

Secretaria
de Educação e
Esportes



GOVERNO DE
**PER
NAM
BU**CO
ESTADO DE MUDANÇA

Unidade Curricular

Nas ondas da comunicação

Material de apoio à ação docente

PERNAMBUCO

Secretaria
de Educação e
Esporte



GOVERNO DE
**PER
NAM
BU**CO
ESTADO DE MUDANÇA

SECRETARIA EXECUTIVA DE ENSINO MÉDIO E PROFISSIONAL
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL
GERÊNCIA GERAL DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

Secretário de Educação e Esportes

Ivaneide Dantas

Secretário Executivo Planejamento e Coordenação

Mônica Maria Andrade

Secretária Executiva de Desenvolvimento da Educação

Tárcia Regina da Silva

Secretária Executiva de Educação do Ensino Médio e Profissional

Ana Cristina Dias

Secretário Executivo de Administração e Finanças

Gilson Monteiro Filho

Secretário Executivo de Gestão da Rede

Igor Fontes Cadena

Secretário Executivo de Esportes

Luciano Leonídio

Equipe de elaboração

Gabriel Pimenta Carneiro Campelo

Milton Matos Rolim

Equipe de coordenação

Gerente Geral de Políticas Educacionais do Ensino Médio (GGEPEM/SEMP)

Janine Fortunato Queiroga Maciel

Gestor Pedagógico (GGEPEM/SEMP)

Rômulo Guedes e Silva

Chefe da Unidade do Ensino Médio (GGEPEM/SEMP)

Andreza Shirlene Figueiredo de Souza

Revisão

Ana Karine Pereira de Holanda Bastos

Andreza Shirlene Figueiredo de Souza

Sumário

1. Apresentação	3
2. História da Internet	7
Orientações para realização de atividades	9
Orientações para a Avaliação	10
3. Ondas Eletromagnéticas	12
Orientações para realização de atividades	14
Orientações para a Avaliação	15
4. Fenômenos Ondulatórios	16
Orientações para realização de atividades	19
Orientações para a Avaliação	20
5. Utilização das ondas	21
Orientações para realização de atividades	22
Orientações para a Avaliação	22
6. Recursos Comunicativos	23
Orientações para realização de atividades	23
Orientações para a Avaliação	24
7. Referencial Bibliográfico	26

I. Apresentação

Prezado/a professor/a.

Nas Ondas da Comunicação é uma Unidade Curricular presente nos Itinerários Formativos do Novo Ensino Médio da Rede Pública Estadual de Pernambuco, e está fundamentada pela Portaria nº 1.432/2018, do Ministério da Educação, que orienta a elaboração dos Itinerários Formativos. Esta Unidade Curricular encontra-se na trilha intitulada *Tecnologias Digitais* da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, bem como Matemática e suas Tecnologias, para ser ministrada no 3º ano no 1º semestre. Como também aparece como optativa nas trilhas: *Comunicação e Possibilidades em Rede e Humanização dos Espaços*.

Esta Unidade Curricular (UC) tem como eixos estruturantes: *Processos Criativos e Empreendedorismo*. De acordo com este Referencial o Eixo Estruturante *Processos Criativos* tem como ênfase a expansão da capacidade de idealizar e realizar projetos criativos ligados a uma ou mais Áreas de Conhecimento, à Formação Técnica e Profissional e a temáticas de seu interesse, a partir de três objetivos:

1. Aprofundar conhecimentos sobre as artes, a cultura, as mídias e as ciências aplicadas e sobre como utilizá-los para a criação de processos e produtos criativos;
2. Ampliar habilidades relacionadas ao pensar e fazer criativo;
3. Utilizar esses conhecimentos e habilidades em processos de criação e produção voltados à expressão criativa e/ou à construção de soluções inovadoras para problemas identificados na sociedade e no mundo do trabalho.

Ainda segundo a Portaria 1.432/2018, o Eixo Estruturante *Empreendedorismo*, tem como ênfase expandir a capacidade dos estudantes de mobilizar conhecimentos de diferentes áreas para empreender projetos pessoais ou produtivos articulados ao seu projeto de vida, a partir de três objetivos:

SECRETARIA EXECUTIVA DE ENSINO MÉDIO E PROFISSIONAL
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL
GERÊNCIA GERAL DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

1. Aprofundar conhecimentos relacionados ao contexto, ao mundo do trabalho e à gestão de iniciativas empreendedoras, incluindo seus impactos nos seres humanos, na sociedade e no meio ambiente;
2. Ampliar habilidades relacionadas ao autoconhecimento, empreendedorismo e projeto de vida;
3. Utilizar esses conhecimentos e habilidades para estruturar iniciativas empreendedoras com propósitos diversos, voltadas a viabilizar projetos pessoais ou produtivos com foco no desenvolvimento de processos e produtos com o uso de tecnologias variadas.

Em Pernambuco, a Unidade Curricular *Nas Ondas de Comunicação* foi elaborada a partir da construção coletiva dos/as professores/as, almejando promover uma discussão acerca do desenvolvimento e do aprofundamento do pensamento e do conhecimento, de forma a contribuir para o desenvolvimento de uma postura de protagonismo do estudante privilegiando a sua participação em campos da vida pública.

Para atingir esses objetivos, a Unidade Curricular *Nas Ondas da Comunicação*, está balizada em *focos pedagógicos* que enfatizam o passo a passo para vivência de percurso formativo. São eles:

1. Identificação e aprofundamento histórico e científico dos fenômenos da ondulatória, que orientarão a posterior elaboração de experimentos e características de ondas, avaliando formas de utilização, em especial, no transporte de informação na sociedade.
2. Apresentação e difusão de uma ação, produto, protótipo ou solução criativa, tais como: campanhas e peças de comunicação, programas, aplicativos cujo objetivo seja aplicar, de forma prática, os conhecimentos abordados ao longo das aulas, valorizando aspectos científicos e tecnológicos tais como a qualidade do som para o conforto humano e maneiras atuais de difundir informação e conhecimento.
3. Elaboração de um projeto pessoal ou produtivo que socialize as discussões da disciplina para públicos diversos a fim de valorizar a diversidade e a pluralidade dos interlocutores por meio de informações que respeitem os princípios éticos que norteiam a sociedade.
4. Realização de ações-piloto para testagem e aprimoramento do projeto elaborado contemplando áreas de interesse do estudante e possíveis carreiras atreladas à proposta de trabalho estabelecida.

SECRETARIA EXECUTIVA DE ENSINO MÉDIO E PROFISSIONAL
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL
GERÊNCIA GERAL DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

Enquanto estratégia para materialização dos objetivos citados, estabeleceram-se, no Currículo de Pernambuco duas habilidades específicas, uma para cada eixo estruturante:

Processos Criativos - (EMIFCNT05PE) Selecionar e mobilizar recursos criativos relacionados ao meio físico da comunicação para resolver problemas reais do ambiente e da sociedade, explorando e contrapondo diversas fontes de informação (PERNAMBUCO, 2021, p. 581).

Empreendedorismo - (EMIFCNT12PE) Desenvolver projetos pessoais ou produtivos, utilizando conhecimentos e recursos das Ciências da Natureza e Linguagens a partir dos Estudos e aprofundamento dos conteúdos “ondas” e “frequência” por meio da produção de recursos comunicativos, sejam eles analógicos ou digitais (PERNAMBUCO, 2021, p. 581).

Esta Unidade Curricular tem como **ementa**:

Estudo sobre a história da ondulatória (do telégrafo à fibra ótica). Investigação acerca da descoberta da onda eletromagnética, espectro e utilização das bandas de frequência. Análise de Fenômenos da ondulatória (ouvido humano, reflexão, refração, interferência, altura, timbre, nível de intensidade). Mobilização de recursos criativos para a produção de experimentos com ondas (telefone de latas, simulação de fibra ótica - reflexão interna, difração da luz com laser). Produção de recursos comunicativos, analógicos ou digitais, como estratégia empreendedora na comunidade escolar (PERNAMBUCO, 2021, p. 581).

Dessa forma, este material de apoio à ação docente está estruturado nos princípios e focos pedagógicos ora descritos, explorando, inicialmente, o protagonismo do estudante na busca da compreensão das questões de comunicação e da busca de soluções que atendam a atuação na sociedade em que está inserido de forma propositiva.

Atentar para as necessidades locais, para os interesses da comunidade e para a curiosidade dos estudantes pode ser um caminho promissor para a feitura de projetos que apresentem “soluções” ainda que provisórias, como é próprio da ciência em geral, em uma perspectiva de aprimoramento constante destas soluções.

Este material está dividido em tópicos, para facilitar a organização do professor. O primeiro tópico, proposto no item 2, se refere a *História da Ondulatória*. O segundo tópico, proposto no item 3, está relacionado com a *Ondas Eletromagnéticas*. O terceiro tópico, proposto no item 4, diz respeito aos *Fenômenos Ondulatórios*. O quarto tópico, proposto no item 5, é sobre *Utilização das ondas*. Finalmente, o quinto tópico, proposto no item 6, está relacionado com a

**SECRETARIA EXECUTIVA DE ENSINO MÉDIO E PROFISSIONAL
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL
GERÊNCIA GERAL DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO**

estruturação de tudo que é proposto nos 4 tópicos anteriores, em um *projeto criativo* sobre o tema da Unidade Curricular.

Esse material de apoio não pretende ser exclusivo ao desenvolvimento dessa Unidade Curricular, porém pretende trazer uma compilação de conceitos, elementos fundamentais e práticas pedagógicas para subsidiar o trabalho do/a professor/a. Este/a deve tecer seus planejamentos de forma autônoma e crítica, fomentado nos documentos orientadores, nas suas experiências enquanto professor/a pesquisador/a e outras fontes de estudos que acharem pertinentes.

2. História da Internet

Neste item, o professor deve desenvolver o tópico da ementa a respeito do “*Estudo sobre a história da ondulatória (do telégrafo à fibra ótica).*”

O telégrafo

O telégrafo foi a primeira tecnologia que permitiu a transmissão de dados de forma instantânea, enquanto que o telégrafo elétrico foi o primeiro a empregar sinais elétricos para tais fins. Hoje parece estranho, mas a capacidade de transmissão de dados de forma radical não foi entendida imediatamente. As empresas telegráficas tiveram que investir muito tempo e esforço a fim de provar o verdadeiro valor dessa tecnologia. Depois de muitas idas e vindas, o telégrafo empregou o *Código Morse* que foi baseado na utilização de sinais curtos e longos (pontos e traços) para codificar as letras e números. Eram os “uns” e “zeros” daqueles tempos. Contudo, o código Morse não era baseado no sistema binário e não sobreviveu à migração da comunicação analógica para a digital. Ainda assim, foi o código Morse que trouxe os princípios do uso de sinais simples para codificar mensagens (Dias, 2015).

O telégrafo sem fio

James Clerk Maxwell provou matematicamente, em 1864, que uma onda elétrica podia produzir um efeito à distância. Os sinais elétricos não estavam limitados a propagar-se ao longo do fio. Maxwell previu que tais sinais, ou ondas eletromagnéticas, se deslocavam à velocidade da luz, o que significava que a comunicação terrestre seria essencialmente instantânea. Tudo ficou na teoria por 22 anos. O físico alemão Heinrich Rudolf Hertz mostrou, experimentalmente, em 1888, que as previsões de Maxwell eram verdadeiras, pelo menos em relação a curtas distâncias. Uma vez demonstrados os fundamentos, o físico italiano Guglielmo Marconi repetiu as experiências de Hertz na casa de campo de sua família, em Pontecchio, próximo a Bolonha. Marconi demonstrou o potencial das ondas de rádio em 1901, atravessando o Oceano Atlântico

SECRETARIA EXECUTIVA DE ENSINO MÉDIO E PROFISSIONAL
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL
GERÊNCIA GERAL DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

com um sinal com a letra “S” em código Morse. O sinal foi a uma distância de 3.200 quilômetros (DUARTE, 2019).

O Rádio

De acordo com Peruch (2021), Guglielmo Marconi fez o primeiro sistema de telégrafos sem fios, em uma transmissão no Canal da Mancha, em 1899. Paralelamente, o austríaco Nikola Tesla também utilizava a descoberta de Hertz para fazer o mesmo que Marconi. Em 1943, a Corte Americana deu à Tesla o título de inventor do rádio. No entanto, nesse período, não era transmitida a voz, por esses princípios de rádio. Apenas em 1906 a voz apareceu, em um experimento de Lee de Forest, com uma válvula de três elementos, que tornou possível que os volumes fossem suficientes para serem transmitidos e recebidos. Com as transmissões regulares, em todo o mundo, a partir da década de 1920, passou-se a ter música, conversas e até mesmo aulas, pelo rádio. Oficialmente o rádio chegou no Brasil, na comemoração do centenário da Independência do Brasil, em 7 de setembro de 1922, quando o presidente Epiácio Pessoa inaugurou as ondas radiofônicas no Brasil. Com seu discurso sendo transmitido à distância e sem fios.

Ainda segundo Peruch (2021), cita-se o italiano Marconi e o austríaco Tesla como inventores do rádio. Três anos antes, no Brasil, há indícios de que o Padre Roberto Landell de Moura, em Porto Alegre, obteve os mesmos resultados dos europeus, fazendo a transmissão entre dois pontos da capital do Rio Grande do Sul.

A Televisão

Segundo Sousa (2023), no século XIX, os conceitos desenvolvidos na Matemática, na Física e na Química foram precursores fundamentais da tecnologia de criação do aparelho de TV. Em 1842, Alexander Bain conseguiu enviar uma imagem por telégrafo. Willoughby Smith, em 1873 demonstrou que o selênio era capaz de converter energia luminosa em energia elétrica. Em 1884, o jovem Paul Niokow desenvolveu um disco com orifícios espiralados capaz de

**SECRETARIA EXECUTIVA DE ENSINO MÉDIO E PROFISSIONAL
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL
GERÊNCIA GERAL DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO**

fracionar uma imagem em elementos que depois eram reorganizados para transmissão. No fim do século XIX foram aprimorados os tubos de raios catódicos. Em 1920, John L. Baird utilizou os princípios desenvolvidos desta tecnologia, um dos primeiros aparelhos de televisão que se tem notícia, conseguindo aprimorar bastante a nitidez da imagem e do som. Em 1923, Wladimir Zworykin desenvolveu o tubo de imagem chamado de iconoscópio, sendo contratado pela RCA e fabricou o Orticon, tendo-se então o primeiro modelo de TV a ser produzido em escala industrial.

A Internet

Conforme Silva (2023), a Internet surgiu de um projeto da agência americana Advanced Research and Projects Agency (ARPA), com o objetivo de conectar os computadores dos seus departamentos de pesquisa. Tendo seu início em 1969, a ARPANET, que interligava quatro instituições de ensino, deu origem a Internet. Dos estudos que perduram na década de 70, nasceu o TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol), que é o grupo de protocolos base da Internet desde aqueles tempos até os dias atuais. A Universidade da Califórnia de Berkley implantou os protocolos TCP/IP no Sistema UNIX, possibilitando a integração de várias universidades à ARPANET. O backbone (espinha dorsal) ARPANET foi desativado e criado em seu lugar o backbone Defense Research Internet (DRI). A internet deixou de ser de natureza apenas acadêmica e, em 1993, passou a ser explorada comercialmente.

Hoje a internet está incorporando serviços de rádio e televisão e, especialmente devido a sua rapidez de informação e flexibilidade, está dominando o universo das comunicações de massa. Os serviços através da internet como serviços bancários, compras etc, estão crescendo exponencialmente, adicionando novidades em todas as áreas que podemos imaginar.

SECRETARIA EXECUTIVA DE ENSINO MÉDIO E PROFISSIONAL
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL
GERÊNCIA GERAL DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

A primeira atividade deve estar relacionada à compreensão de como a internet tem substituído atividades das mais diversas. Neste caso, o/a aluno/a poderá pesquisar sobre o desenvolvimento da internet, pesquisa esta que pode iniciar com o vídeo do link [Vídeo 1](#).

Uma segunda atividade pode estar relacionada ao estudo e soluções práticas, utilizando o conhecimento sobre o uso de recursos atuais da Internet.

Também é possível explorar a elaboração de materiais de divulgação sobre a história das comunicações, levantando pontos de interesse da comunidade escolar.

Seguindo uma proposta de experimentação, é possível simular um telégrafo através de um aparato experimental com materiais de fácil acesso. Historiando um pouco pode-se observar que antes de desenvolver o telégrafo era preciso usar simbologias que traduzem a informação usando pulsos elétricos. Então, o uso do código Morse foi primordial para viabilizar o uso de telégrafos.

Pensando numa forma de demonstrar como essa tecnologia foi incorporada às comunicações e ocupou o lugar de avô da internet, pode-se seguir a proposta do vídeo do canal Manual do Mundo, na plataforma do YouTube, intitulado “*SOS NÃO É O QUE PARECE! Entenda o Código Morse*”, o qual o apresentador demonstra um pouco da história da comunicação por cabos eletrificados, em que ele propõe uma atividade experimental para mostrar o funcionamento de um telégrafo rudimentar usando o código Morse como padrão de símbolos alfabéticos (link do vídeo: [Vídeo 10](#)). Não é necessário utilizar rigorosamente os mesmo materiais, adaptações que tragam funcionalidade equivalentes são bem vindas e até estimuladas como mecanismo de estímulo à criatividade. Uma vez com o aparato construído e funcionando, recomenda-se a demonstração para membros da comunidade escolar.

**SECRETARIA EXECUTIVA DE ENSINO MÉDIO E PROFISSIONAL
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL
GERÊNCIA GERAL DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO**

Ao mesmo tempo em que se deve considerar a avaliação como um momento significativo para a observação do desenvolvimento e eficácia do processo de ensino e aprendizagem, importa que ela seja um instrumento balizador para tomada de decisões pedagógicas e possibilite aos estudantes variadas formas de demonstrarem como aprendem e como constroem o conhecimento proposto em cada atividade educativa.

Diversificar a proposta avaliativa, hoje em dia, torna-se de suma importância para estimular o processo criativo e de divulgação de resultados, a partir de análise e estudos experimentais ou teóricos. Havendo a possibilidade, pode-se avaliar a desenvoltura dos alunos nos estudos e divulgação sobre a história das comunicações.

3. Ondas Eletromagnéticas

Neste item, o professor deve desenvolver o tópico da ementa a respeito da *“Investigação acerca da descoberta da onda eletromagnética, espectro e utilização das bandas de frequência.”*

Sem o conhecimento sobre as ondas eletromagnéticas não teríamos o desenvolvimento das comunicações, como vimos no item anterior, pois essas são o suporte que transportam as informações codificadas do emissor para o receptor. Para uma revisão das características das ondas, pode ser utilizado o vídeo link [Video 2](#). As ondas eletromagnéticas se deslocam no vácuo, ou seja, na ausência de um meio material.

Mas o que são ondas eletromagnéticas? Segundo Thompson (2020):

De acordo com a teoria elaborada por Maxwell, uma onda eletromagnética é descrita como resultante da oscilação de campos elétricos e magnéticos que se propagam perpendicularmente entre si, e com a velocidade da luz (2020, p.134).

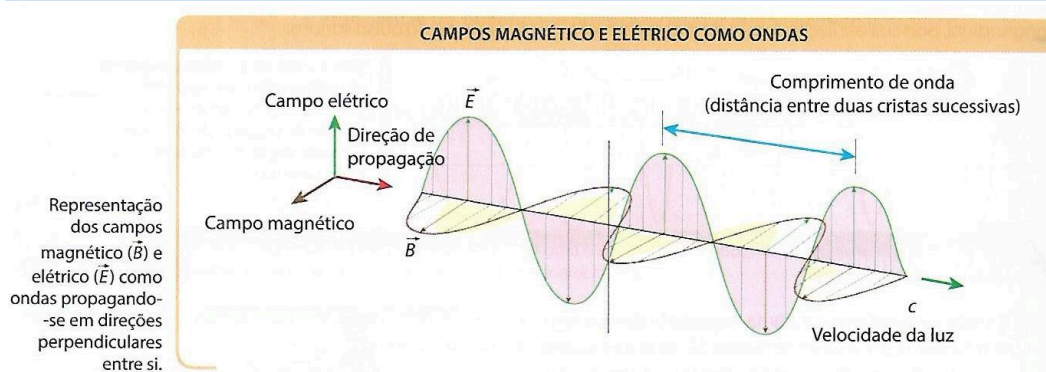
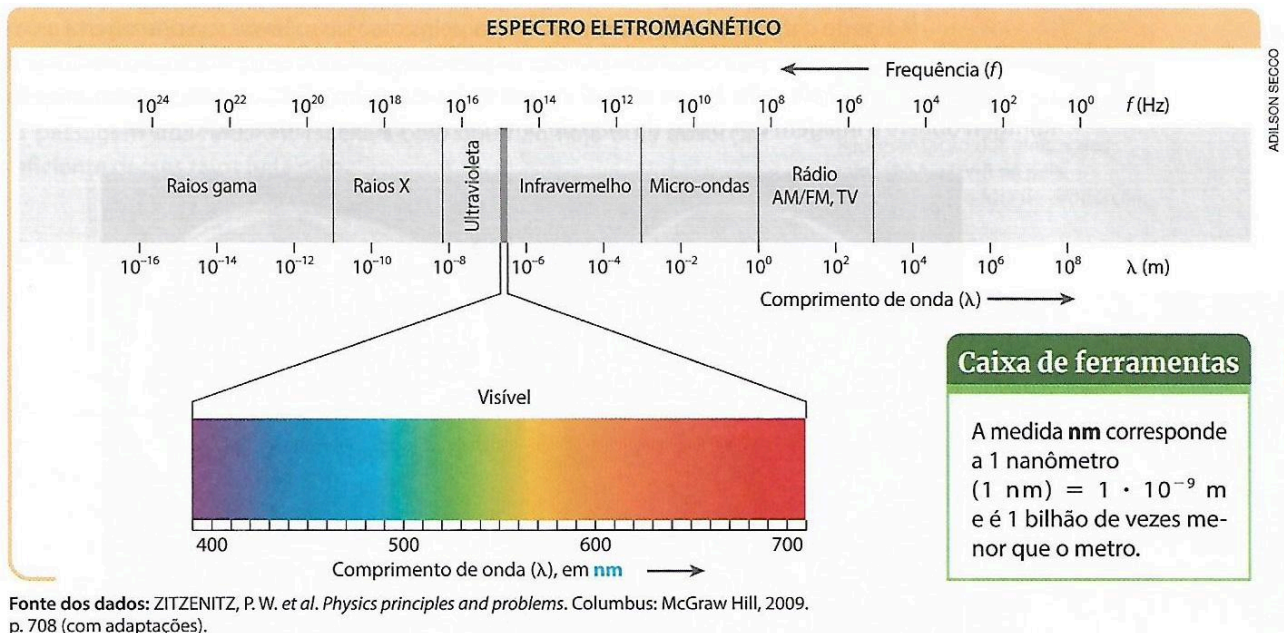


Figura 1: Ondas eletromagnéticas. Extraído de Thompson (2020, p.134))

Espectro eletromagnético

Depois de descobertas as ondas eletromagnéticas houve uma verdadeira revolução tecnológica. Como se obtinha ondas eletromagnéticas de diferentes frequências, foi conveniente classificá-las por esta característica, separando em diversas faixas de frequências, sendo ondas de rádio, micro-ondas, raio X etc. A figura abaixo mostra a classificação convencional:

SECRETARIA EXECUTIVA DE ENSINO MÉDIO E PROFISSIONAL
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL
GERÊNCIA GERAL DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO



Fonte dos dados: ZITZENITZ, P. W. et al. *Physics principles and problems*. Columbus: McGraw Hill, 2009. p. 708 (com adaptações).

Figura 2: Espectro eletromagnético. Extraído de Thompson (2020, p.135))

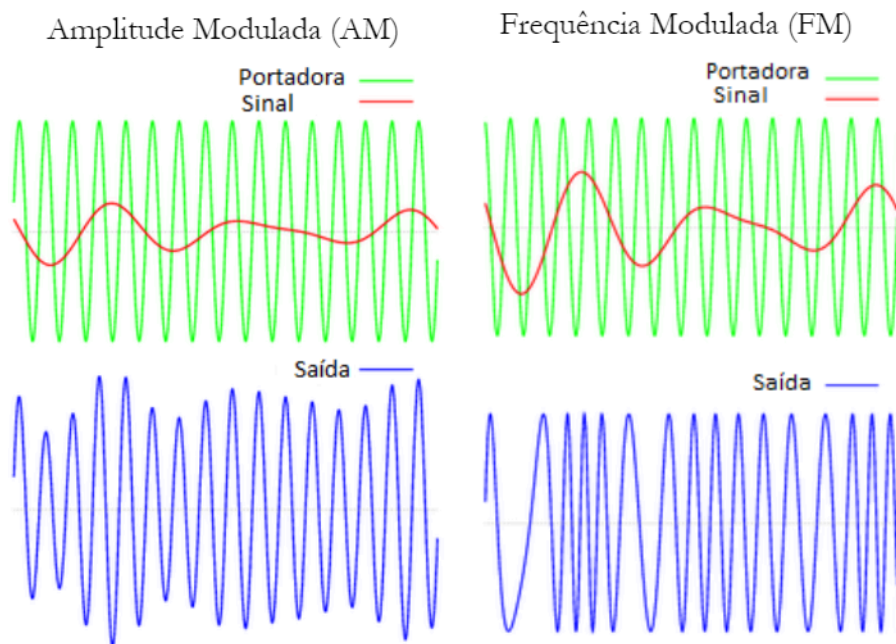
Para uma revisão sobre as ondas eletromagnéticas pode ser utilizado o vídeo do link [Vídeo 3](#).

Amplitude Modulada e Frequência Modulada - AM/FM

Nas transmissões de rádio e TV são utilizadas modelagem das ondas, sendo as principais as moduladas em amplitude da onda portadora AM ou a modulada na frequência da onda portadora FM.

Na Amplitude modulada (AM), conforme mostrado na figura abaixo, a onda portadora (verde) tem sua amplitude modulada pelo sinal (vermelho) a ser transmitido resultando na onda de amplitude modulada (azul). Já na frequência modulada (FM), a modulação do sinal é feita na frequência da onda como mostra a figura abaixo.

SECRETARIA EXECUTIVA DE ENSINO MÉDIO E PROFISSIONAL
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL
GERÊNCIA GERAL DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO



Adaptado de: https://pt.wikipedia.org/wiki/Modula%C3%A7%C3%A3o_em_amplitude.

Figura 3: Modulação de ondas.

Sugerimos como complemento e aprofundamento, dessas informações, que seja assistido, pelos alunos, o vídeo do link [Vídeo 4](#).

Orientações para realização de atividades

Neste item, devem ser buscadas atividades que contemplem a pesquisa sobre os diversos tipos de ondas eletromagnéticas (frequências) e sua utilização no dia a dia. Sendo possível, o professor poderá utilizar robótica para que os alunos desenvolvam projetos como, por exemplo, a criação de controle remoto. Outras práticas poderão ser exploradas.

O professor pode, também, promover uma discussão crítica sobre questões que envolvam a utilização de ondas eletromagnéticas, em especial aquelas utilizadas nas comunicações.

SECRETARIA EXECUTIVA DE ENSINO MÉDIO E PROFISSIONAL
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL
GERÊNCIA GERAL DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

Os alunos poderão desenvolver pesquisas bibliográficas e de vídeos e outras fontes de informação sobre os diversos tipos de radiação, sua utilização e efeitos, especialmente classificadas pela frequência.

Orientações para a Avaliação

É importante que os alunos percebam a dimensão do uso de radiação no dia a dia, em especial nas comunicações, controles remotos etc.

Deve-se, também, levar em conta, na avaliação, o foco *“Identificação e aprofundamento histórico e científico dos fenômenos da ondulatória, que orientarão a posterior elaboração de experimentos e características de ondas avaliando formas de utilização e sua utilização no transporte de informação na sociedade”*.

4. Fenômenos Ondulatórios

Neste item, o professor deve desenvolver o tópico da ementa a respeito da “*Análise de Fenômenos da ondulatória (ouvido humano, reflexão, refração, interferência, altura, timbre, nível de intensidade).*”

Ondas sonoras e o ouvido humano

Ondas sonoras são ondas mecânicas, isto é, se propagam em um meio material. Logo não é possível existir som no vácuo. É de interesse particular aquelas que são perceptíveis ao ouvido humano e que estão situadas entre as frequências de 20 a 20.000 hertz (Hz) e são aquelas que provocam a sensação que sentimos, através dos ouvidos, pela ação dessas ondas. Frequência menor que 20 Hz é chamada infra-som e a maior que 20.000 Hz, de ultra-som. Essas ondas não são capazes de estimular o nosso sentido da audição. Alguns animais, como o cachorro e o morcego, podem captar frequências altas, de até 100.000Hz, animais como o elefante e o pombo, são capazes de perceber infra-sons (RIBEIRO, 2015).

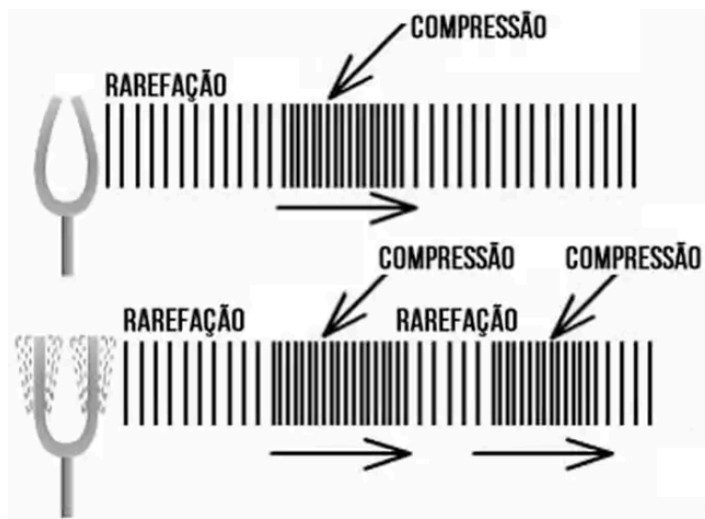


Figura 4: Ondas sonoras. Extraído de Ribeiro (2015, n.p).

SECRETARIA EXECUTIVA DE ENSINO MÉDIO E PROFISSIONAL
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL
GERÊNCIA GERAL DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

O ouvido humano basicamente recebe o estímulo em seu tímpano e através de mecanismo interno transforma o sinal sonoro em impulsos nervosos que são interpretados pelo cérebro.

Como complemento desse tópico sugerimos que seja assistido o vídeo do link [Vídeo 5](#).

Características do som

O som tem várias características que permitem estudar e identificar cada tipo diferente que impressiona nosso ouvido.

Reflexão

A reflexão do som ocorre semelhante à reflexão da luz. Quando uma onda encontra um obstáculo, como uma parede, ela retorna para o meio no qual estava propagando-se. Desse acontecimento originam-se dois outros, os quais são chamados de **eco**, que acontece quando o tempo entre ir até o obstáculo e retornar a fonte é **superior a 0,1 s**, e **reverberação** que acontece quando o intervalo de tempo é **inferior a 0,1 s**. Isto acontece porque o ouvido só distingue dois som que chegam com intervalo superior a este tempo citado (SANTOS, 2023).

Refração do som

A refração é uma mudança de velocidade que o som sofre, ao passar de um meio para outro e, dependendo do ângulo de incidência, pode causar um desvio na propagação da onda sonora. Este fenômeno é utilizado em exames de ultrassonografia.

Interferência

A interferência é a superposição das ondas sonoras, que pode ser **construtiva**, quando as ondas sonoras se somam; e **destrutiva**, quando as ondas sonoras se subtraem. Em espaços de boa acústica, o sistema de som é projetado de maneira que haja o mínimo de regiões de interferência destrutiva.

Absorção

Alguns materiais ou meios abafam o som, ou seja, absorvem o som. Esta característica é utilizada para controle do som, como em estúdios, silenciadores de carros e motos etc.

Difração

Ao passar por um obstáculo o som sofre uma mudança de direção, o que chamamos de difração. Isso possibilita, por exemplo, que possamos ouvir o rádio num ambiente da casa diferente de onde se encontra o rádio.

Altura do som

A altura está relacionada com a frequência do som. Grandes frequências dão os sons altos ou agudos, enquanto baixas frequências dão os sons baixos ou graves.

Timbre do som

É o que permite diferenciar a fonte do som. Por exemplo, se um violino e um piano emitirem a mesma nota, podemos facilmente diferenciar o som emitido por cada um deles devido ao timbre.

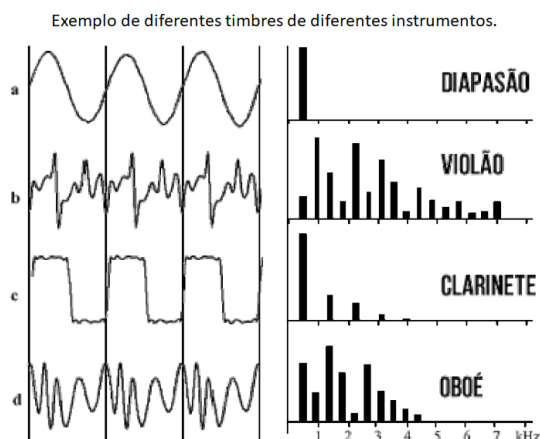


Figura 5: Timbre. Adaptado de Ribeiro (2015,n.p)

Nível de intensidade do som

A intensidade do som está diretamente relacionada à quantidade de energia da onda sonora, ou seja, está ligada a amplitude da onda, quanto maior a amplitude, maior a intensidade. A intensidade é medida em decibéis.

Escala Musical

Levando em consideração que a fisiologia do som pode ser apreciada através da percepção das notas sonoras que seguem a escala Pitagórica. Partindo de uma nota central (normalmente um Dó) e multiplicando essa frequência por $(3/2)$, que representa uma quinta, ou por $(4/3)$, simbolizando uma quarta, encontramos as outras seis notas musicais que formam escala. É possível ver uma representação deste princípio, no site Iazzetta (2023), que contextualiza a formação da escala diatônica, seguindo a nota Dó como referência. Para verificar as informações sobre a Escala Pitagórica: <https://iazzetta.eca.usp.br/tutor/acustica/escalas/pitagorica.html>

Orientações para realização de atividades

Neste item, a atenção é na identificação das características das ondas sonoras, altura, timbre etc. O principal foco é: *“Identificação e aprofundamento histórico e científico dos fenômenos da ondulatória, que orientarão a posterior elaboração de experimentos e características de ondas avaliando formas de utilização e sua utilização no transporte de informação na sociedade”*. Quanto mais forem utilizados experimentos com diapasão ou diferentes instrumentos musicais, por exemplo, que demonstrem os conceitos estudados, mais efetivo será o aprendizado.

Pode também ser desenvolvida atividade prática, como, por exemplo, uso de decibelímetro, se tiver disponível para a escola, para medir o nível de ruído em diversos locais e

SECRETARIA EXECUTIVA DE ENSINO MÉDIO E PROFISSIONAL
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL
GERÊNCIA GERAL DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

comparar com os padrões estabelecidos. Nesse caso, os alunos deverão pesquisar os padrões para comparação.

Orientações para a Avaliação

Como deve ser feito em todas as etapas previstas nesta orientação, o professor deve privilegiar, na avaliação, o trabalho cooperativo e o protagonismo dos alunos, na busca do seu conhecimento.

Deve-se ter em mente para avaliação o foco *“Identificação e aprofundamento histórico e científico dos fenômenos da ondulatória, que orientarão a posterior elaboração de experimentos e características de ondas avaliando formas de utilização e sua utilização no transporte de informação na sociedade.”*

5. Utilização das ondas

Neste item, o professor deve desenvolver o tópico da ementa a respeito da “*Mobilização de recursos criativos para a produção de experimentos com ondas (telefone de latas, simulação de fibra óptica - reflexão interna, difração da luz com laser).*”

Aqui o foco está nos experimentos que demonstrem características das ondas, expostas no item anterior. Por isso, vamos nos limitar a indicar experimentos que podem servir de ponto de partida para as atividades a serem realizadas pelos alunos.

Telefone de lata

Um experimento simples é apresentado no vídeo do link [Vídeo 6](#), que poderá ser o ponto de partida para desenvolvimento de atividades pelos alunos.

Uma atividade alternativa, caso seja viável, é visitar o **Espaço Ciência** e utilizar a combinação de duas parabólicas colocadas uma voltada para outra, nas quais as pessoas sentam no foco de cada uma delas e o som é transmitido de uma para outra.

Fibra óptica

Sugerimos a realização, pelos alunos, de pesquisa bibliográfica sobre os fundamentos físicos do funcionamento da fibra óptica e a realização de experimento semelhante ao apresentado no vídeo do link [Vídeo 7](#).

Difração e interferência

Como no item anterior é sugerido que os alunos façam pesquisa sobre os fenômenos de difração e interferência e realizem experimentos semelhantes aos apresentados nos vídeos dos links [Vídeo 8](#) e [Vídeo 9](#).

Orientações para realização de atividades

Neste item, devem ser trabalhadas atividades experimentais, conforme sugestões apresentadas, com a fundamentação teórica realizada através de pesquisa bibliográfica pelos alunos.

A parte experimental está demonstrada nos vídeos deste item, o que facilita o trabalho das atividades com os alunos, porém é importante que os alunos busquem a fundamentação teórica dos experimentos, em fontes confiáveis.

A turma poderá ser dividida em grupos com a finalidade de praticar o trabalho em equipe e otimizar os recursos disponíveis.

Orientações para a Avaliação

O professor deverá ter em mente para avaliação se os alunos apresentam atividades que atendam ao foco *“Identificação e aprofundamento histórico e científico dos fenômenos da ondulatória, que orientarão a posterior elaboração de experimentos e características de ondas avaliando formas de utilização e sua utilização no transporte de informação na sociedade”*.

6. Recursos Comunicativos

Finalmente, chegamos ao tópico previsto na ementa como *“Produção de recursos comunicativos, analógicos ou digitais, como estratégia empreendedora na comunidade escolar.”*

É o momento de os alunos desenvolverem uma proposta de uso da comunicação para melhorar sua comunidade, utilizando as mais diversas ferramentas de comunicação, desde simples folhetos de divulgação até vídeos compartilhados na internet. O cuidado deve ser o de trazer uma solução útil à comunidade escolar. É uma excelente oportunidade de explorar o trabalho em equipe, bem como o estudo de soluções úteis, para confecção de um projeto de intervenção social.

As propostas podem ser as mais variadas como vídeos para internet, criação de aplicativos, criação de perfis em redes sociais, criação de site de informação, etc. O importante é criar um projeto de comunicação que atenda às necessidades da escola ou da comunidade próxima.

Ignácio (2021) apresenta 11 casos de utilização de soluções através de comunicação, desenvolvida por alunos de diversas escolas pelo Brasil. No link da reportagem ([clique aqui](#)), os professores e alunos poderão encontrar a descrição desses casos que podem servir de inspiração para o desenvolvimento de um projeto específico para a escola ou comunidade.

O fundamental nesse item é que os alunos exerçam o protagonismo, buscando informações, estudos de casos, como os citados anteriormente, para desenvolver um projeto de empreendedorismo criativo, que tenha importância para sua escola ou comunidade.

Orientações para realização de atividades

SECRETARIA EXECUTIVA DE ENSINO MÉDIO E PROFISSIONAL
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL
GERÊNCIA GERAL DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

Neste item, os alunos, sob orientação do professor, deverão preparar uma proposta de solução de problema da comunidade escolar, utilizando as ferramentas de comunicação.

Atenção especial deve ser dada à habilidade do eixo de Empreendedorismo, ou seja, *“Desenvolver projetos pessoais ou produtivos, utilizando conhecimentos e recursos das Ciências da Natureza e Linguagens a partir dos Estudos e aprofundamento dos conteúdos “ondas” e “frequência” por meio da produção de recursos comunicativos, sejam eles analógicos ou digitais”*.

O foco nesta atividade deve ser *“Apresentação e difusão de uma ação, produto, protótipo ou solução criativa, tais como: campanhas e peças de comunicação, programas, aplicativos cujo objetivo seja aplicar, de forma prática, os conhecimentos abordados ao longo das aulas; valorizando aspectos científicos e tecnológicos tais como a qualidade do som para o conforto humano e maneiras atuais de difundir informação e conhecimento”*.

Deverá também ser confeccionados os materiais de divulgação e sensibilização para ser utilizado junto a comunidade escolar, ou outros locais que seja pertinente.

Seria o ideal que os trabalhos feitos por uma turma fossem ponto de partida para o desenvolvimento dos trabalhos das turmas seguintes, conseguindo assim um aprimoramento desta atividade na escola.

Orientações para a Avaliação

A principal atividade deste item é a publicação do trabalho dos alunos, seja através de relatórios, apostilas, vídeo, cartazes, feiras, exposições etc.

Sugerimos que a apresentação do projeto deva seguir a seguinte proposta de parâmetros extraídos da *Unidade Curricular Investigação Científica*:

1. PARÂMETROS PARA AVALIAÇÃO DA CONCLUSÃO

- a) Apresenta informações claras, coerentes e objetivas;

**SECRETARIA EXECUTIVA DE ENSINO MÉDIO E PROFISSIONAL
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL
GERÊNCIA GERAL DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO**

- b) Relaciona os dados obtidos ao objetivo e hipóteses enunciadas;
- c) Indica limitações e potencialidades da pesquisa;
- d) Evidencia as conquistas alcançadas com o estudo;
- e) Os resultados encontrados foram baseados em dados e métodos científicos;
- f) Aponta conclusões para o problema apresentado.

2. PARÂMETROS RELATIVOS À COMUNICAÇÃO/APRESENTAÇÃO DA PESQUISA

- a) Coerência do conteúdo da apresentação com o documento textual;
- b) Qualidade, estrutura e criatividade do material de apresentação;
- c) Domínio e conhecimento do tema;
- d) Clareza, fluência e domínio do tema na exposição de ideias;
- e) Observância do tempo determinado para apresentação.

7. Referencial Bibliográfico

DIAS, J. C. S. **O telégrafo, a invenção que deu início à era da informação.** 2015 Disponível em: <https://www.kaspersky.com.br/blog/telegraph-grandpa-of-internet/5431/>. Acesso em: 25 abr. 2023.

DUARTE, M. **A invenção do telégrafo sem fio.** 2019. Disponível em: <https://www.guiadoscuriosos.com.br/rock/historia/t/telegrafo-sem-fio/>. Acesso em: 25 abr. 2023.

SILVA, D. N. "História da internet"; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/informatica/internet.htm>. Acesso em 27 abr. 2023.

IAZZETTA, F. Escala Pitagórica. Disponível em: <https://iazzetta.eca.usp.br/tutor/acustica/escalas/pitagorica.html>. Acesso em 30 abr. 2023.

IGNÁCIO, H. **Projetos que usam a comunicação como ferramenta de mudança.** 2021. Disponível em: <https://shorturl.at/fouC3>. Acesso em: 04 mai. 2023.

PERUCH, T., **História do Rádio.** 2021. Disponível em: <https://www.ufmg.br/espacodoconhecimento/historia-do-radio/>. Acesso em: 27 abr. 2023.

RIBEIRO, R. **Ondas Sonoras e o sentido da audição,** 2015. Disponível em: <https://www.em.com.br/app/noticia/especiais/educacao/enem/2015/11/11/noticia-especial-enem,706844/ondas-sonoras-e-a-capacidade-do-homem-em-emitir-sons.shtml>. Acesso em: 02 mai. 2023.

SANTOS M. A. S. A. **Reflexão do Som.** Disponível em: <https://shorturl.at/csAHJ>. Acesso em: 02 mai. 2023.

SOUSA, R. **A invenção da televisão.** 2023. Disponível em: <https://www.historiadomundo.com.br/idade-contemporanea/a-invencao-da-televisao.htm>. Acesso em: 27 abr. 2023.

SECRETARIA EXECUTIVA DE ENSINO MÉDIO E PROFISSIONAL
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL
GERÊNCIA GERAL DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

THOMPSON, M.; RIOS, E. P.; SPINELLI, W.; REIS, H.; SANT'ANNA, B.; NOVAIS, V. L. D.; ANTUNES, M. T. **Conexões: Ciências da Natureza. Saúde e Tecnologia.** 1 ed. São Paulo: Moderna, 2020.

Outras referências

Escalas Pitagóricas. USP. br, 2000. Disponível em: <http://www2.eca.usp.br/prof/iazzetta/tutor/acustica/escalas/pitagorica.html>. Acesso em: 29, maio e 2023.

Vídeos

Vídeo 1 - A História da Internet! História da Tecnologia. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=pKxWPo73pX0>. Acesso em: 27 abr. 2023.

Vídeo 2 - O que é uma Onda? Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=M2D5-zXID6A>. Acesso em 27 abr. 2023.

Vídeo 3 - Ondas eletromagnéticas - rádio, microondas, infravermelho, luz visível, ultravioleta, raio x e gama. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=-8xKSt0sY9Q>. Acesso em 27 abr. 2023.

Vídeo 4 - Sistema de Telecomunicações - Modulação: introdução, conceito e portadora/modulante analógica. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=srYlywiBrYM>. Acesso em: 02 mai 2023.

Vídeo 5 - Vídeo sobre como a audição funciona. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=FLUwYCHFVas>. Acesso em: 02 mai. 2023.

Vídeo 6 - O melhor telefone de lata | Mundo Inventivo. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Qb1xU9S7BaE>. Acesso em: 02 mai. 2023.

Vídeo 7 - A luz que faz curva na água (EXPERIÊNCIA de FÍSICA). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=F69tWoZa4ic>. Acesso em: 02 mai. 2023.

Vídeo 8 - Tema 13 - Fenômenos Associados à Propagação Ondulatória | Experimentos - Figuras de difração. Acessível em: <https://www.youtube.com/watch?v=DYYGFb36IvE>. Acesso em: 02 mai. 2023.

Vídeo 9 - Interferência e difração da luz utilizando um laser e fio de cabelo. Acessível em: <https://www.youtube.com/watch?v=HMI779PZ8EU&t=14s>. Acesso em: 02 mai. 2023.

Vídeo 10 - SOS NÃO É O QUE PARECE! Entenda o Código Morse. Acessível em: <https://www.youtube.com/watch?v=ciGkt7nse2U>. Acesso em: 18 mai. 2023.