



Universidade Estadual de Campinas  
Instituto de Física Gleb Wataghin

Medida do comprimento de onda das ondas de rádio



Aluna: Laura Rigolo

Orientador: Prof. Dr. Pedro C. de Holanda

Coordenador Prof. Dr. José Joaquim Lunazzi

2º semestre de 2007

Resumo: este experimento consiste em causar interferência destrutiva em ondas de rádio usando uma placa metálica condutora e um rádio. Com o resultado obtido, calculamos seu comprimento de onda. Um fator importante é o de enfatizar que ondas eletromagnéticas viajam com a velocidade da luz.

## **1. Introdução**

### **1.1 Motivação**

No ensino médio e nas oitavas séries do ensino fundamental, a idéia de que ondas eletromagnéticas correspondem a um tipo de onda que pode se propagar no vácuo é a mais trabalhada. Nos livros didáticos é muito comum encontrar as ondas de rádio como sendo um tipo de onda eletromagnética, assim como o raio-X ou a luz visível.

Muitas vezes não é dada ênfase no importante fato de que a única diferença entre estes tipos de radiação é a frequência da radiação eletromagnética.

Através deste experimento evidencia-se que as ondas eletromagnéticas possuem realmente um caráter ondulatório que pode ser representado pela forma senoidal como são estudadas as ondas numa corda, de forma que é possível fazer com que efeitos já conhecidos por alunos desse nível de ensino, como reflexão, interferência, ondas estacionárias, sejam aplicados às ondas de rádio.

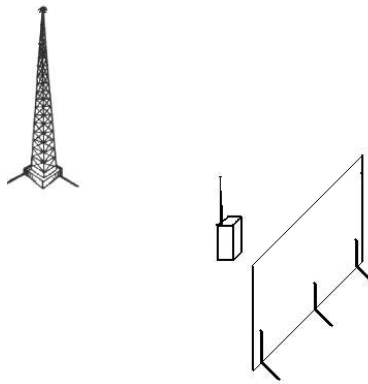
Outro conceito importante a ser trabalhado com o ensino médio é o de que as ondas eletromagnéticas viajam com a velocidade da luz, que nada mais é que a velocidade de propagação da onda eletromagnética. Dessa forma a idéia do experimento é aprofundar o conceito de onda eletromagnética no ensino médio.

### **1.2 Público alvo**

Alunos de ensino médio e eventualmente oitava série do ensino fundamental

## 2. Descrição do experimento

Esse experimento consiste em causar interferência destrutiva de ondas de rádio da seguinte maneira: um rádio FM é ajustado para sintonizar uma rádio (no caso a Educadora FM, 91,7MHz) da qual se sabe, aproximadamente, a direção da antena e sua frequência. Uma chapa de latão é colocada depois do rádio, de forma que este fique entre a antena e a chapa.



**Figura 1** esquema da montagem experimental

Como a placa metálica reflete a onda eletromagnética, temos o seguinte efeito: Afastando o rádio da placa, a onda refletida começa causar interferência na onda emitida pela antena, até que essa interferência seja totalmente destrutiva na recepção do rádio, e o sinal suma. A recepção poderá ser restaurada aproximando-se novamente o rádio da placa metálica, ou simplesmente rodando a placa metálica.

Medindo a distância entre o rádio e a placa metálica no momento da interferência, é possível calcular o comprimento de onda.

## **2.1 Precisão do experimento**

Estimando que o erro da medida da rádio seja da ordem de 0,4MHz, ou seja, imagina-se que uma rádio com frequência 91,7MHz possa ser captada de 91,5 a 91,9MHz. Adotaremos a aproximação de uma emissão monocromática. Para conseguirmos uma redução de 99% na intensidade da onda detectada precisamos ajustar a placa metálica com uma precisão de 3%, o que não implica em uma dificuldade experimental grande. Estes cálculos consideram que a onda se reflete em uma superfície perfeitamente condutora, o que não sendo verdade, também levará a uma dificuldade em criar a interferência destrutiva.

## **2.2 Problemas encontrados no experimento**

A idéia inicial era usar a rádio muda por esta ter sua localização facilmente determinável dentro da Unicamp, o que não foi possível. Depois de vários testes percebemos que o sinal dessa rádio não sofria nenhum tipo de interferência na montagem experimental. Uma das hipóteses levantadas foi a de que seu transmissor emite uma banda grande de frequências, de forma que mesmo quando uma determinada frequência é anulada, o sinal continua sendo captado pelo rádio devido às outras frequências. Isso pode ser evidenciado quando notamos que a rádio muda não apresenta interferência se sua frequência não estiver bem ajustava.

Outro fator importante é o de que a pequenas distâncias a frente de onda não é plana. Quando temos frente de onda plana, o lugar geométrico do máximo de interferência (mínimo de sinal) é um plano, o que é facilmente localizável. Mas quando tratamos de frentes de onda esférica o lugar geométrico do máximo de interferência passa a ser um ponto, o que teoricamente seria localizável, mas não é pois não tratamos de um rádio pontual, com uma antena pontual.

Precisávamos então de uma rádio com antena de transmissão em Campinas que tivesse uma frequência bem definida e estivesse mais distante da unicamp. Optamos pela rádio Educadora FM. Com o auxílio do google maps, determinamos a direção da rádio.

A principal preocupação com o experimento é que ele funciona bem apenas em um campo aberto, pois em locais com presença de pessoas, paredes, móveis, a onda de rádio reflete nesses anteparos e a interferência da onda vinda direto da antena não é suficiente para causar uma aniquilação do sinal no rádio. Nesses casos, observa-se apenas uma interferência no sinal, como quando temos um rádio mal sintonizado.

### **2.3 Material**

Um rádio FM a pilha

Uma placa de latão de 0,60mx1,10m

Três suportes que mantêm a placa de latão perpendicular ao solo

### **2.4 Foto da montagem experimental**

O experimento foi realizado sempre em locais abertos, no entanto essa foto foi tirada num ambiente interno.



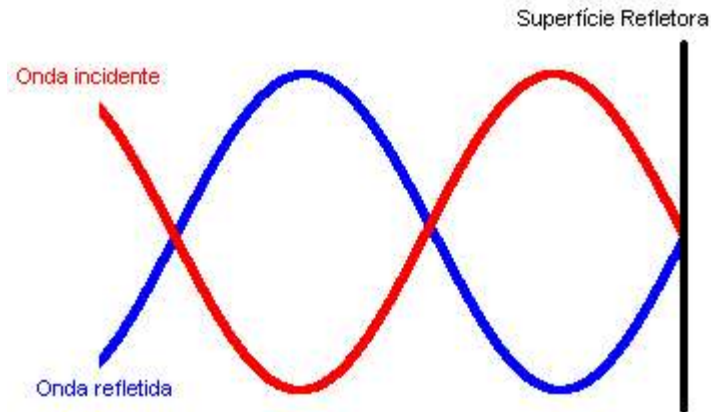
**Figura 2 montagem experimental**

### **3. Teoria**

As ondas de rádio FM são ondas eletromagnéticas de frequência na ordem  $10^8\text{Hz}$  (centenas de MHz) portanto seu comprimento de onda é da ordem de metro, dessa forma o experimento proposto é mensurável.

Quando uma onda incide na superfície de um material condutor, parte dela é refletida com a fase invertida e parte dela é transmitida, a onda transmitida é atenuada ao penetrar no material. Se considerarmos um material perfeitamente condutor, temos que o único efeito é a reflexão, de forma que ocorre apenas a inversão de fase.

Podemos estudar esse caso fazendo um paralelo com o exemplo de cordas vibrantes, no qual vemos claramente os modos de vibração.



**Figura 3** reflexão da onda

Dessa forma, colocando-se a antena do rádio em um dos nós, ele está em um lugar onde ocorre interferência destrutiva, portanto esse rádio não irá apresentar perfeita sintonia. O ponto mais próximo em que isso ocorre, está a uma distância de meio comprimento de onda da superfície do material. Realizando o experimento corretamente é possível medir essa distância e com ela concluir o comprimento de onda da onda de rádio.

Usando a rádio educadora, com frequência 91,7MHz, esperamos obter um comprimento de onda de aproximadamente 3,3m:

$$c = 3 \cdot 10^8, f = 91.7 \text{ MHz} \rightarrow \lambda = 3,3 \text{ m}$$

#### **4. Conclusões do experimento**

Realizando a montagem descrita, verificamos que a interferência é mais evidente a uma distancia de 1,54 a 1,62m da placa, o que leva a um comprimento de onda de 3,08 a 3,24, que está bem próximo do valor teórico calculado.

Outra abordagem interessante seria a de calcular a velocidade da luz usando o comprimento de onda medido e a frequência fornecida pela rádio.

Dessa forma, obtemos  $2,8 \cdot 10^8 \text{ m/s}$  a  $10,0 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ . Novamente valores bem próximos do real.

## Referências

1. <http://pt.wikipedia.org> (acesso em 28/08/2007)
2. [http://www.gta.ufrj.br/seminarios/semin2003\\_1/miguel/Capitulo5.htm](http://www.gta.ufrj.br/seminarios/semin2003_1/miguel/Capitulo5.htm) (acesso em 29/08/2007)
3. Física Moderna Experimental e aplicada  
Carlos Chesman / Carlos André / Augusto Macêdo  
Editora Livraria da Física  
1ª ed / 2004
4. Física História e Cotidiano Volume único, Volume 2 e Volume 3  
Jose Roberto Bonjorno/Regina Azenha Bonjorno/Valter Bonjorno/Clinton Ramos  
Editora FTD  
2ª edição/ 2005
5. Introduction to Electrodynamics  
David J. Griffiths
6. Hallyday, Resnick, Walkers Fundamentals of Physics sixth edition