



**MNPEF** Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física  
POLO DE PORTO VELHO - RO



## FENÔMENOS DA FÍSICA APLICADOS NA TELEFONIA MÓVEL

Carlos Arlon Moura Nunes

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador:  
Prof. Dr. Judes Gonçalves dos Santos

Porto Velho - RO  
10/2021

## SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO.....	3
2. OBJETIVO GERAL.....	3
3. CONFECÇÃO DO PRODUTO .....	4
3.1. PROCEDIMENTO 1 .....	4
3.2. PROCEDIMENTO 2.....	7
3.3. PROCEDIMENTO 3.....	7
3.4. PROCEDIMENTO 4.....	10
4. APLICAÇÃO DO PRODUTO.....	11
4.1 AULA EXPOSITIVA.....	11
4.2 QUESTIONÁRIO PRELIMINAR.....	12
4.3. DISPONIBILIZAÇÃO DO PRODUTO .....	13
4.4. QUESTIONÁRIO PÓS APLICAÇÃO DO PRODUTO .....	14
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	15

## **1. APRESENTAÇÃO**

O produto educacional em questão mostra como a Física está inserida na telefonia móvel, por meio de um arquivo onde está plotada uma rede básica de telefonia, exibido ícones dos principais elementos de uma rede desse tipo. Os ícones ao serem clicados abrem vídeos onde são explicados detalhadamente os fenômenos físicos que ocorrem no interior dos referidos elementos, necessários para que seja estabelecida uma chamada telefônica através de um dispositivo móvel.

Esse produto é focado nos fenômenos físicos voltados para telefonia móvel, como refração da luz, ondas eletromagnéticas, multiplexação de sinais dentre outros, mas também pode ser replicado para outros contextos, abordando diversos conceitos relacionados com a Física.

## **2. OBJETIVO GERAL**

Este produto visa a divulgação científica e a conscientização dos principais fenômenos físicos utilizados em uma rede de telefonia móvel, direcionada à professores e alunos do último ano do ensino médio.

### 3. CONFEÇÃO DO PRODUTO

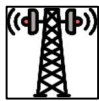
#### 3.1. PROCEDIMENTO 1

Primeiramente foram coletadas figuras relacionadas com cada elementos de rede a serem plotados no arquivo. Cada elemento possui sua função dentro da rede e juntos formam um sistema muito complexo, mas o intuito aqui é apenas mostrar de uma forma simplificada os fenômenos mais relevantes, a seguir são mostradas as figuras selecionadas e a função dos elementos que são abordados nesse produto educacional.



#### **CENTRAL DE COMUTAÇÃO E CONTROLE (CCC)**

A central de comutação e controle é o “celebro” de uma rede de telefonia, é para lá onde migram todas as informações das ligações dos assinantes, que são encaminhadas por meio das Estações Rádio Base (ERB’s), cabos ópticos ou outro meio de transmissão. É lá onde haverá o encaminhamento dessas chamadas pra seu destino. A CCC também é responsável por outras importantes funções como: Comutação e controle das ERB’s; processamento de chamadas e handoff; sistema de bilhetagem; prover a interface entre a rede telefônica e o sistema celular; comunicar-se com outros sistemas celulares; monitorar e controlar as chamadas; interligar as várias ERB’s; supervisionar o estado do sistema; administrar o sistema (TELECO, 2017).



#### **ESTAÇÃO RÁDIO BASE (ERB)**

As Estações Rádio Base são equipamentos que fazem a conexão entre os telefones celulares e a companhia telefônica.

Uma ERB típica é composta dos seguintes elementos:

- Uma infraestrutura adequada de para instalação dos equipamentos de telecomunicação incluindo a parte civil, elétrica, climatização, fontes retificadoras dotadas de baterias com boa autonomia, para que em caso de falta de energia comercial os equipamentos não fiquem inoperantes.

- Torre para instalação de um sistema irradiante para comunicação com os terminais móveis e enlaces de rádio para transmissão de dados e voz.

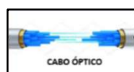


### **ESTAÇÃO MÓVEL (EM)**

As Estações Móveis comunicam-se diretamente com as Estações Rádio Base e trocam informações por meio de “uplink” e “downlink” e indiretamente com a Central de Comutação e Controle (CCC), utilizando meios de transmissão de voz e dados dedicados. Uma ERB só troca dados com uma única CCC, enquanto que uma CCC comunica-se com várias ERBs. Além disso, é a CCC que faz a conexão com a rede pública e outras CCC’s (TELECO, 2017).

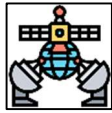
Principais funções de uma Estação Móvel é:

- Prover a interface entre usuário e o sistema;
- Converter sinais de áudio em sinais de RF, e vice-versa;
- Responder a comandos enviados pelo sistema;
- Alertar usuário sobre chamadas recebidas;
- Alertar o sistema sobre tentativas de originar chamadas.



### **CABO ÓPTICO**

A **fibra óptica** é uma tecnologia que utiliza um filamento de vidro transparente com alto grau de pureza é utilizado como meio de transmissão que conecta fisicamente pontos distintos. Seu diâmetro é tão fino quanto um fio de cabelo humano e permite carregar milhares de informações digitais sem perdas significativas ao longo de grandes distâncias. Ao redor do filamento existem outras substâncias de menor índice de refração, que fazem com que os raios sejam refletidos internamente, minimizando assim as perdas durante a transmissão.



## LINK SATÉLITE

Um satélite de comunicações retransmite e amplifica os sinais de telecomunicações de rádio por meio de um transponder. Basicamente, ele cria um canal de comunicação entre um transmissor e um receptor em diferentes locais da Terra. Os satélites de comunicação são usados para televisão, telefone, rádio, internet e aplicações militares.

Há três etapas envolvidas em uma transmissão via satélite. Primeiro, há o uplink, onde os dados são transmitidos ao satélite a partir de uma estação terrestre. Em seguida, o satélite processa os dados usando vários transponders integrados (receptores de rádio, amplificadores e transmissores). Eles amplificam os sinais de entrada e mudam suas frequências, para que os sinais de entrada não sejam confundidos com os de saída. Finalmente, há o downlink, onde os dados são enviados de volta para outra estação terrestre em outro lugar na Terra (LABRADOR, 2005).

## **((•))** LINK DE FREQUÊNCIA

Ondas de rádio são usadas para a transmissão sem fio de mensagens sonoras, ou informações, bem como para navegação marítima e aérea. As informações são transmitidas na onda eletromagnética portadora como modulação de amplitude (AM), como modulação de frequência (FM) ou na forma digital (modulação de pulso).

Na transmissão de rádio, uma antena iradiante é usada para converter uma corrente elétrica variável no tempo em uma onda eletromagnético, que se propaga livremente através de um meio não condutor, como o ar ou o espaço. Em um canal de transmissão de rádio, uma antena omnidirecional irradia um sinal transmitido por uma ampla área de serviço. Em um canal de rádio ponto a ponto, uma antena transmissora direcional é usada para focar a onda em um feixe estreito, que é direcionado para um único receptor. Em ambos os casos, a onda eletromagnética transmitida é captada por uma antena de recepção remota e reconvertida em corrente elétrica (HERO, 2019).

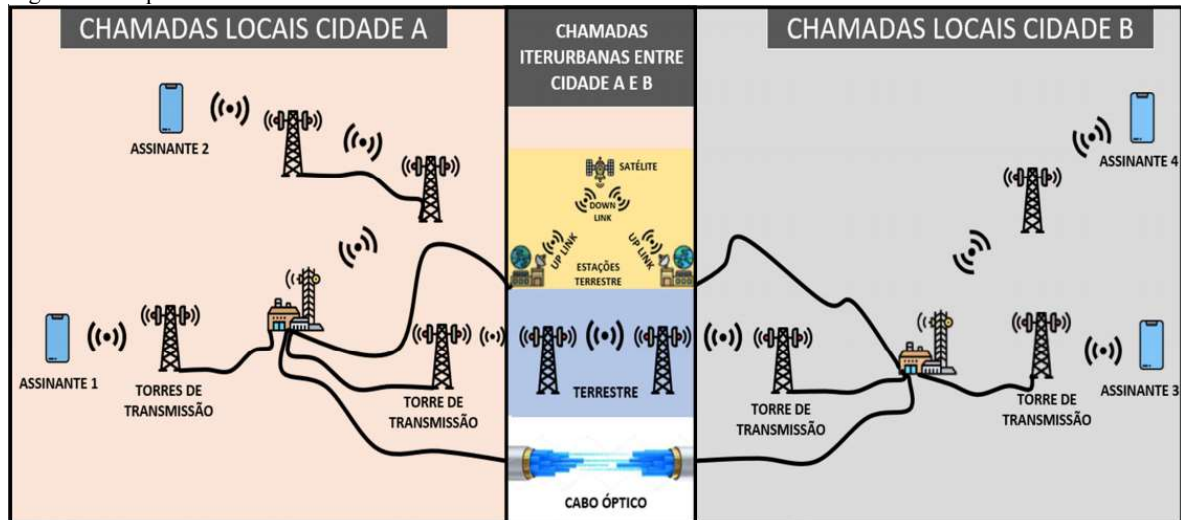
A propagação das ondas de rádio não é restringida por nenhum condutor físico. Isso torna o rádio ideal para comunicações móveis e outras aplicações nas quais o

estabelecimento de conexões físicas pode ser impossível ou muito caro. Por outro lado, ao contrário de canais guiados como fio ou fibra óptica, o meio pelo qual as ondas de rádio se propagam é altamente variável, estando sujeito a mudanças diurnas, anuais e solares na ionosfera, variações na densidade de gotículas de água na troposfera, gradientes de umidade variáveis e fontes diversas de reflexão e difração.

### 3.2. PROCEDIMENTO 2

Em seguida, as figuras coletadas foram reunidas de modo a formar um mapa de uma rede básica de telefonia móvel, para isso foi utilizado o word e após finalizada a plotagem foi convertido para o formato PDF.

Figura 1 – Mapa de uma rede básica de telefonia móvel



Fonte – Compilação do próprio autor

### 3.3. PROCEDIMENTO 3

Logo após foram cuidadosamente selecionados vídeos, que mostravam com detalhes os fenômenos físicos que ocorrem em cada elemento da rede aqui plotada, esses vídeos foram associados segundo suas explicações aos respectivos elementos através de links anexados nos mesmos. A seguir os vídeos relacionados com as respectivas imagens.

Para melhor abordagem, os vídeos foram editados de modo a exibirem apenas os trechos mais relevantes para cada item, bem como traduzidos para o português.

VIDEO 1 – <https://youtu.be/sZqFI1oxl6k>



Esse vídeo mostra como são realizados os direcionamentos das ligações realizada, tal vídeo oportuniza a explicação de como os meios de transmissão se conectam, de modo físico em uma análise sistêmica, ensinado que a voz ou dados gerados por um usuário terá que percorrer um logo caminho até alcançar seu destino.

VIDEO 2 – <https://youtu.be/A6v1e7Mk0ag>



O vídeo em questão explora como a voz é transmitida utilizando de dois meios de transmissão, ou seja, ondas eletromagnéticas e cabo óptico, oferecendo oportunidade de se trabalhar a utilidade do eletromagnetismo bem como dos fenômenos ópticos na telefonia móvel.

VIDEO 3 – <https://youtu.be/9JJ6EsWJnWQ>



Vídeo que apresenta o papel que uma estação móvel, ou seja, um aparelho celular desempenha na rede de telefonia, aqui são expostos alguns aspectos físicos como codificação binária, digitalização da voz humana, utilização e otimização do espectro de frequência pelas operadoras por meio de técnicas de acesso múltiplo. Também mostra o avanço da tecnologia da telefonia móvel de um ponto de vista da Física.

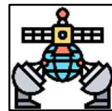


VIDEO 4 – <https://youtu.be/EyWx8qx95QQ>



Vídeo onde explica como a refração da luz é utilizada para confina-la no interior das fibras ópticas, de modo a possibilitar a transmissão de voz e dados a longa distância. Mostrando também seu processo físico de construção, e os procedimentos necessários para o funcionamento desse meio de transmissão.

VIDEO 5 – <https://youtu.be/ku14YRLnqNw>



Este vídeo apresenta uma visão básica de uma transmissão via satélite, mostrando aspectos físicos como a propagação de um sinal em um processo de subida “Uplink” e descida “downlink” até um satélite situado em uma órbita geoestacionária.

VIDEO 6 – [https://youtu.be/L\\_d-5aQ4Qzg](https://youtu.be/L_d-5aQ4Qzg)

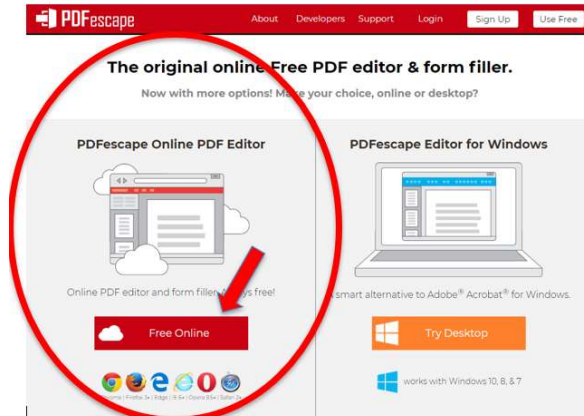


O vídeo aqui mostra como uma onda eletromagnética se propaga transmitido voz e dados. Nesse contexto também explica com é realizada a modulação de um sinal a ser transmitido, além de abordar conceitos como frequência, comprimento de onda abrindo um espaço para várias discursões em sala de aula.

### 3.4. PROCEDIMENTO 4

Para associar os links aos respectivos elementos da rede, ao arquivo no formato PDF foi utilizado a ferramenta online **PDFSCAPE** disponível no endereço <https://www.pdfescape.com/windows/> abaixo mostra como inserir os links.

Figura 2 - acesso free online



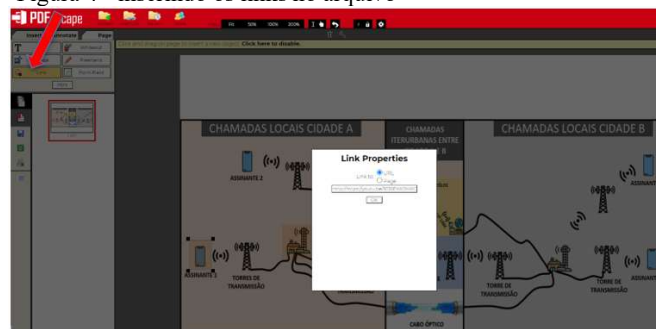
Fonte - Compilação do próprio autor

Figura 3 - Upload do arquivo



Fonte - Compilação do próprio autor

Figura 4 - inserindo os links no arquivo



Fonte - Compilação do próprio autor

## 4. APLICAÇÃO DO PRODUTO

### 4.1 AULA EXPOSITIVA

Foram ministradas aulas, com o objetivo de introduzir o assunto e também explicar os procedimentos para sua utilização.

### PLANO DE AULA



 <b>MNPEF</b> Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física POLO DE PORTO VELHO - RO  <b>SBF</b> SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA	
Área: Física	
<b>PROFESSOR:</b>	<b>CARLOS ARLON MOURA NUNES</b>
<b>PLANO DE AULA</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>● <b>TEMA: A FÍSICA RELACIONADA COM A TELEFONIA MÓVEL</b></li></ul>	
<ul style="list-style-type: none"><li>● <b>EMENTA</b></li></ul>	
<ul style="list-style-type: none"><li>● Definição Geral dos elementos que compõem uma rede de telefonia móvel, modo de funcionamento, meios de transmissão, fibras ópticas, reflexão interna total, ondas eletromagnéticas, código binário, multiplexação e demultiplexação de sinais, transmissão via satélite.</li></ul>	
<b>2.0 OBJETIVOS GERAL</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>● Ao final das aulas o aluno deve ter uma noção satisfatória de como determinados fenômenos físicos são utilizados, para o que seja possível realizar uma chamada telefônica por meio de um dispositivo móvel. Também conhecer os diferentes tipos meios de transmissão, bem como a física está inserida em tal contexto.</li></ul>	
<b>3.0 OBJETIVO ESPECÍFICO</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>● Mostrar como alguns fenômenos da Física estão inseridos em uma rede de telefonia móvel.</li><li>● Conhecer os modos de funcionamento dos principais meios de transmissão e a Física inserida no contexto.</li><li>● Entender como determinados fenômenos físicos tornam possível o avanço tecnológico.</li><li>● Despertar o Interesse pela Física por meio de uma abordagem interessante e curiosa.</li></ul>	
<b>4.0 CONTEÚDO</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>● Reflexão da Luz.</li><li>● Gravitação Universal.</li><li>● Noções de Código Binário</li><li>● Ondas Eletromagnéticas</li></ul>	
<ul style="list-style-type: none"><li>● <b>4.0 – METODOLOGIA DE ENSINO</b></li></ul>	
<ul style="list-style-type: none"><li>● Aulas explicativas.</li><li>● Questionários.</li><li>● Aplicação de Produto Educacional.</li></ul>	
<b>5.0 – RECURSOS NECESSÁRIOS</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>● Data Show.</li><li>● Quadro.</li></ul>	

Figura 5 - Aula explicativa para aplicação do produto



Fonte – Próprio autor

## 4.2 QUESTIONÁRIO PRELIMINAR

Após as aulas explicativas foi formado um grupo no aplicativo WhatsApp, e dada a liberdade para quem quisesse participar, Então foi disponibilizado um *link* para respostas a um questionário de diagnóstico.

**QUESTIONÁRIO PRELIMINAR**  
A FÍSICA RELACIONADA COM A TELEFONIA MÓVEL  
\*Obrigatório

Você tem dificuldades em entender os conteúdos de Física? \*

Não tenho nenhuma dificuldade.

Tenho pouca dificuldade.

Tenho muita dificuldade.

Você acha que a disciplina Física é relevante para sua formação profissional no futuro? \*

SIM

NÃO

Talvez

Você gostaria que os assuntos fossem ensinados mostrando suas aplicações no mundo real? \*

Sim, pois ajudaria entender.

não, pois pra mim não mudaria nada.

Talvez.

Você já se perguntou como é possível nos comunicarmos instantaneamente por meio de dois aparelhos celulares? \*

Sim

Não

Você tem alguma ideia de como é realizada uma ligação entre dois celulares? \*

Sim

Não

Acho que sim.

Na sua opinião a Física esta relacionada com a telefonia móvel? \*

Totalmente relacionada, pois seria impossível estabelecer uma conexão sem fio sem conhecimento de fenômenos físicos.

Parcialmente relacionada, pois apesar de serem importantes os fenômenos físicos não são fundamentais para que possamos estabelecer uma conexão sem fio.

Nada relacionado, pois uma conexão sem fio não depende em nada da Física.

### 4.3. DISPONIBILIZAÇÃO DO PRODUTO

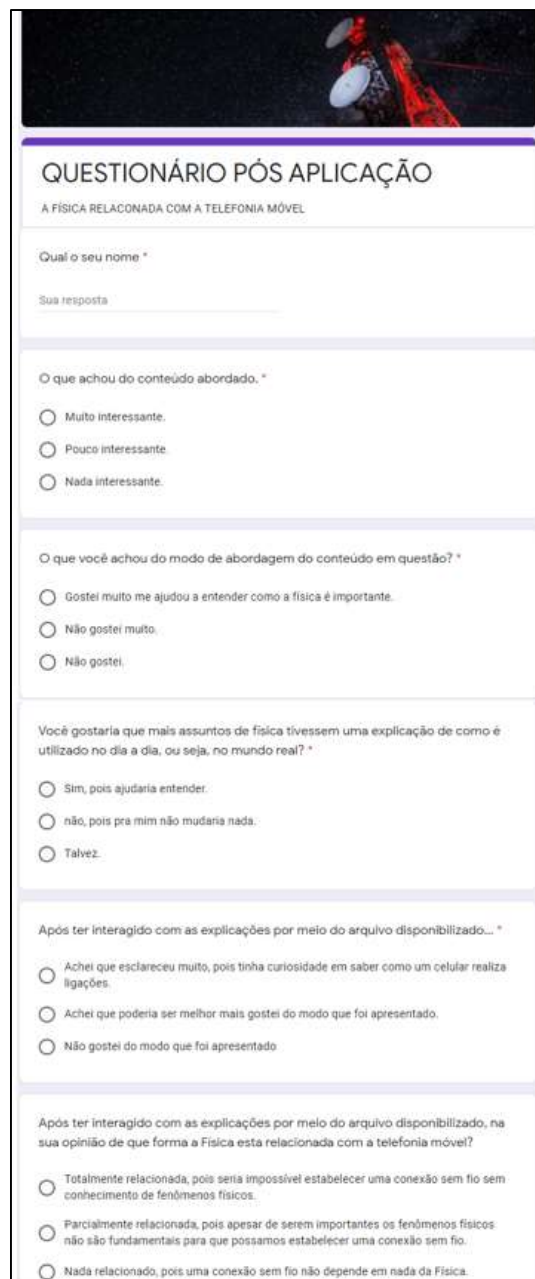
Na sequência, foi disponibilizado o produto por meio do grupo criado no WhatsApp, e foi dado uma semana para que os alunos interagissem com o mesmo em suas casas ou em qualquer outro local com acesso a internet, para isso basta acessar os *links* ou clicar diretamente nas imagens da Figura 1.

Figura 6 - Alunos interagindo como o produto em suas casas.



Fonte – Compilação do autor.

## 4.4. QUESTIONÁRIO PÓS APLICAÇÃO DO PRODUTO



**QUESTIONÁRIO PÓS APLICAÇÃO**  
A FÍSICA RELACIONADA COM A TELEFONIA MÓVEL

Qual o seu nome \*

Sua resposta

○ que achou do conteúdo abordado. \*

Muito interessante.

Pouco interessante.

Nada interessante.

○ que você achou do modo de abordagem do conteúdo em questão? \*

Gostei muito me ajudou a entender como a física é importante.

Não gostei muito.

Não gostei.

Você gostaria que mais assuntos de física tivessem uma explicação de como é utilizado no dia a dia, ou seja, no mundo real? \*

Sim, pois ajudaria entender.

não, pois pra mim não mudaria nada.

Talvez.

Após ter interagido com as explicações por meio do arquivo disponibilizado... \*

Achei que esclareceu muito, pois tinha curiosidade em saber como um celular realiza ligações.

Achei que poderia ser melhor mais gostei do modo que foi apresentado.

Não gostei do modo que foi apresentado.

Após ter interagido com as explicações por meio do arquivo disponibilizado, na sua opinião de que forma a Física esta relacionada com a telefonia móvel?

Totalmente relacionada, pois seria impossível estabelecer uma conexão sem fio sem conhecimento de fenômenos físicos.

Parcialmente relacionada, pois apesar de serem importantes os fenômenos físicos não são fundamentais para que possamos estabelecer uma conexão sem fio.

Nada relacionado, pois uma conexão sem fio não depende em nada da Física.

Os dados foram coletados em uma pesquisa qualitativa inferencial por meio de perguntas que tinham o intuito de identificar itens como níveis de dificuldade no entendimento dos conteúdos de Física, satisfação com métodos tradicionais de ensino e conhecimento de fenômenos físicos relacionados com a telefonia móvel.

Por fim, fica aberto um leque de oportunidades para confecção e aplicação da ideia apresentada neste produto em outros contextos, de modo a abordar fenômenos relacionados com outros conteúdos da Física.

## **5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

**PDF ESCAPE.** Disponível em: <<https://www.pdfescape.com/windows/>>. Acesso em: 23 set. 04.

**HERO, A.** Telecommunications media, 2019.

**LABRADOR, V.** Satellite communication, 2005.

**TELECO.** <https://www.teleco.com.br>. **TELECO**, 2017. Acesso em: 12/09/2021 2020.