



Atribuição-NãoComercial-Compartilha Igual - CC BY-NC-SA



# Aplicações do Eletromagnetismo nas Telecomunicações: Uma Proposta de Sequência Didática Para o Ensino Médio

*Raimundo Albenes Perreira de Oliveira*

## RESUMO

A Física é uma Ciência de base matemática, e por essa razão não é uma tarefa fácil quando assumimos o compromisso de ministrá-la num ambiente escolar de nível médio. Nós deparamos com um currículo em que configura uma abordagem propedêutica e alunos com menor interesse em estudar essa disciplina. Então, elaboramos uma proposta com uma roupagem mais fenomenológica para trabalhar o tema Antena de Microfita por meio do assunto Onda Eletromagnética.

**Palavras-chave:** Ondas Eletromagnéticas. Antena de Microfita. Fenomenologia. Telecomunicação.

## ABSTRACT

Physics is a science based on mathematics, and for that reason it is not an easy task when we are committed to teach it in a high school environment. We are faced with a curriculum that configures a propaedeutic approach and students with less interest in studying this discipline. So, we developed a proposal with a more phenomenological guise to work on the Microstrip Antenna theme through the Electromagnetic Wave subject.

**Keywords:** Electromagnetic waves. Microstrip Antenna. Phenomenology. Telecommunication.

## 1. INTRODUÇÃO

As antenas são usadas em larga escala na sociedade, são instrumentos simples que passam despercebidos diariamente pelos estudantes do ensino médio. Os livros didáticos não trazem nada a respeito dessa temática. Objetiva-se criar uma forma de tornar esse instrumento eletrônico mais acessível aos alunos do ensino médio e demais pessoas de forma geral, e, para isso, construiu-se uma Sequência Didática que permitirá aos professores das escolas de ensino médio desenvolverem junto com seus alunos uma antena de microfita.

Esse dispositivo corresponde a um simples pedaço de placa de circuito integrado, com substrato FR4-Epóxi de constante dielétrica 4,4, espessura 0,4 milímetros e

Oliveira, R.A.P.; Aplicações do Eletromagnetismo nas Telecomunicações: Uma Proposta de Sequência Didática Para o Ensino Médio. Revista Portuguesa Interdisciplinar V.3, Nº1, p.37-51, jan/jul. 2022. Artigo recebido em 25/03/2022. Última versão recebida em 22/04/2022. Aprovado em 15/06/2022.

alimentação por linha de microfita. Essa placa pode ser facilmente adquirida em lojas de componentes eletrônicos. Uma antena de microfita transmite em 2,45 GHz, que corresponde ao sinal de *Wi-Fi*. A base do funcionamento dessa antena são as ondas eletromagnéticas.

Essas ondas são largamente usadas nos mais diversos dispositivos eletrônicos, tais como: quando se sintoniza um canal de televisão (TV); uma emissora de rádio; o ruído da caixa de som do computador quando o celular toca próximo a ela; quando se prepara pipoca no aparelho de micro-ondas; em tecnologias 3G e 4G; em sistema de *Wi-Fi*, dentre outros. São inúmeros exemplos distribuídos nas mais diversas aplicações tecnológicas do eletromagnetismo.

Nessa perspectiva, propõe-se uma Sequência Didática que tem como objetivo desenvolver nos alunos as habilidades e competências necessárias para a compreensão de uma antena de microfita.

Cabe ressaltar que a Sequência Didática é um norteador para que o professor possa trabalhar com base na sua realidade, ou seja, adaptando conforme a necessidade sem que deixe de atender às expectativas da proposta. De forma geral, será apresentada a seguir a Sequência Didática que foi desenvolvida como um produto educacional disponível em (<http://tede.bc.uepb.edu.br/jspui/handle/tede/3530?mode=full>) do programa de mestrado profissional do polo 48 da UEPB através Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF da Sociedade Brasileira de Física – SBF com obtenção do título no ano de 2018.

## 2. METODOLOGIA

A proposta pedagógica desenvolvida neste trabalho tem como intuito implementar o uso de um objeto de aprendizagem para introduzir conceitos do eletromagnetismo aplicado ao uso de antenas de microfita para os alunos da 3ª série do ensino médio, utilizando como objeto de recurso pedagógico: (a) uso de figuras geométricas, tais como poliedros e polígonos, observando os eixos de simetria; (b) experiência de Oersted com materiais de baixo custo; e (c) aula dialogada, como exposição em *data show*, explorando os conceitos das antenas (definição, classificação e estrutura) e suas aplicações nas mais diversas áreas de aplicações da telecomunicações. Foram introduzidas as etapas de elaboração de um projeto de uma antena de microfita e, no último encontro, os alunos apresentaram seminários acerca do tema trabalhado ao longo das quatro últimas aulas.

## Aplicações do Eletromagnetismo nas Telecomunicações: Uma Proposta de Sequência Didática Para o Ensino Médio

A Sequência Didática foi aplicada em uma escola estadual da cidade de Malta – PB, com uma turma de 31 alunos da 3ª série A do ensino médio do turno da manhã. As aulas ocorreram nos dias 18, 19, 24, 25 e 27 de julho de 2017, totalizando 5 encontros, com duração individual de 90 minutos. A escola dispõe de vários espaços pedagógicos, como: laboratórios de informática e de ciências, biblioteca, quadra poliesportiva e pátio. Porém, neste trabalho, teve-se a curiosidade de verificar apenas três, que foram: o laboratório de informática, o laboratório de ciências e a biblioteca. O trabalho foi desenvolvido na sala de aula e no laboratório de informática, uma vez que a escola dispõe de apenas um *data show*, e quando não foi possível usar o *data show*, levaram-se os alunos para o laboratório de informática.

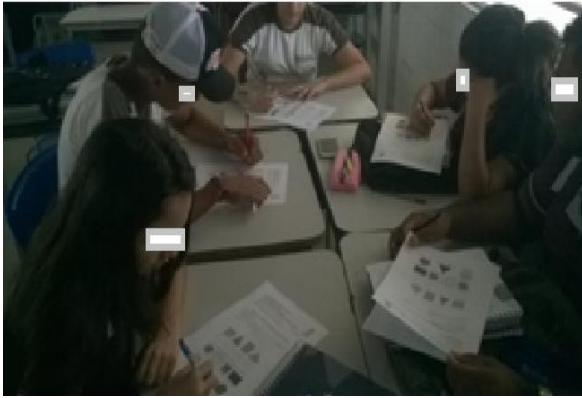
A Figura 1 mostra os alunos desenvolvendo a Atividade 1, proposta no primeiro encontro, quando se discutiu o conceito de simetria. O trabalho foi em grupo, e os alunos recortaram as figuras geométricas e logo em seguida realizaram a identificação dos seus eixos de simetria.

Enquanto os alunos interagem com o objeto de aprendizagem, passava-se em cada equipe questionando-os sobre alguns aspectos relevantes, respondendo dúvidas e fazendo algumas perguntas, tais como: (a) Como a lei de Gauss usa a simetria? Por quê? (b) Resolver problemas de eletricidade usando simetria é mais fácil? Por quê?

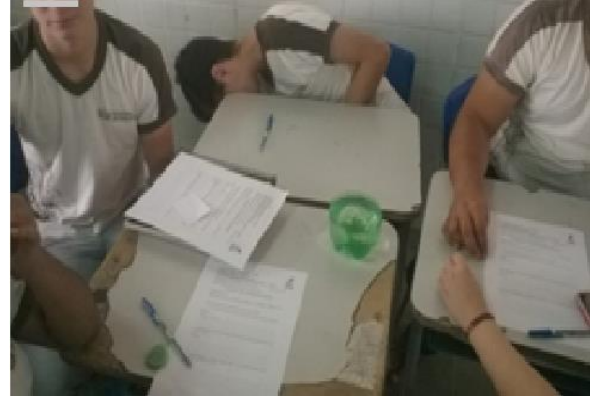
Num segundo momento, os alunos foram orientados para a realização de uma atividade experimental que nada mais é do que a reprodução da experiência de Oersted com materiais de baixo custo. Utilizou-se nessa atividade uma folha de papel ofício, garrafa PET de 2 litros, fio de cobre flexível com 30 cm de comprimento, pilhas de 1,5 V e um ímã. Ao final da atividade, foi discutido o conceito de campo magnético (Figura 2).

**Figura 1 – Recorte das figuras geométricas observando os eixos de simetria**

**Figura 1 – Experiência de Oersted com materiais de baixo custo**



Fonte: Elaboração própria.

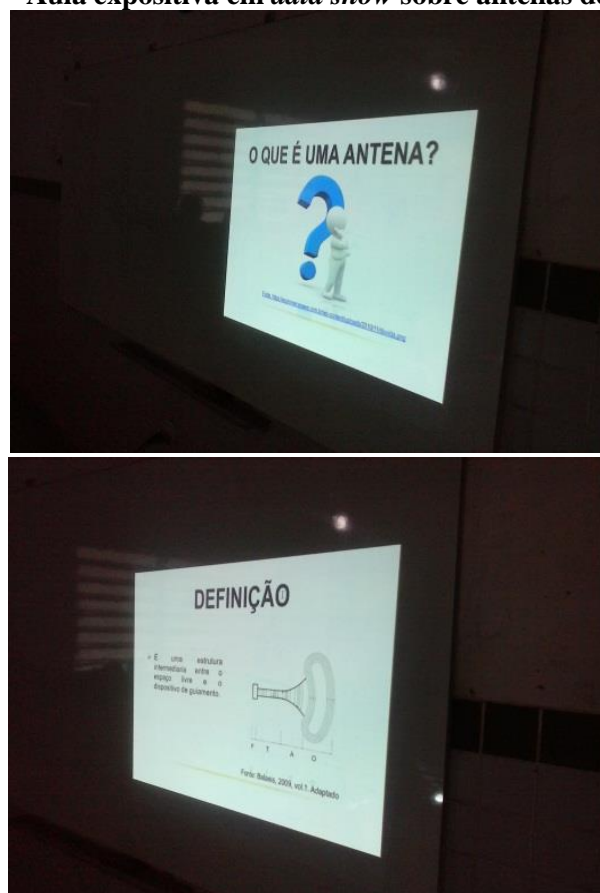


Fonte: Elaboração própria.

Novamente, durante a construção do experimento de Oersted, os alunos foram questionados sobre como a agulha magnética orienta-se com o campo magnético terrestre.

Na Figura 3, foi apresentada aula dialogada com exposição em *data show* sobre o conceito de antenas (definição, classificação e estrutura) e suas aplicações nas mais diversas áreas da telecomunicação.

Figura 3 – Aula expositiva em *data show* sobre antenas de microfita



Fonte: Elaboração própria.

## Aplicações do Eletromagnetismo nas Telecomunicações: Uma Proposta de Sequência Didática Para o Ensino Médio

Nesse momento, questionou-se como uma onda se propaga no espaço e como a frequência de transmissão está associada a esse tipo de problema do eletromagnetismo aplicado. Para fortalecer o conceito de guia de onda, os alunos foram orientados a realizarem outra atividade experimental, de baixo custo, trabalhando os guias de ondas.

Na Figura 4, pode-se perceber o momento em que os alunos estão montando os guias de ondas.

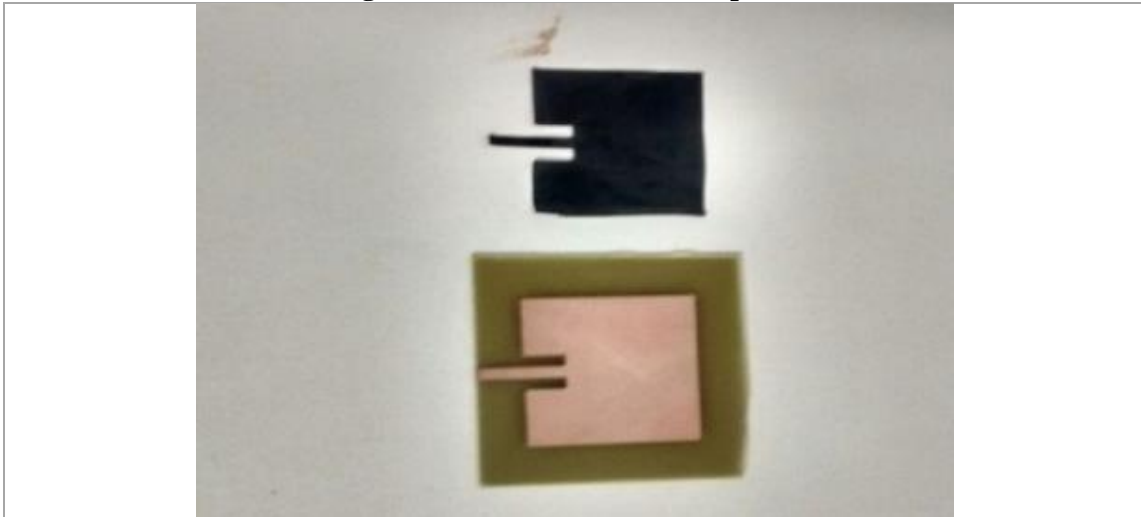
**Figura 4 – Atividade experimental sobre guia de ondas**



**Fonte:** Elaboração própria.

Num quarto momento, os alunos tiveram a oportunidade de compreender as etapas de construção de uma antena de microfita por meio de uma expositiva e dialogada com o recurso *data show*. Por questão de segurança, não foi possível realizar o processo de corrosão da antena na escola. Esse processo foi feito no laboratório de Física da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), no *Campus VII*, em Patos – PB, e levado para sala de aula.

**Figura 5 – Antena de microfita pronta**



**Fonte:** Elaboração própria.

Ao se apresentar para a turma uma antena de microfita, foi questionado sobre como alimentá-la e em qual frequência esse dispositivo eletrônico funciona como antena. No último encontro, que ocorreu no laboratório de informática, os estudantes apresentaram o *workshop* sobre os temas abordados nos últimos encontros. O objetivo foi ter um parâmetro para observar se houve ganho significativo de conhecimento associado ao eletromagnetismo aplicado mediante a argumentação apresentada pelos alunos nos debates proferidos (Figura 6).

**Figura 6 – Seminário de apresentação dos alunos**



**Fonte:** Elaboração própria.

Em todos os encontros, os estudantes foram instigados a pensar sobre o eletromagnetismo aplicado e como as atividades propostas neste trabalho somaria ao conhecimento proposto pelo livro didático adotado pela escola.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A seguir, serão descritas, como resultado desta pesquisa, as respostas apresentadas pelos alunos durante a realização das atividades experimentais e do *workshop*. A turma é composta de 31 alunos e foi organizada em grupos da seguinte maneira: grupo A: 5 alunos; grupo B: 4 alunos; grupo C: 7 alunos; grupo D: 5 alunos; grupo E: 5 alunos; e grupo F: 5 alunos. Essa divisão ficou a critério dos próprios alunos. Escolheu-se um aluno de cada grupo que serão aqui chamados de alunos A, B, C, D, E e F, para serem analisadas suas respostas. É importante ressaltar que este trabalho não tem por objetivo classificá-lo como uma proposta boa ou ruim, mas sim apresentar uma possibilidade metodológica de se trabalhar um tema da disciplina de Física. A seguir, apresentam-se as respostas registradas.

**Atividade 1, desenvolvida no primeiro encontro:** consiste em trabalhar o conceito de simetria usando como objeto de aprendizagem polígonos e poliedros impressos em folha de papel ofício.

Figura 7 – Respostas do aluno A (Ativ. 1)

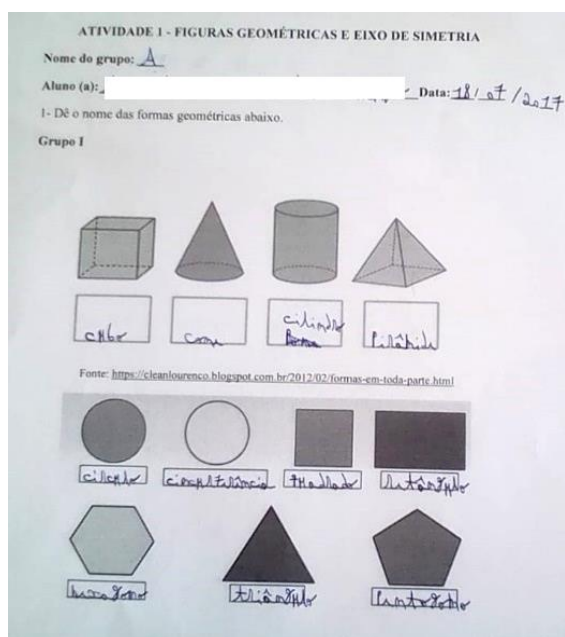
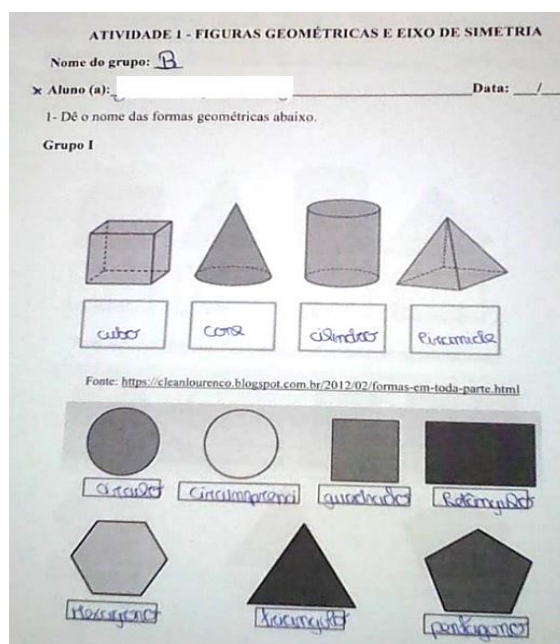
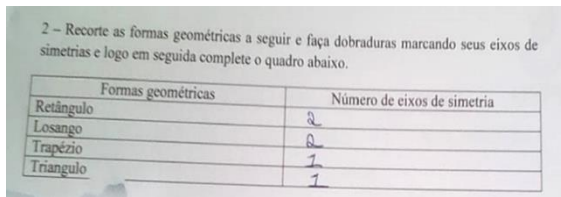


Figura 8 – Respostas do aluno B (Ativ. 1)

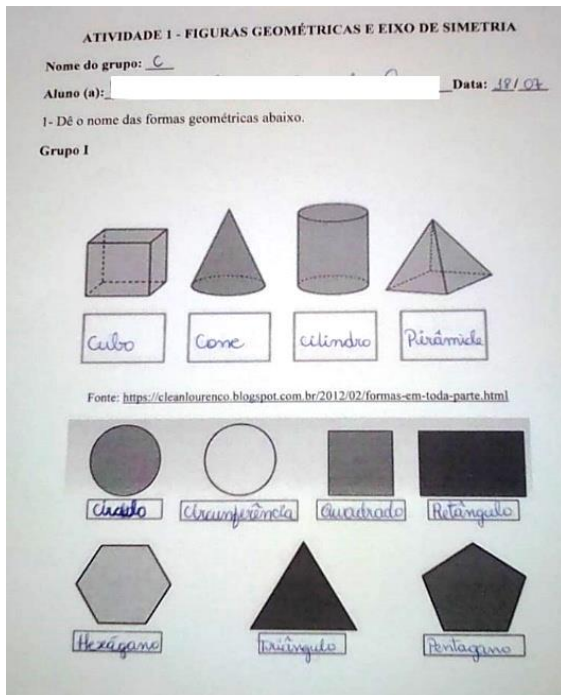


# Aplicações do Eletromagnetismo nas Telecomunicações: Uma Proposta de Sequência Didática Para o Ensino Médio



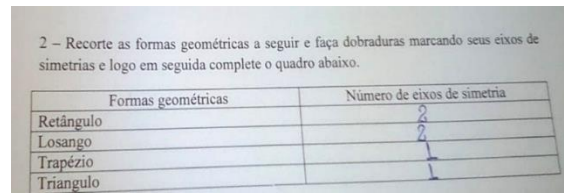
Fonte: Elaboração própria.

Figura 9 – Respostas do aluno C (Ativ. 1)



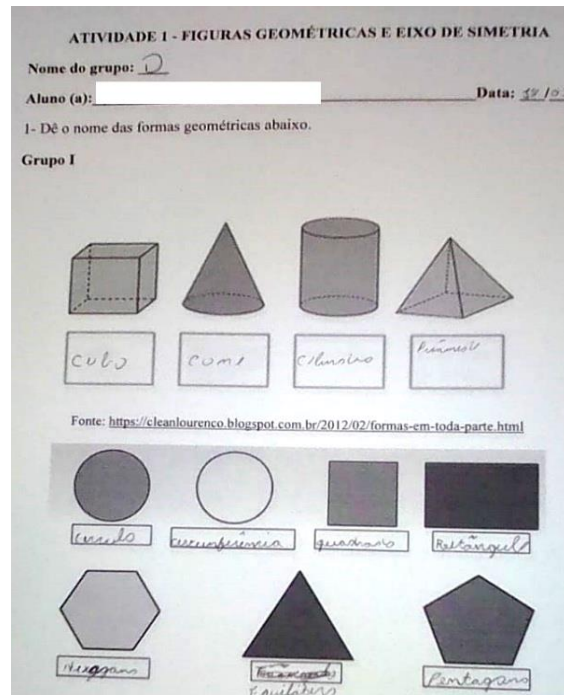
Fonte: Elaboração própria.

Figura 11 – Respostas do aluno E (Ativ. 1)



Fonte: Elaboração própria.

Figura 102 – Respostas do aluno D (Ativ. 1)

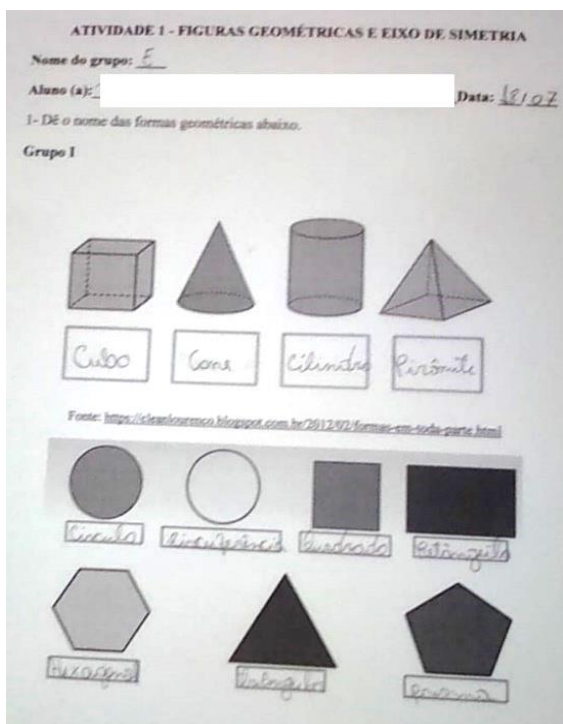


Fonte: Elaboração própria.

Figura 12 – Respostas do aluno F (Ativ. 1)



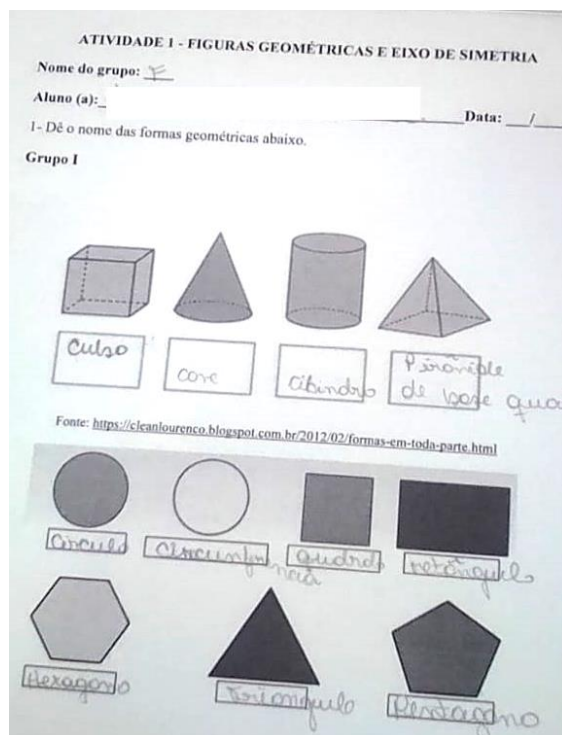
# Aplicações do Eletromagnetismo nas Telecomunicações: Uma Proposta de Sequência Didática Para o Ensino Médio



2 - Recorte as formas geométricas a seguir e faça dobraduras marcando seus eixos de simetrias e logo em seguida complete o quadro abaixo.

Formas geométricas	Número de eixos de simetria
Retângulo	2
Losango	2
Trapézio	1
Triângulo	1

Fonte: Elaboração própria.



2 - Recorte as formas geométricas a seguir e faça dobraduras marcando seus eixos de simetrias e logo em seguida complete o quadro abaixo.

Formas geométricas	Número de eixos de simetria
Retângulo	2
Losango	2
Trapézio	1
Triângulo	1

Fonte: Elaboração própria.

Pode-se perceber que os alunos apresentaram respostas satisfatórias, pois atendeu o objetivo dessa atividade, uma vez, que corretamente responderam às perguntas solicitadas. Podemos afirmar que eles apresentam conhecimento sobre o conceito de simetria.

**Atividade 2, desenvolvida no segundo encontro:** consiste em perceber que há materiais que apresentam efeitos de interação magnéticas, ou seja, são atraídos por ímãs. As respostas seguem no Quadro 1.

**Quadro 1 – Respostas dos alunos (Atividade 2)**

Aluno	Questão 1	Questão 2	Questão 3
A	Prego, moedas.	Sim, em linha reta, ou seja, não ficou na diagonal.	Sim, porém ela não fica por muito tempo, com outro objeto imantado ou com o próprio ímã.
B	Prego, moeda.	Sim. Alinha-se ao eixo Norte e Sul.	Sim. Com um ímã.

Aplicações do Eletromagnetismo nas Telecomunicações: Uma Proposta de Sequência Didática Para o Ensino Médio

C	Prego, moedas e fio de cobre.	Sim. Norte.	Sim, aproximando um ímã.
D	Prego, moeda.	Sim, Norte.	Sim, aproximando do ímã.
E	Prego, moeda.	Sim, direção apresentada preferencialmente é o Norte.	Sim, é possível mudar com a magnetização do ímã.
F	Prego e moedas.	Sim, Norte.	Sim, com um ímã ou com um objeto imantado.

Fonte: Dados da pesquisa.

**Atividade 3, desenvolvida no segundo encontro:** reprodução da experiência de Oersted. Consiste em fazer com que o aluno perceba que há uma conexão entre eletricidade e magnetismo para que ele possa compreender o conceito de onda eletromagnética. As respostas registradas por eles seguem no Quadro 2.

**Quadro 2 – Respostas dos alunos (Atividade 3)**

Aluno	Questão 1	Questão 2	Questão 3
A	Sim: pois a corrente que se estabelece no fio interfere no posicionamento da agulha fazendo com que ela fique a 90° por causa da eletricidade e o magnetismo.	Ela vai virar para o lado oposto dos 90°.	Ela voltará à sua posição inicial.
B	Sim, porque a energia que a pilha transmite através do fio de cobre interfere no campo magnético ao qual a agulha está alinhada.	Ela gira 90° no sentido contrário.	Não
C	Sim, se colocarmos uma pilha nas duas pontas do fio a agulha mudará de posição.	Ela gira 90°.	Sim.
D	Sim, pois a carga passa pelo fio e influencia a agulha.	Ela vai rodar.	Sim, ela vai girar os 90°.
E	Sim, porque com a corrente elétrica da pilha muda o sentido da direção da bússola.	Ela gira conforme a carga elétrica negativa da pilha.	Não.
F	Sim, pois a corrente está gerando um campo magnético.	Muda a posição, em 90°.	Não.

Fonte: Dados da pesquisa.

Com relação às respostas apresentadas na Atividade 3, pode-se perceber que o aluno A consegue desenvolver sua hipótese, mas não esclarece bem os termos eletricidade e magnetismo. O aluno B apresenta uma hipótese satisfatória, uma vez que consegue fazer uma relação entre a influência da corrente elétrica que se estabelece na pilha na presença da agulha imantada.

## Aplicações do Eletromagnetismo nas Telecomunicações: Uma Proposta de Sequência Didática Para o Ensino Médio

O aluno C apresenta certa dificuldade em articular as ideias. Em sua resposta não fica claro se o circuito deve ficar fechado para que se estabeleça uma corrente elétrica. Quanto aos alunos D, E e F, percebe-se que em suas respostas há dificuldade em desenvolver uma hipótese mais elaborada acerca do fenômeno observado.

**Atividade experimental sobre guias de onda desenvolvida, desenvolvida no terceiro encontro:** consiste em montar um aparato chamado guia de ondas. A Figura 34 mostra os alunos organizados em grupos confeccionando o guia de ondas.

O objetivo desta atividade é perceber se os alunos conseguirão compreender o que é um guia de onda com a montagem dos materiais de baixo custo disponibilizados pelo professor. Observa-se que eles conseguiram executar essa tarefa com destreza. E para culminar esta proposta, os alunos apresentaram seminários acerca do tema eletromagnetismo e antenas de microfita.

**Figura 13 – Montagem do guia de ondas**



**Fonte:** Elaboração própria.

Durante as apresentações, percebeu-se que os alunos B, C e E apresentaram uma argumentação bem estruturada com relação aos conhecimentos sobre eletromagnetismo e o funcionamento de uma antena microfita. Por outro lado, os alunos A, D e F não apresentaram o seminário, mas participaram das discussões de forma tímida e usando uma linguagem simples, sem muito rigor aos conceitos físicos, demonstrando pouca intimidade com respeito ao tema trabalhado ao longo dos encontros.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Antenas são instrumentos eletrônicos usados há décadas, assim, pode-se afirmar que as antenas para transmissão de dados através de ondas eletromagnéticas são de uso comum no dia a dia dos alunos do ensino médio e das pessoas de modo geral. Desde os primeiros produtos eletrônicos (do tipo rádio AM e/ou FM, TVs, radares, sinais via satélite etc.) sabe-se da existência e da necessidade das antenas. Elas possuem diversas formas, pois a geometria representa muito para seu funcionamento. Há muito tempo se sabe que uma diversidade de produtos eletrônicos só funciona quando conectada a uma antena. Outros trazem consigo antenas acopladas à estrutura física, a exemplo dos celulares, dos localizadores automobilísticos, dentre outros. É indiscutível que, de uma forma ou de outra, todos já se depararam com algum tipo de antena. O aporte teórico utilizado para o desenvolvimento dessa proposta foi Yves Chevallard baseado na transposição didática e a tipologia dos conteúdos apresentado por Zabala.

Finalmente, deixa-se neste trabalho a mensagem que é possível aproximar a realidade dos alunos do ensino médio a tecnologias avançadas dentro do eletromagnetismo aplicado, mesmo que seja de forma introdutória. Existem diversos produtos eletrônicos presentes na vida cotidiana desses alunos e que eles podem visualizá-los de forma simples, dentro de uma perspectiva inovadora, como forma de motivação a seguirem nos estudos.

#### 5. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Geraldo Peçanha de. **Transposição didática: por onde começar?** 2. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

ALVES FILHO, José de Pinho. **Atividades experimentais: do método à prática construtivista.** 2000. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

Aplicações do Eletromagnetismo nas Telecomunicações: Uma Proposta de Sequência Didática Para o Ensino Médio

BALANIS, Constantine A. **Antenna theory: analysis and desing**. 2nd ed. New Youk: John Wiley & Sons, 1997.

BAPTISTA, José Plínio. Os princípios fundamentais ao longo da história da Física. Revista **Brasileira de Ensino de Física**, v. 28, n. 4, p. 541-553, 2006.

BRASIL. Marinha do Brasil. Diretoria de Hidrografia e Navegação. **Ensino a Distância: Física: unidade 25**. Disponível em: <<https://www.mar.mil.br/dhn/dhn/ead/pages/fisica/unidade25/material.htm>>. Acesso em: 20 abr. 2017.

BROCKINGTON, Guilherme; PIETROCOLA, Maurício. Serão as regras da transposição didática aplicáveis aos conceitos de Física Moderna? **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 3, p. 387-404, 2005.

FERRARO, Nicolau Gilberto. Cursos do Blog – Eletricidade: 7ª aula: linhas de força / campo elétrico uniforme. **Os fundamentos da Física**, São Paulo, 3 abr. 2013. Disponível em: <<http://osfundamentosdafisica.blogspot.com/2013/04/cursos-do-blog-eletricidade.html>>. Acesso em: 25 nov. 2018.

GALENO, Cláudio. Projeto final antenas e propagação: criação de uma antena de microfita triangular. **NightWire Engineering**, nov. 2013. Disponível em: <<http://nightwireeng.blogspot.com.br/2013/11/projeto-final-antenas-e-propagacao.html>>. Acesso em: 25 nov. 2018.

INSTITUTO DE FÍSICA GLEB WATAGHIN. Curso de Física Geral F-328. **Aula 3: a lei de Gauss**. Caminas: Unicamp/IFGW, 2º semestre 2013. Disponível em: <<https://sites.ifi.unicamp.br/f328/files/2013/08/Aula-03-F328-2S-2013.pdf>>. Acesso em: 25 nov. 2018.

KURY, Adriano da Gama (Superv.); ROSA, Ubiratan (Org.). **Minidicionário Gama Kury da língua portuguesa**. 2. ed. São Paulo: FTD, 2007.

LEI DE GAUSS. **Simetria cilíndrica**. Disponível em: <[http://gausssimetria.blogspot.com/p/simetria-cilindrica\\_17.html](http://gausssimetria.blogspot.com/p/simetria-cilindrica_17.html)>. Acesso em: 25 nov. 2018.

MARTINS, Roberto de Andrade. Física e História. **Ciência e Cultura**, v. 57, n. 3, p. 25-29, 2005.

MELO, José Fernando de. **Tópicos de Física Moderna e Contemporânea no ensino médio: uma abordagem histórica dos modelos atômicos**. 2014. 163 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2014.

NUSSENZVEIG, Herch Moysés. **Curso de Física Básica**. 1. ed. São Paulo: Blucher, 1997. v. 3.

Aplicações do Eletromagnetismo nas Telecomunicações: Uma Proposta de Sequência Didática Para o Ensino Médio

OLIVEIRA, Maciel A.; OLIVEIRA, Elder E. C.; GOMES NETO, Alfredo; GONÇALVES, José J. P.; CRUZ, Josiel N. Paramétrica em uma antena patch retangular de microfita com fendas. **Revista INNOVER**, v. 1, n. 4, p. 48-60, 2014.

PALÁCIO DA ARTE. **Caixa tampa de sapato lisa 25x25x10 – MDF**. Disponível em: <[http://www.palaciodaarte.com.br/caixa\\_tampa\\_de\\_sapato\\_lisa\\_25x25x10\\_-\\_mdf/p](http://www.palaciodaarte.com.br/caixa_tampa_de_sapato_lisa_25x25x10_-_mdf/p)>. Acesso em: 25 nov. 2018.

PAULO, João. Rolo papel higiênico. **Aventar**, 14 mar. 2012. Disponível em: <<https://aventar.eu/2012/03/14/no-calendario-hoje-e-o-dia-314/rolo-papel-higienico>>. Acesso em: 25 nov. 2018.

PHET INTERACTIVE SIMULATIONS. **Simulações: cargas e campos**. Disponível em: <[https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/charges-and-fields](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/charges-and-fields)>. Acesso em: 25 nov. 2018a.

\_\_\_\_\_. **Simulações: cargas e campos v. 1.0.11**. Disponível em: <[https://phet.colorado.edu/sims/html/charges-and-fields/latest/charges-and-fields\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/charges-and-fields/latest/charges-and-fields_pt_BR.html)>. Acesso em: 25 nov. 2018b.

\_\_\_\_\_. **Simulações: eletricidade, ímãs & circuitos**. Disponível em: <[https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/category/physics/electricity-magnets-and-circuits](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/category/physics/electricity-magnets-and-circuits)>. Acesso em: 25 nov. 2018c.

\_\_\_\_\_. **Simulações: Física**. Disponível em: <[https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/category/physics](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/category/physics)>. Acesso em: 25 nov. 2018d.

\_\_\_\_\_. **Simulações: ímãs e eletroímãs**. Disponível em: <[https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/legacy/magnets-and-electromagnets](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/magnets-and-electromagnets)>. Acesso em: 25 nov. 2018e.

REIS, Clean. Formas em toda parte. **Brincando com a Matemática**, 6 fev. 2012. Disponível em: <<https://cleanlourenco.blogspot.com/2012/02/formas-em-toda-parte.html>>. Acesso em: 25 nov. 2018.

SANTOS, Larissa. A onda eletromagnética. **Larissa Santos**, 9 set. 2015. Disponível em: <<https://larissasantos.com/2015/09/09/a-onda-eletromagnetica>>. Acesso em: 25 nov. 2018.

SIQUEIRA, Maxwell; PIETROCOLA, Maurício. A transposição didática aplicada à teoria contemporânea: a física de partículas elementares no ensino médio. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 10., 2006, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Enpef, 2006.

Aplicações do Eletromagnetismo nas Telecomunicações: Uma Proposta de Sequência Didática Para o Ensino Médio

SOARES, Marco. Grupo 10. **Anotações & Informações**, nov. 2018. Disponível em: <[https://www.mspc.eng.br/dir10\\_ndx.php](https://www.mspc.eng.br/dir10_ndx.php)>. Acesso em: 25 nov. 2018.

TOFFOLI, Leopoldo. Espiras. **InfoEscola**. Disponível em: <<https://www.infoescola.com/fisica/espiras>>. Acesso em: 25 nov. 2018.

ZABALA, Antoni. A função social do ensino e a concepção sobre os processos de aprendizagem: instrumentos de análise. In: \_\_\_\_\_. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: ArtMed, 1998. p. 27-52.

## **AUTOR**

**Raimundo Albenes Perreira de Oliveira:** [Albenes\\_fisico@hotmail.com](mailto:Albenes_fisico@hotmail.com), Professor e Mestre em Ensino de Física