentos, os eclipses, etc, e não compreendendo estes fenômenos, eram levados a acreditar na natureza divina dos corpos celestes.

Ainda por muitos e muitos anos, o homem observou e tentou explicar os astros e seus movimentos, usando como instrumento de observação apenas a sua visão. Somente no início do século 17, com o aperfeiçoamento da luneta por Galileu, e mais recentemente com aplicações de métodos fotográficos de observação é que a astronomia

deu seu grande avanço. Galileu com sua luneta descobriu quatro satélites de Júpiter, e somente bem mais recentemente, com telescópios de lentes mais poderosas (como o telescópio de Monte Palomar, de Monte Wilson e outros de diâmetro superiores a 1 metro), é que foram detectadas tênues porções de luz vindas de estrelas, galáxias, e nebulosas.

Porém, os sinais luminosos vindos do universo observados por meio de telescópios ópticos, têm muitas limitações. A principal delas é a atenuação da luz visível pela atmosfera da Terra, que desvia sua trajetória prejudicando as observações. Portanto, para se ter boas informações nas observações ópticas, se faz necessário algumas condições ótimas de céu aberto, espelhos perfeitos dos telescópios, etc.

Outra grande limitação nas observações com telescópio óptico é que a "janela óptica" (veja quadro 1) corresponde a uma porção muito estreita do *espectro eletromagnético* (Fig.1) e existem muitos corpos no universo que emitem radiações (veja quadro 2) em comprimentos de onda que não são visíveis aos nossos olhos, como as radiações chamadas raios-X, raios gama e ondas de rádio, por exemplo. Isto quer dizer que, se olharmos alguns objetos no universo, mesmo com o telescópio óptico mais potente, estes objetos serão "invisíveis". Nestes casos, eles só poderão ser observados com instrumentos que captam os mesmos tipos de radiações que eles emitem, e que conseguem chegar até nós.

Quadro 1

Janela de rádio

O que é a Janela de Rádio? Sabemos que as ondas de rádio que chegam até a superfície da Terra, estão dentro de uma faixa de comprimentos de onda que vão de 1 mm a 30 m, ou nos limites mais extremos, dependendo da transparência da atmosfera, até o limite superior de 150 m. Estes limites são impostos pela atmosfera da Terra. O limite inferior do comprimento de onda é imposto pela reflexão pela atmosfera terrestre (ionosfera) e o limite superior pela absorção da radiação por moléculas presentes na atmosfera. Para se ter uma idéia de comparação, a "janela óptica", que é a faixa de comprimentos de onda em que a luz é visível, tem os limites 0,00039 mm (luz azul) e 0,00076 mm (luz vermelha escura)

Conforme podemos observar, a "janela de rádio", é muito mais larga do que a "janela óptica", o que nos dá mais informações da radiação vinda do espaço. Além disto, as ondas de rádio não são absorvidas pela poeira cósmica (partículas de matéria de fraca densidade existente nos espaços interestelar, intergaláctico e interplanetário), ao contrário da luz visível, oferecendo assim uma ferramenta de estudo muito mais potente.

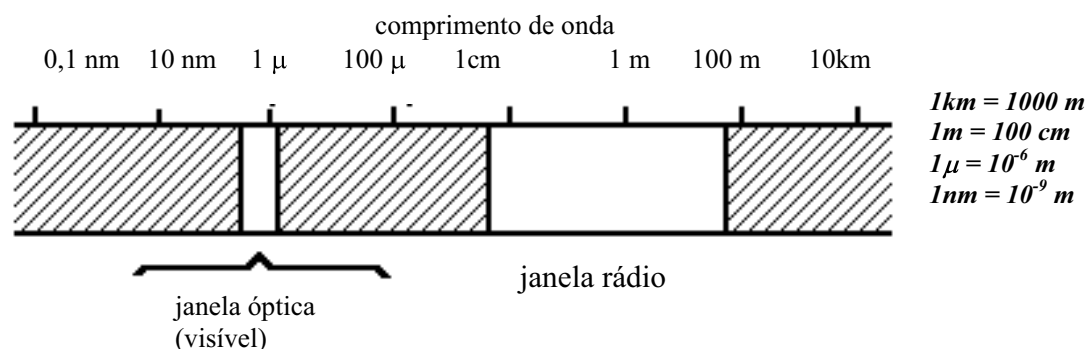


Fig. 1 - O espectro eletromagnético com a janela óptica e janela em rádio.

Resumindo, podemos dizer que a atmosfera da Terra é transparente para alguns comprimentos de onda e opaca para outros, e o universo pode ser observado de maneiras diferentes, dependendo do comprimento de onda que se observa, e do local de onde se observa. Somente há poucos anos atrás, é que o homem começou a levar instrumentos (com satélites e balões) para observar fora da atmosfera da Terra.

Quando se observa o céu detectando as ondas de rádio emitidas pelos astros, estamos usando a ciência denominada RADIOASTRONOMIA.

Quadro 2

Radiações eletromagnéticas

A dedução matemática da natureza da luz foi feita por James Clerk Maxwell, em 1864. Ele demonstrou que a luz é produzida por cargas elétricas que estão se movimentando, portando dizemos que ela possui característica de uma onda eletromagnética que transporta energia sem transportar matéria e produz fenômenos eletromagnéticos.

Todo fenômeno eletromagnético está associado a três grandezas (veja Fig.2):

1. o comprimento de onda (λ) que é medido em metros ou seus múltiplos e submúltiplos;
2. a frequência (f) que é medida em hertz (Hz);
3. a velocidade (v) que é medida em m/s.

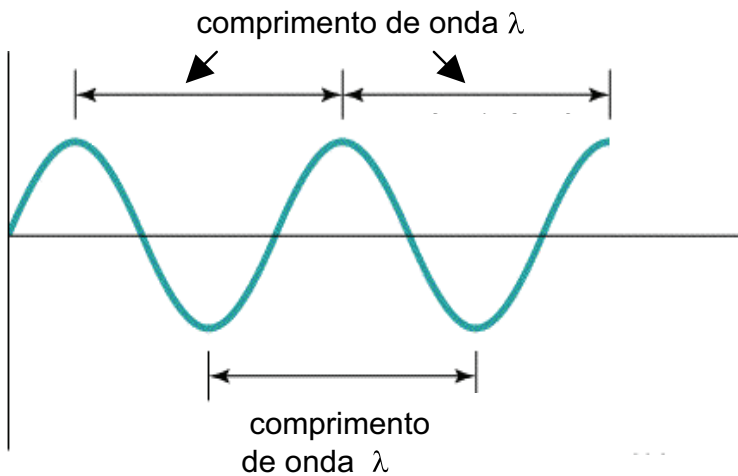
No caso das radiações eletromagnéticas (a luz visível, as ondas de rádio, raios X, ultravioleta, infravermelho, raios gama, etc.) o valor da velocidade é constante, é representado pela letra c e vale $c = 300.000.000$ m/s (ou 300.000 km/s).

Relaciona-se a velocidade da luz ao comprimento de onda e à frequência por:

$$c = \lambda f$$

A cada valor de comprimento de onda λ corresponde então um valor de frequência. Os valores de λ estão representados no *Espectro Eletromagnético* da Fig.1 que nada mais é do que uma representação esquemática dos vários valores dos comprimentos de onda das radiações.

A energia de uma onda eletromagnética é dada pela equação:



$$E = h f$$

onde:

E - energia da onda, medida em Joules (J)

f - frequência da onda (Hz)

h- constante de Planck ($h = 6,63 \times 10^{-34}$ J.s)

Ou, em função do

comprimento de onda:

$$E = h c / \lambda$$

Em alguns fenômenos que ocorrem com a luz, ela se comporta também como partícula, como nos fenômenos onde a luz se choca com partículas (efeito fotoelétrico e efeito Compton, por exemplo). Dizemos então que a radiação eletromagnética possui uma natureza dupla: ora se comporta como onda (como nos casos de difração e interferência, por exemplo) e ora se comporta como partícula.

Quadro 2

II. A Radioastronomia

Foi no século XX, na década de trinta (1931), que Karl Jansky um engenheiro dos Laboratórios de Telefone Bell (USA), ao estudar as interferências causadas pelos temporais nas radiocomunicações, que conhecemos bem (são aqueles

zumbidos e estalidos que escutamos ao ouvir um programa em ondas curtas) descobriu que havia dois tipos de distúrbios: aqueles relacionados com os temporais e aqueles que se repetiam regularmente a cada 24 horas aproximadamente. Como este intervalo de tempo era de 23 horas e 56 minutos, que é exatamente o tempo sideral e não o tempo solar (1 dia solar = 24 horas), Jansky percebeu que este sinal deveria vir de algum ponto na abóbada celeste e não era um sinal vindo do Sol ou do Sistema Solar. Em 1935 Jansky constatou que o sinal de rádio vinha da direção da Constelação de Sagitário, no centro da Via Láctea. Porém, só em 1939 é que suas descobertas foram confirmadas e aceitas. Esta janela de rádio, no intervalo de comprimentos de onda de 1mm até 150 m, nos permitiu avançar tão profundamente no Universo quanto nunca se havia imaginado antes. Poucos anos mais tarde, Southworth e Hey, foram os primeiros a detectar as radioemissões vindas do Sol.

A partir daí foram descobertas várias fontes de rádio, vindas das regiões mais distantes do Universo.

São estudados dois tipos de radiação: a emissão contínua e a emissão molecular.

No estudo da emissão contínua, mede-se a quantidade de sinal emitido como um todo num determinado intervalo de frequência. Todo corpo celeste emite este tipo de radiação. Quando ela é originada do aquecimento do meio, se denomina *emissão térmica*. O Sol, os planetas, nuvens de gás interestelares, galáxias e quasares emitem radiação deste tipo.

Quando a radiação é devida a elétrons acelerados espiralando em torno de linhas de campo magnético, esta radiação se chama *sincrotrônica*. Ela é detectada em locais onde ocorrem processos explosivos, como por exemplo, as explosões solares.

No estudo da emissão molecular, tenta-se determinar a distribuição de determinadas moléculas, dentro e fora da nossa galáxia, bem como detectar moléculas no espaço interestelar, como por exemplo, moléculas de H₂O e HO que já foram detectadas fora da via Láctea.

A fonte de rádio mais forte vem do Sol, que possui um ciclo de 11 anos, quando as explosões solares tornam-se mais violentas, aumentando os sinais de rádio. Outra fonte poderosa de ondas curtas é o planeta Júpiter que possui um campo magnético muito forte ao redor do planeta. Os processos violentos que ocorrem nas explosões das estrelas (Novas e Supernovas) também emitem grande quantidade de ondas de rádio. Foi com a radioastronomia que descobrimos os objetos mais energéticos e mais distantes já conhecidos, os *Quasares* (Objetos Quase Estelares). Além de poderosas fontes de raios-X, também são poderosas fonte de rádio, os *Pulsares*, e também as *colisões de Galáxias*. Usa-se também a radioastronomia para estudar a *distribuição de determinadas moléculas dentro e fora da Via Láctea*. A radioastronomia nos auxilia a observar a *vida das estrelas em diferentes estágios de sua evolução*, permitindo compreender melhor o Universo, tornando-o acessível à população em geral, colocando as maravilhas do Cosmos ao nosso alcance.

III. O Radiotelescópio

Para se observar o céu em ondas de rádio, usa-se basicamente o RADIOTELESCÓPIO (Fig.3), que é composto de uma antena, um radiômetro e um sistema de aquisição de dados. A maioria dos radio-telescópios no mundo usa antena do tipo parabólica, mas ela pode ser de outros tipos, como a helicoidal, que foi utilizada no radiotelescópio experimental que o grupo de Radioastronomia da Associação dos Astrônomos Amadores de São Paulo instalou no Parque Ibirapuera, em São Paulo, em 1963, com sucesso.



Fig. 2- O Radiotelescópio de 140 pés de Green Bank, West Virginia, USA.

O sinal que chega da fonte (por exemplo, Sol ou uma estrela) é detectado pela antena (Fig. 4), e através de guias de onda, chega ao radiômetro, que é um receptor com capacidade de medir a potência do sinal recebido. A potência deste sinal é muito pequena (10^{-15} watts), o que faz necessário a presença de amplificadores para lê-la. Após passar pelo radiômetro, o sinal vai para o sistema de aquisição de dados, que geralmente é composto de um gravador e um registrador, os quais armazenam os dados para futuros estudos. Com este sistema, observa-se todo o céu através da janela de rádio, captando os sinais emitidos em uma dada radiofrequência (o Sol, estrelas próximas e distantes, planetas, galáxias, radiogaláxias, pulsares, quasares, regiões H- II, etc).

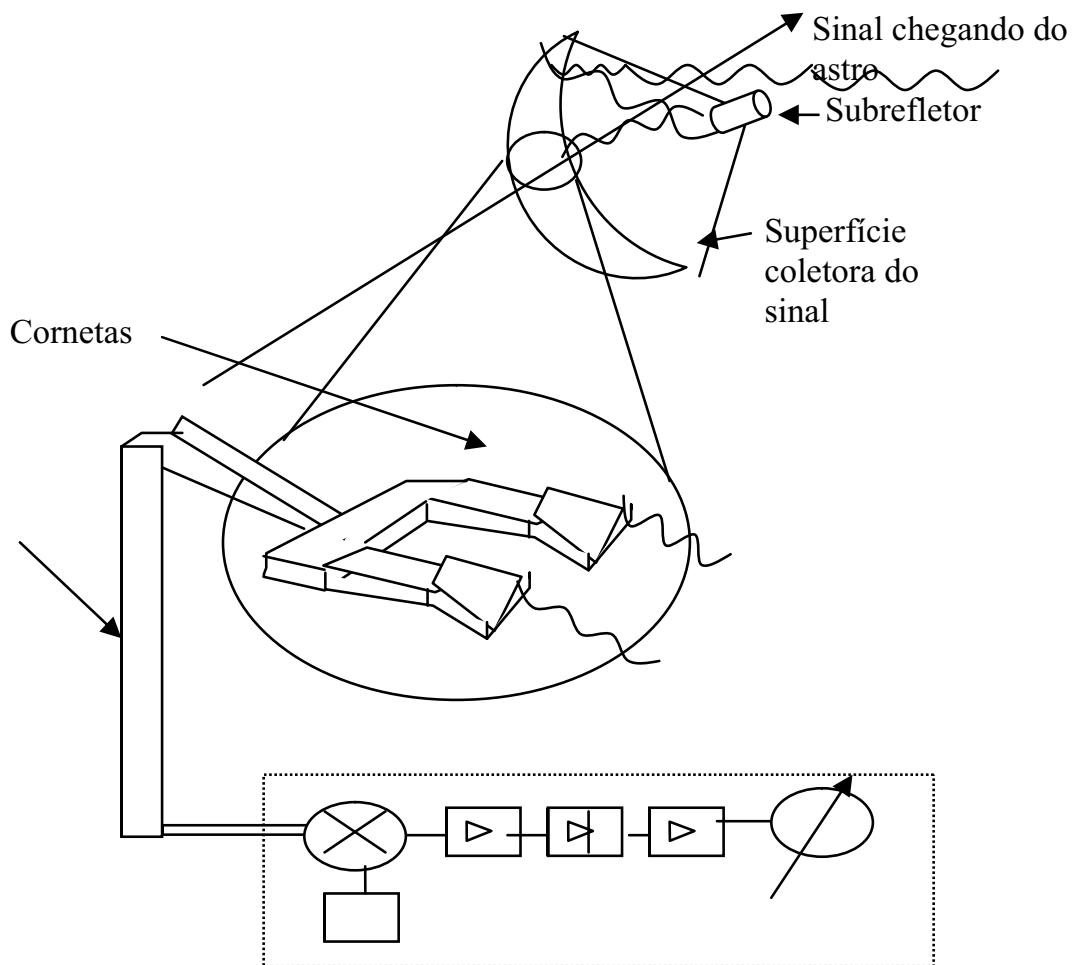


Fig. 3 - Esquema simplificado de um radiotelescópio.

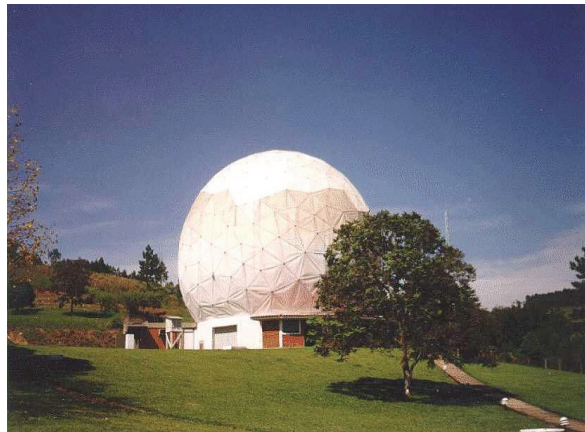
IV. A Radioastronomia no Brasil

A RADIOASTRONOMIA abriu um novo e amplo caminho para que a humanidade possa conhecer e entender os fenômenos do universo. Dominando as ondas eletromagnéticas e as faixas de frequência onde elas se propagam, podemos colocar “escutas” no universo.

No Brasil, a radioastronomia deu um grande salto, com a construção, em 1969, do Radiotelescópio do Itapetinga, em Atibaia, a 60 km de São Paulo, do Observatório Makenzie, sob responsabilidade do Professor Pierre Kaufmann e sua equipe. A antena possui um diâmetro de 13,7 m e está instalada dentro de uma redoma de plástico (foto da Fig. 4) de 20m de diâmetro.



a)



b)

Fig. 4 – Antena do Radio Observatório de do Itapetinga Atibaia, São Paulo. a) antena de 13,7 m de diâmetro em construção, b) redoma de 20 m de diâmetro construída sobre a antena para proteção contra ventos (<http://www.ds.inpe.br/~roi.htm>).

Além da grande antena de 13,7m, o observatório conta com uma pequena antena parabólica de 2,5 m de diâmetro e quatro receptores de VLF. OS trabalhos de pesquisa com a antena de Atibaia se concentram no estudo da radiação proveniente de planetas, estrelas, nuvens circunstelares, nuvens interestelares Galácticas e fontes extragalácticas. A faixa de frequências de operação vai de 7 a 115 GHz, ou seja, de comprimentos de onda de 4 centímetros a 2,5 milímetros.

O Brasil conta ainda com mais alguns grupos de radioastronomia. No Instituto Astronômico e Geofísico da USP, na Água Funda, em São Paulo, temos o radiotelescópio de 2,45 m de diâmetro, operando em 115 GHz. No INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) em São José dos Campos - SP, está em operação uma antena de 9 m de diâmetro, operando em 1,6 GHz, com alta resolução temporal e alta resolução em frequência. Além desta, encontra-se em desenvolvimento no INPE, o Arranjo Decimétrico Brasileiro, que é composto por 32 antenas de 4 metros de diâmetro distribuídas sobre uma linha base de 2,5 km de extensão. No centro do arranjo, serão instaladas 26 antenas, construindo um arranjo em forma de "T". Este tipo de arranjo nos permite obter detalhes muito finos (com altíssima resolução) do local observado. Este arranjo vai operar no intervalo de frequência de 1,2 a 5 GHz.

V. Construindo um “Captador” de ondas de rádio – O Rádio Galena

A fim de ilustrar a aula sobre radioastronomia, podemos construir um “captador” de ondas eletromagnéticas, para detectar ondas de rádio, o RADIO-GALENA também conhecido com Rádio a Cristal Este rádio simples, funciona na faixa

de ondas médias, e não necessita de pilhas ou de qualquer outra fonte de energia. A energia vem das próprias ondas de rádio que são captadas.

Material Utilizado

Tudo o que precisamos é:

- 01 fio nº 27 (pode ser de 26 a 30), esmaltado;
- 01 tubo de PVC ou papelão de aproximadamente 2,7 cm de diâmetro;
- 01 bastão de ferrite de diâmetro um pouco menor do que o do tubo de PVC;
- 01 diodo (D1 na figura 5) de germânio (pode ser 1N34, 1N60, OA89, etc);
- 02 capacitores (C1 e C2 na Fig. 5) de 10 pF e 100 pF respectivamente;
- 01 fone de ouvido de cristal ou magnético de alta impedância;
- 01 arame de 6 a 10 m de comprimento para a antena;
- 01 ferro de soldar, e solda.

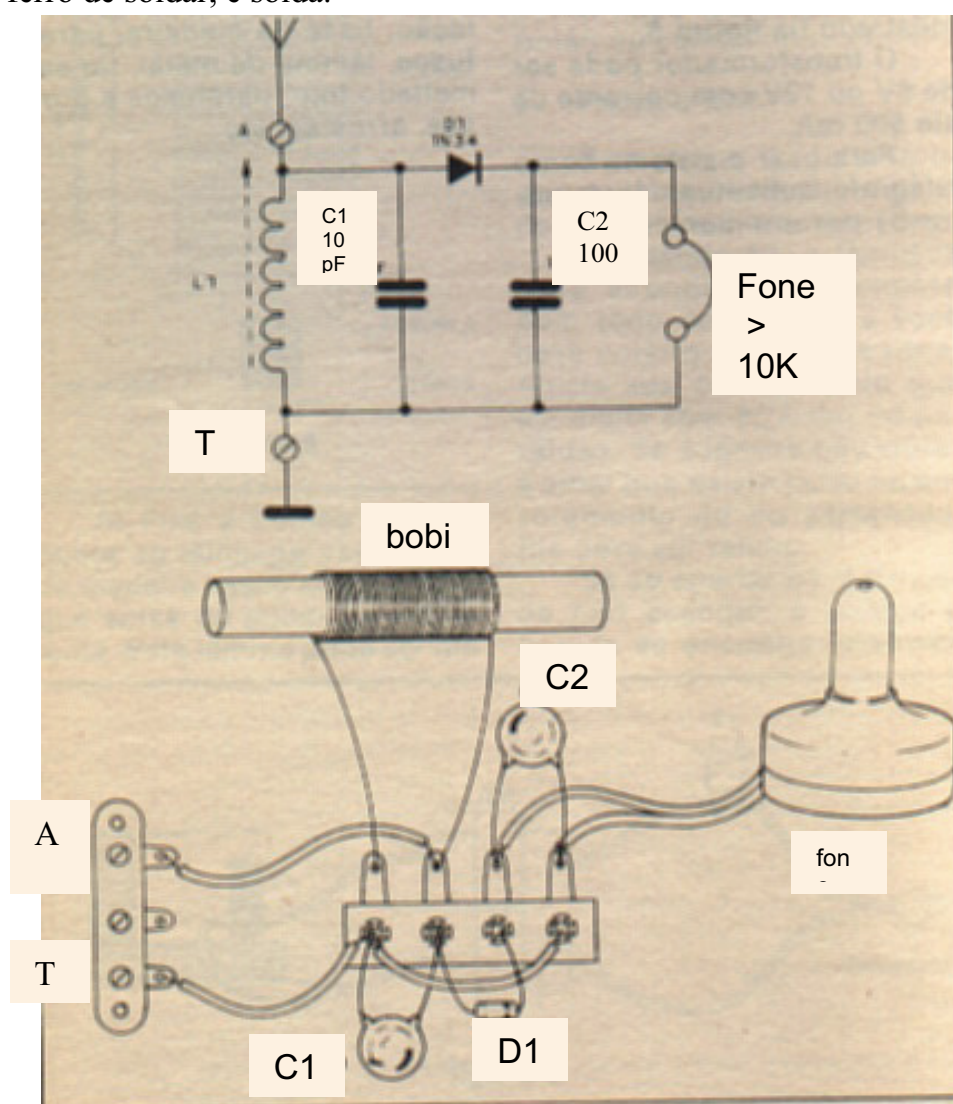


Fig. 5 - Radiogalena, esquema de construção.

Enrole cuidadosamente o fio esmaltado no tubo de plástico (PVC) ou papelão de aproximadamente 2,7 cm de diâmetro, obtendo uma bobina de 80 espiras, dentro da qual pode deslizar o bastão de ferrite. O ferrite deve ter um diâmetro tal que ele possa deslizar suavemente dentro do bastão de PVC. O movimento deste bastão de ferrite é que dá sintonia das estações. Este ferrite é um material utilizado em rádios muito antigos.

Coloque no circuito (com solda) o diodo (D1 na Fig. 5) de germânio (pode ser 1N34, 1N60, OA89, etc.); os dois capacitores (C1 e C2 na figura) de 10 pF e 100 pF respectivamente, e o fone de ouvido. Para a antena, basta um arame de 6 a 10 m de comprimento. Para fazer as ligações, é interessante que se use solda. A ligação à terra pode ser feita em qualquer objeto de metal em contato com o solo, como por exemplo, um encanamento de água, uma esquadria de alumínio ou o pólo neutro de uma tomada.

Ligando estes elementos conforme o esquema da Fig. 5, teremos um captador de ondas eletromagnéticas capaz de transformar informações das rádios emissoras locais até seus ouvidos. Neste caso, o sistema de aquisição de dados é o seu próprio cérebro que se encarregará de armazenar os dados. Note que o som obtido será de baixíssima intensidade.

Analogamente, podemos perceber que o radiotelescópio não passa de um “captador” de ondas eletromagnéticas espalhadas pelo universo.

VI. Referências

FERRAZ-MELLO. Astronomy in Brasil, Revista Mexicana de Astronomia, 12. 13-18, 1986.

GREEF- FISICA 3 Eletromagnetismo - Edusp, 1993.

KAUFMANN, P. Pesquisa em Radio Astronomia no Parque Ibirapuera, IBRAPE, Vol. 1, 7, Dez., 1963.

KRAUSS, J.D. Radio Astronomy, McGraw-Hill Book Company, New York, 1966.

JAROSLAV, P. Radioastronomia, São Paulo, Editora Ática, 1988.

LATTARI, C.J.B. Exploração da Atividade Solar de Baixo Nível na Coroa e Cromosfera, Tese de Mestrado, INPE, São José dos Campos. 1989.

LEPINE, J.R.D. Radioastronomia: Mini Curso para a Escola Avançada de Astrofísica. Ago., 1981.

MEC. Iniciação à Ciência, 2a Parte, 4a Edição. São Paulo, 1974.

TREVISAN, R.H. Estudos multiespectrais das explosões solares associadas com a fase impulsiva do flare solar, INPE, São José dos Campos, Tese de Doutorado, Mar. 1991.

SCHUCH, N.J.; MAIA, M.A.G.; VICENTE, R.O. Astrofísica, Astrometria e Geofísica versus técnicas radiométricas. Ciência e Cultura, 3615, Maio, 1984.

VII. Agradecimento

Agradecemos ao trabalho de edição das fotos e figuras presentes no artigo ao estagiário do Laboratório de Astrofísica, Luciano Marani.