

# Construção de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa para o Experimento de Hertz

## Building a Potentially Significant Teaching Unit for the Hertz Experiment

<sup>1</sup> Sérgio S. Toledo, <sup>2</sup> Everton Cavalcante;

<sup>1</sup> Escola E. Ens. Fund. e Médio São Sebastião, Campina Grande, PB, Brasil;

<sup>2</sup> Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, PB, Brasil

**Resumo:** Desenvolvemos uma proposta didática de aplicação de uma UEPS (Unidade de Ensino Potencialmente Significativa) para o Experimento de Hertz com relação ao conteúdo das ondas eletromagnéticas pelo fato de ser um tipo de abordagem que faz relevância aos conhecimentos prévios do discente, tendo-o como foco principal a construção do conhecimento significativo. Incluímos alguns comentários sobre a prática do experimento de Hertz com a introdução de um coesor, com a finalidade de enriquecer o trabalho didático. Comentamos no texto também sobre como as tecnologias atuais fazem uso avançado do fenômeno da emissão e captura de sinais eletromagnéticos.

**Palavras-chave:** ensino de física, experimento de Hertz, ondas eletromagnéticas.

**Abstract:** We developed a didactic proposal for the application of a UEPS (Potentially Significant Teaching Unit) for the Hertz Experiment in relation to the content of electromagnetic waves as a type of approach that makes the student's prior knowledge relevant, focusing on it main the construction of meaning. We include some comments on the practice of the Hertz experiment inside the coesor device approach, in order to enrich the didactic work. We also comment in the text on how current technologies make advanced use of the phenomenon of emission and capture of electromagnetic signals.

**Keywords:** teaching physics, Hertz experiment, electromagnetic waves.

### Introdução

Uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) [MOREIRA, 2011] é uma modalidade de abordagem de conteúdos que reúne considerações adequadas e favoráveis à relação ensino-aprendizagem, na busca de proporcionar ao discente uma

continuidade de aquisição de conhecimentos a partir de onde ele está em seu nível de conhecimento. Nos dias atuais, grande parte das tecnologias incluem em suas funcionalidades as ondas eletromagnéticas. Porém, apenas o uso desses equipamentos não torna o estudante conhecedor dos fenômenos físicos que estão por trás deles, sendo o papel fundamental do

<sup>1</sup>sergiostoledo@bol.com.br

professor de Física revelar o lado científico de tudo isso, de como aconteceram as descobertas desse fenômeno, dos personagens envolvidos no processo, etc. Nesse artigo, propomos uma demonstração do experimento de Hertz aproximadamente como foi realizado pelo próprio Hertz. Assim buscamos a relação dos conceitos obtidos na época com as tecnologias atuais.

Para reproduzirmos o experimento de Hertz, optamos por incluir na antena receptora um dispositivo conhecido como coesor [BRANLY, 1902]. A partir do experimento que adaptamos, sugerimos possíveis ampliações para uma visão mais tecnológica, podendo também incluir o funcionamento de sistemas remotos de rádio controle.

Na elaboração da UEPS, destacamos a importância da sondagem de conhecimentos prévios dos alunos, levantamento de situação problema, avaliações em todos os momentos das etapas, envolvimento dos discentes em pesquisas e buscas por respostas das questões levantadas pelo professor. Na aplicação desse tipo de unidade de ensino, cada etapa é um indicador do progresso contínuo da aprendizagem.

### **Desenvolvimento:**

De acordo com Moreira [MOREIRA, 2006], uma UEPS é uma modalidade didática direcionada à aprendizagem significativa que valoriza os conhecimentos prévios do aluno como sendo o elemento mais influenciador do processo da aprendizagem. Na UEPS, o aluno é o personagem central de onde deve partir a decisão por aprender significativamente determinado conteúdo. Para proporcionar ao aluno uma aprendizagem significativa, é fundamental que este se envolva em situações-problema criadas

intencionalmente para inseri-lo na busca por soluções. Essas situações-problema, com níveis crescentes de dificuldade, são organizadores prévios [MOREIRA, 1999] que concedem significâncias ao que se aprende. E, segundo Johnson-Laird [JOHNSON-LAIRD, 2010], quando o discente se depara com a situação-problema, esta precisa construir um modelo mental de trabalho para encontrar sua correspondente solução. Para Novak [NOVAK, 1988], o aluno deve agregar ao seu objetivo de encontrar a resposta seus pensamentos, suas ações e sentimentos. O professor tem a função de produzir a situação problema de forma criteriosa mediando o processo para que o aluno consiga descobrir e encontrar os significados necessários ao objetivo final.

Para Moreira [MOREIRA, 2005], precisamos observar alguns pontos na construção da UEPS. Dentre eles principalmente: a escolha do conteúdo a ser trabalhado, e a criação da situação problema para que os discentes entrem em ação na busca por soluções. Ademais as contribuições parciais do professor na busca de soluções devem vir numa sequência crescente de dificuldade. Essas abordagens devem proporcionar aos alunos a ação de pensar, discutir e relacionar os novos conhecimentos obtidos com seus raciocínios anteriores [AUSUBEL, 1963]. E o professor pode fazer uso de textos, experimentos, questões, etc. Numa UEPS, considera-se que o bom resultado está atrelado a constatação de indicativos de aprendizagem significativa do conteúdo [AUSUBEL, 2000], semelhante à capacidade do discente de explicar o que aprendeu e ser capaz de compreender situações problema.

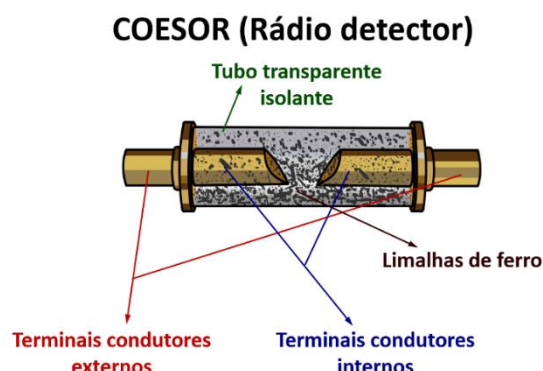
Atualmente, transmissões de TV, informações via Wifi, controles remotos,

sinais de satélites, aparelhos que capturam radiações infravermelhas, diversos sensores eletrônicos, dentre tantas outras tecnologias, existem graças às ondas eletromagnéticas. Sendo que boa parte da teoria eletromagnética como é conhecida hoje veio de trabalhos experimentais.

Atividades experimentais são recursos interessantes para atrair a atenção dos discentes [SELAU, 2019]. Entretanto, essas práticas desconectadas de fundamentações científicas não proporcionam aprendizagem de conceitos de Física. Em nossa UEPS, optamos pelo experimento de Hertz, porém fazendo uma adaptação com o uso do coesor de Branly [VANDEMBROUCG, 1997].

O coesor é um dispositivo ou componente de acionamento que funciona como se fosse um interruptor. Esse dispositivo é ativado quando conectado a uma antena que recebe um sinal de uma onda eletromagnética. Para compreendermos a sua funcionalidade precisamos entender como o coesor é construído. Trata-se de um pequeno tubo isolante que pode ser de papelão, plástico, vidro ou outros materiais segundo a criatividade de quem o construirá, sendo que a vantagem de ser um material transparente é que permite a visualização de suas partes internas. Dentro desse tubo é inserido uma pequena quantidade de limalha de ferro com um pouco de folga. As duas extremidades do tubo são fechadas com condutores, conforme a figura seguinte

Figura 1-A: Representação esquemática do coesor. (Fonte: Autores)



A princípio o coesor apresenta uma resistência elétrica bastante elevada, da ordem de mega Ohm, devido ao fato de que os pedacinhos de ferro da limalha encostados um nos outros fazem mal contato elétrico principalmente por causa de suas superfícies oxidadas. No entanto, quando a antena receptora captura o sinal do pulso de onda eletromagnética emitido pela parte transmissora à distância, ocorre que uma chispa ou pequeno arco elétrico percorre a limalha e os pequenos fragmentos aquecidos se conectam uns aos outros vencendo a oxidação das áreas de contato como se fossem “soldados”, reduzindo consideravelmente a resistência elétrica do componente de modo a permitir a passagem da corrente elétrica numa intensidade suficiente para que um diodo LED possa emitir luz. O conjunto experimental é formado pelo transmissor e pelo receptor. O transmissor tem uma antena dipolo horizontal e suas varetas são separadas entre si por uma distância de cerca de meio centímetro ou menos, tal que uma fonte de elevada tensão (construída artesanalmente e que fornece uma tensão de dez mil volts) é conectada a essas varetas, de forma que uma delas é ligada ao terminal positivo da fonte e a

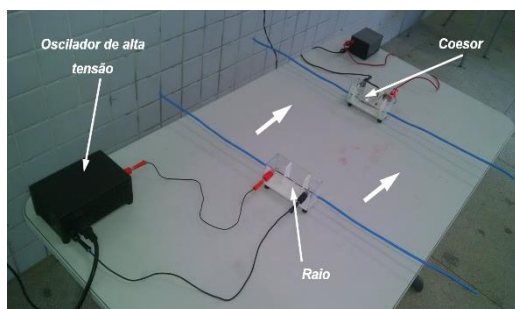
outra no terminal negativo. A fonte é acionada emitindo uma descarga (arco elétrico) entre essas extremidades das varetas da antena

Figura 1- B: Arco elétrico de aproximadamente 7mm (Fonte: Autores).



Esse arco elétrico na verdade corresponde à pulsos de onda eletromagnética o qual passa a ser transmitido pelo ar alcançando a antena receptora na qual encontra-se o coesor conectado à mesma. Antes de capturar a onda eletromagnética, o coesor funciona como uma chave aberta. Após a chegada instantânea da onda radiante, o coesor tem sua resistência elétrica efetivamente reduzida deixando que ocorra a passagem da corrente elétrica vinda de uma pequena bateria até um diodo LED, fazendo-o emitir luz, acusando a presença do sinal na recepção experimental.

Figura 2: Aparato experimental produzido pelos autores.



Em nosso protótipo, fizemos uso de um circuito eletrônico artesanal, sendo um oscilador de altas tensões, similar ao

mencionado anteriormente. Contudo, existem outras maneiras de se obter a faísca de alta voltagem. Como por exemplo: com um acendedor de fogão que pode ser adquirido com certa facilidade no mercado. Esse pulso eletromagnético propaga no espaço e alcança a antena receptora, na qual existe uma pequena instalação elétrica: No sistema receptor, o coesor conectado em série com um diodo LED. No momento em que o pulso da onda atinge o coesor, o campo eletromagnético gerado proporciona em suas limalhas um aumento na condutividade elétrica conforme descrito anteriormente. Então a pequena corrente elétrica que consegue atravessar o coesor, também percorre o LED que passa a acender. O LED aceso indica a chegada do pulso eletromagnético transmitido na antena emissora, o que caracteriza notavelmente que houve uma transmissão eletromagnética.

Nesse caso, o coesor funciona mesmo como um interruptor elétrico. Uma “pequena perturbação” no corpo do coesor faz com que as limalhas de ferro se desacoplem novamente, ocasionando que sua resistência elétrica volta a ser elevada, impedindo a passagem da corrente e, portanto, desligando o LED.

### Resultados e Discussões:

A atividade experimental (situação problema) proposta na unidade de ensino é do tipo demonstrativa. Após uma abordagem geral das informações apresentadas, o professor deve incluir alguns conceitos de corrente elétrica, resistividade e resistência, e sobre o efeito elétrico proveniente da variação de campos magnéticos [GRIFFTHS, 2011]. E, com isso estimular o

desenvolvimento de alguns “modelos próprios” dos estudantes para o fenômeno. Ou seja, os estudantes não só assistem a apresentação, mas interagem com o professor e com os colegas, discutindo sobre o fenômeno. Apresentando assim seus conhecimentos prévios sobre o fenômeno a todos da turma. Algum aluno pode ser convidado pelo professor para ligar o gerador de raios e todos visualizam o resultado posterior. Essa prática pode ser repetida algumas vezes e provavelmente novos argumentos começarão a surgir. Desse modo o professor conduz a discussão em sala com níveis crescentes de dificuldade. Bem como avalia a captação de conteúdo dos estudantes no processo.

O experimento também permite que sejam observados alguns fenômenos sobre as ondas eletromagnéticas, como exemplo, a polarização [NUSSENZVEIG, 2012]. Se as antenas estiverem em paralelo, o sinal é detectado e o LED acende. Mas se essas antenas estiverem numa posição perpendicular entre si, o sinal eletromagnético não será detectado. Também abre campo para que a turma e o professor possam conversar sobre controles remotos via ondas de rádio, etc.

A proposta experimental é diferenciada em relação à ideia inicial abordada sobre o experimento de Hertz exatamente por envolver o elemento detector das ondas e por incluir a ideia de acionamento remoto. O coesor contribui para facilitar a visualização do acionamento à distância sem a necessidade de ter uma sala escura para visualizar a faísca assim como fez Hertz. Esse experimento pode ser apresentado nos momentos finais do agrupamento de aulas para que seja

possível reunir as informações anteriormente estudadas, desde o resumo histórico até os conceitos trabalhados.

Outra opção seria intercalar em paralelo com a série resistor mais LED um pequeno circuito oscilador de áudio para produzir um pequeno apito indicando a chegada sinal eletromagnético na antena receptora (alguns multímetros produzem um pequeno apito quando suas pontas de prova estão em curto-circuito podendo ser ligado em paralelo com o coesor para essa finalidade). Mas um circuito desse tipo (que produz fino apito) não pode consumir correntes relativamente altas para não comprometer a funcionalidade do coesor.

#### **Agradecimentos:**

Agradecemos a CAPES e ao CNPq pelo apoio financeiro.

#### **Referências**

AUSUBEL, D.P. **The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view.** Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. 2000. 212p.

AUSUBEL, D.P. **The psychology of meaningful verbal learning.** New York, Grune and Stratton. 1963

BRANLY E. **Radioconducteurs à contact unique,** C. R. Acad. Sci. Paris 134, 347–349 (1902)

GRIFFTHS. D. J. **Eletrodinâmica.** Pearson, 3º Ed. 2011

JOHNSON-LAIRD P. N. **Mental models and human reasonig.** Proceedings of

<sup>1</sup>sergiostoledo@bol.com.br

the National Academy of Sciences. 107.  
2010. pp. 18243-18250

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: EPU. 1999. 248p.

MOREIRA, M.A. **Aprendizagem significativa crítica**. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS. 2005. 45p.

MOREIRA, M.A. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação na sala de aula**. Brasília: Editora da UnB. 2006. 185p.

MOREIRA, M.A. **Unidades de Ensino Potencialmente Significativas – UEPS**. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS. 2011. 22p.

NOVAK J. D. **Learning Science and Science of Learning**. Studies in Science Education. 15. 1988. pp. 77-101.

NUSSENZVEIG, H. M. **Física Básica, Vol. 3**. Ed. Blücher. 2012.

SELAU F. F., **Fontes de autoeficácia e atividades experimentais de física: um estudo exploratório**. Rev. Bras. Ensino Física. 41 (2). 2019.

VANDEMBROUCG, A. C., BOCCARA, ROUX S., **Breakdown patterns in Branly's coheror**, J. Phys. III 7, 303–310 (1997). Google Scholar