



Este material instrucional pedagógico foi gerado a partir da dissertação de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências intitulada “ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO: um material didático para o ensino das radiações ionizantes e não ionizantes para prática inclusiva de alunos com deficiência visual”, defendida em 29 de setembro de 2023, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), *Campus Nilópolis-RJ*. O presente recurso didático-pedagógico foi aprovado pela banca avaliadora da defesa de dissertação.

REVISÃO CIENTÍFICO-TEXTUAL

Prof. Titular Vitor Luiz Bastos de Jesus
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro

Prof. Dr. André Luis Tato
Colégio Pedro II

1- APRESENTAÇÃO

O produto educacional atual é o resultado de uma dissertação de mestrado desenvolvida por Silva (2023). O objetivo geral desta pesquisa foi investigar como a metodologia ativa associada ao material acessível, pode contribuir para aprendizagem do aluno do 9º ano do Ensino Fundamental (EF), com deficiência visual e do vidente, acerca das radiações ionizantes e não ionizantes a partir do espectro eletromagnético. A motivação para a realização desse trabalho originou-se das inquietações que levaram a autora da pesquisa a explorar o campo da educação inclusiva. A intenção era atualizar suas estratégias pedagógicas e determinar como sua prática docente poderia contribuir para a melhoria da qualidade educacional.

Portanto, a inspiração para este estudo derivou da experiência pedagógica da pesquisadora, que Leciona Física em classes de Educação Básica.

Inicialmente, um estudo foi conduzido para investigar o campo da educação inclusiva no contexto do ensino das radiações ionizantes e não ionizantes. Isso foi realizado principalmente através de uma revisão bibliográfica de artigos, monografias e dissertações, utilizando palavras-chave em Português, Inglês e Espanhol. A partir dessa revisão, foi identificado que o tema escolhido para essa pesquisa é pouco explorado, juntamente com a busca por produtos resultantes de pesquisas que pudessem ser aplicados ao ensino inclusivo.

Além disso, a partir de 2019, o currículo da SEDU passou a incorporar o ensino do espectro eletromagnético, abrangendo tanto o ensino médio quanto o ensino fundamental. Como resultado, na sala dos professores, começaram a surgir discussões informais sobre esse tópico. Alguns professores que atuam no ensino fundamental expressavam diversos comentários e preocupações relacionados com a forma de abordagem em relação a tal conteúdo, principalmente com alunos da educação especial.

A partir dessas discussões, foi fundamental para concretizar a proposta de estudo sobre o tema, contemplando a educação inclusiva, focando o público com deficiência visual.

Com o propósito de facilitar e enriquecer a experiência de aprendizagem dos alunos videntes e dos alunos com deficiência visual, os artefatos foram desenvolvidos para complementar a prática pedagógica, que vai auxiliar os professores para uma

atividade mais interativa, e são de extrema importância para enriquecer a sequência didática.

A pesquisa desenvolveu-se em uma escola da rede Estadual de Educação do Espírito Santo, embora a escola possua uma infraestrutura pequena, consegue atender do ensino fundamental até o ensino médio.

A escola possui sala de atendimento educacional especializada, porém para este estudo optou-se para realização das atividades sem auxílios dos professores especialistas.

A sequência didática está baseada na metodologia ativa, na qual propõe mais interação entre os participantes, ela está dividida em três etapas.

2- POR QUE UTILIZAR UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA E SEUS ARTEFATOS NO ENSINO DO ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO?

Utilizar uma Sequência Didática no ensino de radiações ionizantes e não ionizantes, a partir do espectro eletromagnético, é uma abordagem pedagógica que pode oferecer uma série de benefícios significativos. Essa estratégia estruturada permite aos professores guiar os alunos através de um processo de aprendizagem gradual e coerente, otimizando a compreensão e a retenção do conteúdo.

Uma sequência didática dividida em etapas progressivas, ajuda a evitar fragmentação do conteúdo, permite que os alunos compreendam diferentes conceitos e informações, e permite o professor identificar áreas de maior dificuldade dos alunos, e ajustar a abordagem conforme necessário.

A sequência didática estruturada com a metodologia ativa e aliada com os artefatos, auxiliam os professores para desenvolvimento de uma prática mais inclusiva, pois promove maior participação de todos os envolvidos.

Em um cenário de globalização, informatização e evolução dos comportamentos e desejos dos estudantes, as instituições educacionais estão reconhecendo a urgência de incorporar novas abordagens metodológicas para garantir a eficácia do aprendizado. A implementação das chamadas metodologias ativas surge como uma resposta a esse perfil estudantil em transformação. Essas abordagens colocam o diálogo no centro do processo, valorizando o conhecimento prévio dos alunos, a contextualização e a aplicação prática dos saberes adquiridos (SAHAGOFF, 2019).

Além disso, é preciso pensar na educação inclusiva no ensino de física que é uma realidade dentro das escolas da educação básica. A educação inclusiva é um princípio

fundamental que busca garantir a participação e o sucesso de todos os alunos, independentemente de suas habilidades, origens ou características individuais. No contexto do ensino de física, a educação inclusiva assume um papel crucial ao promover um ambiente de aprendizado que reconhece e respeita a diversidade dos estudantes. E dentro desse contexto, e buscando valorizar a participação dos alunos videntes e do aluno com deficiência visual, os artefatos foram desenvolvidos visando a oportunidade de mais interação.

A criação de maquetes táteis ou a elaboração de guias sonoros para ilustrar um modelo científico específico ou fenômeno físico é uma abordagem possível e viável. Essas práticas podem trazer benefícios significativos para a aprendizagem de todos os estudantes, ao mesmo tempo em que garantem a inclusão do aluno com deficiência visual no ambiente de ensino de Física (CAMARGO; NARDI, 2007).

Toda sequência didática está estruturada para contemplar os alunos videntes e o aluno com deficiência visual, com uma proposta mais interativa e participativa.

3- POR QUE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PENSADA NA PERSPECTIVA INCLUSIVA?

Essa sequência didática com foco na educação inclusiva, foi desenvolvida para criar um ambiente na qual os alunos videntes e o aluno com deficiência visual pudessem ter acesso às informações em tempo real dentro de sala de aula, junto aos demais colegas de classe.

Além disso, os materiais, as estratégias e as avaliações são acessíveis para atender o público vidente e o público com deficiência visual, promovendo a interação entre eles, criando um ambiente enriquecedor para todos, e fortalecendo o desenvolvimento de habilidades essenciais, como colaboração, empatia e resiliência.

Para Vigotsky, o ser humano não surge inerentemente humano; ao invés disso, ele adquire sua humanidade por meio da interação com seus pares, gerações mais velhas e mais jovens, experiências vivenciadas e contexto histórico-cultural ao qual está inserido (Mello, 2004).

A Sequência Didática coloca o professor como mediador do processo educativo e envolvendo todos os participantes da ação promovendo seu crescimento por meio de um processo colaborativo.

4- O PRODUTO EDUCACIONAL: A SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A sequência didática foi aplicada na turma do 9º ano do ensino fundamental da EEEFM Professor Manoel Abreu e está organizada em cinco aulas de cinquenta minutos cada, estruturada em etapas que incluem: Conhecimentos Prévios, Explicação do Conteúdo, Aplicação do teste conceitual e da Roda de Conversa. Acredita-se que o conjunto de atividades apresentadas poderá auxiliar o professor com estratégias para aprendizagem sobre radiação ionizante e não ionizante, promovendo a compreensão dos conceitos científicos de forma interativa e levando a construção coletiva do conhecimento. Além disso, levou-se em consideração uma conexão com o contexto cotidiano dos alunos, para que o tema da pesquisa se tornasse mais significativo e relevante.

1ª Etapa (01 aula) – Levantamento dos Conhecimentos Prévios.

Tema: Radiações ionizantes e não ionizantes.

Objetivo: O levantamento dos conhecimentos prévios tem por objetivo permitir ao professor obter mais informações e experiências que os alunos trazem, antes de iniciar uma nova atividade, aprender um novo assunto ou enfrentar um novo desafio

Justificativa: É importante saber se esses conhecimentos são baseados em vivências anteriores, estudos, aprendizados formais e informais, habilidades adquiridas e informações assimiladas ao longo do tempo. Esses elementos são essenciais, pois servirão para organizar o processo pedagógico das etapas seguintes

Público alvo: 9º ano

Tempo estimado: 50 minutos

Desenvolvimento:

- Sugerimos que o professor organize os alunos em suas carteiras, de forma individual.
- Cada aluno recebe um teste com cinco questões discursivas:

Questões propostas

Q1) Você já ouviu falar sobre radiação? Onde?
Q2) O que você entende por radiação?
Q3) No dia a dia convivemos com algum tipo de radiação? Se sim, cite um exemplo.
Q4) Você acha que toda radiação traz malefícios? Justifique a sua resposta.
Q5) Você acha que toda radiação traz benefícios? Justifique a sua resposta.

- Os alunos são orientados a responderem sem nenhuma forma de consulta e que respondam com compromisso.
- Ao final da aplicação do teste sugerimos que os alunos sejam orientados a realizar pesquisas em casa sobre o conteúdo radiação, em fontes como o livro didático, revistas, jornais, internet, amigos ou familiares.

2ª Etapa (02 aulas geminadas) – Apresentação do Material Didático- Os artefatos e do Aplicativo Plickers®.

Tema: O espectro eletromagnético: Radiações ionizantes e não ionizantes

Objetivo: Apresentação do conteúdo e dos materiais didáticos. O fichário tátil auditivo tem por objetivo proporcionar ao aluno com deficiência visual um material com conteúdo de física impresso em Braille, imagens em alto relevo da onda eletromagnética e um resumo do conteúdo em áudio. Os artefatos tem por objetivo complementar a explicação do conteúdo.

Justificativa: Aprender sobre radiação é de extrema importância, pois nos permite compreender os diferentes tipos de energia e partículas presentes no universo. Isso é essencial para diversos campos, como medicina, tecnologia, energia nuclear e até mesmo nossa segurança diante de fontes naturais e artificiais de radiação.

Público alvo: 9º ano

Tempo estimado: Duas aulas geminadas (50 minutos cada).

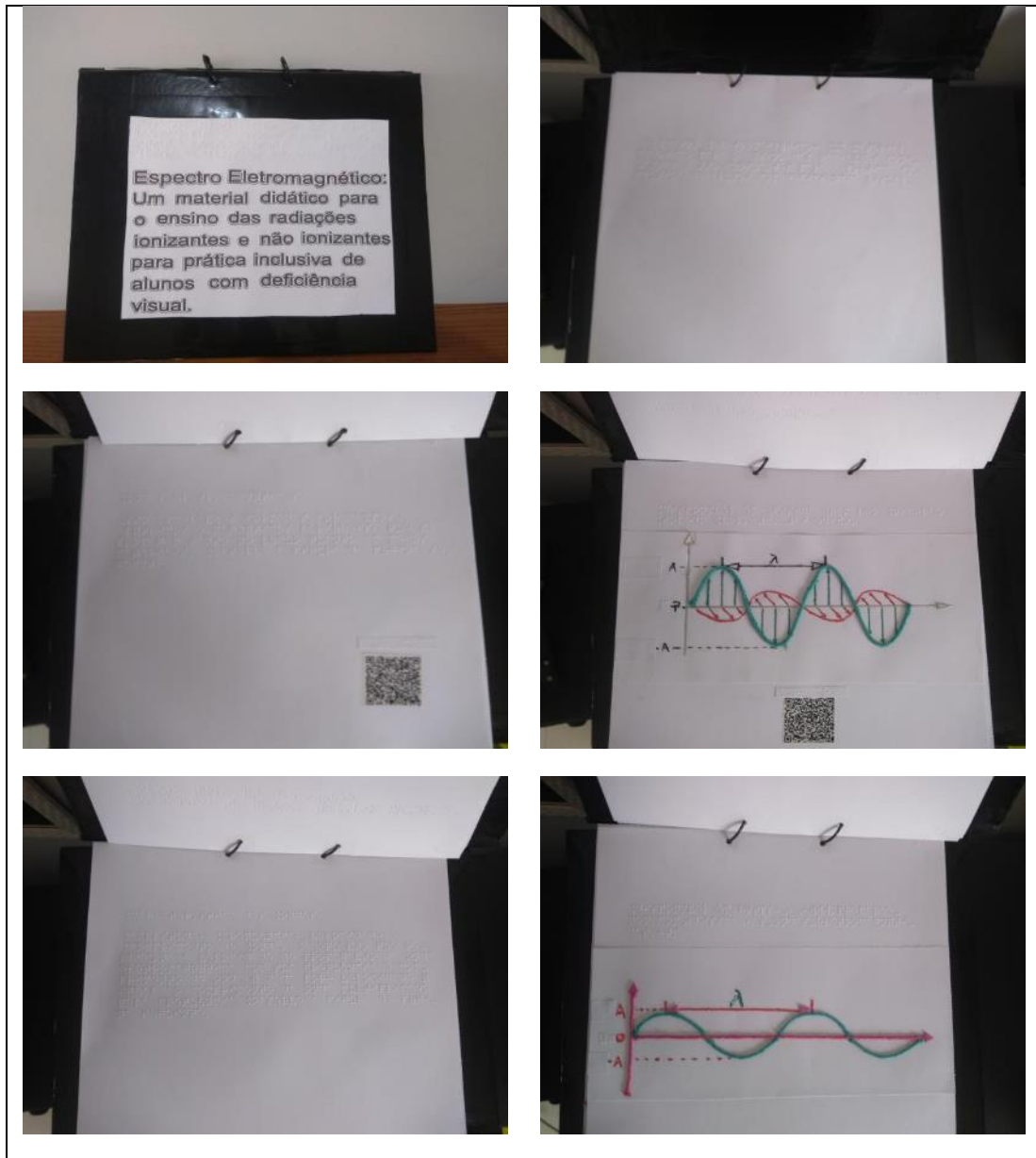
Desenvolvimento:

- Inicialmente orientamos que sejam distribuídas as apostilas impressas em tinta aos alunos videntes e o fichário tátil auditivo, entregue ao aluno com deficiência visual. Os

alunos sejam convidados à leitura do conteúdo e em seguida a ouvir os áudios através do QR CODE.

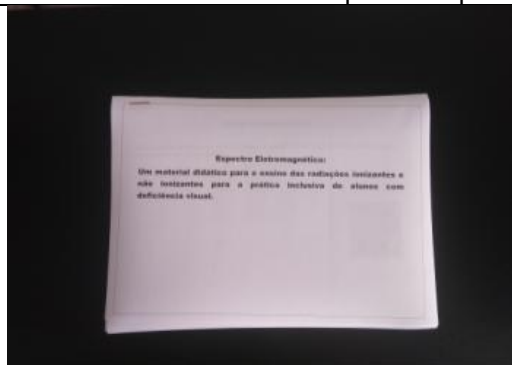
- Orientamos que o professor auxilie o aluno com deficiência visual, para tatear o livro e depois acessar os áudios.

Fichário Tátil-Auditivo.

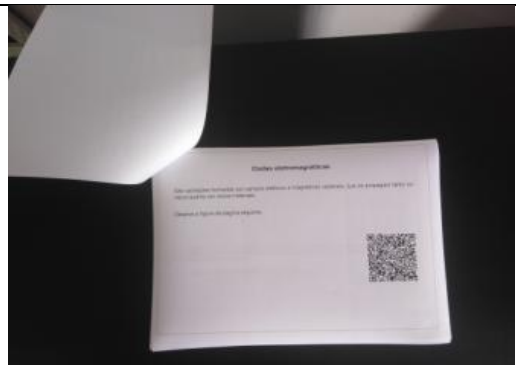




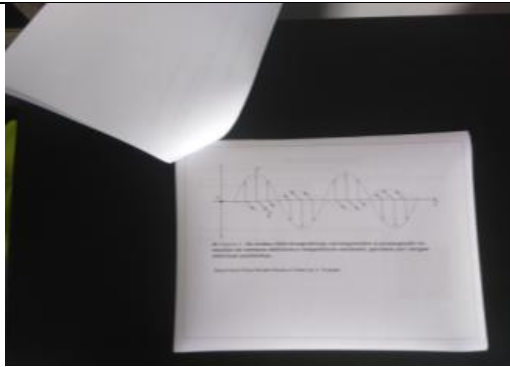
Apostila Impressa em Tinta



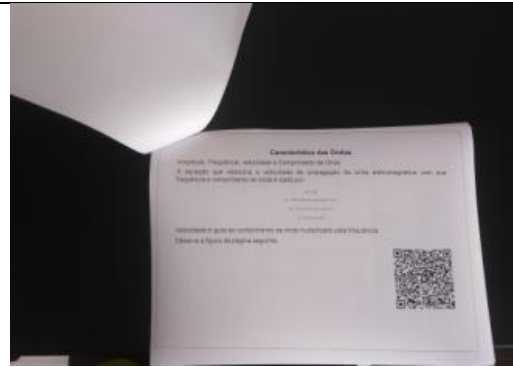
Capa



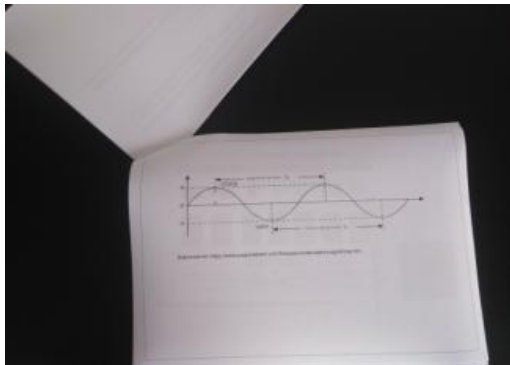
Folha 1



Folha 2



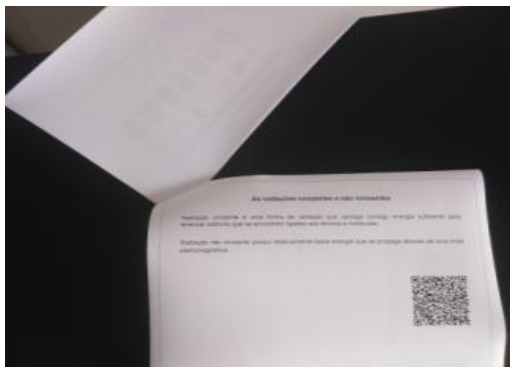
Folha 3



Folha 4



Folha 5



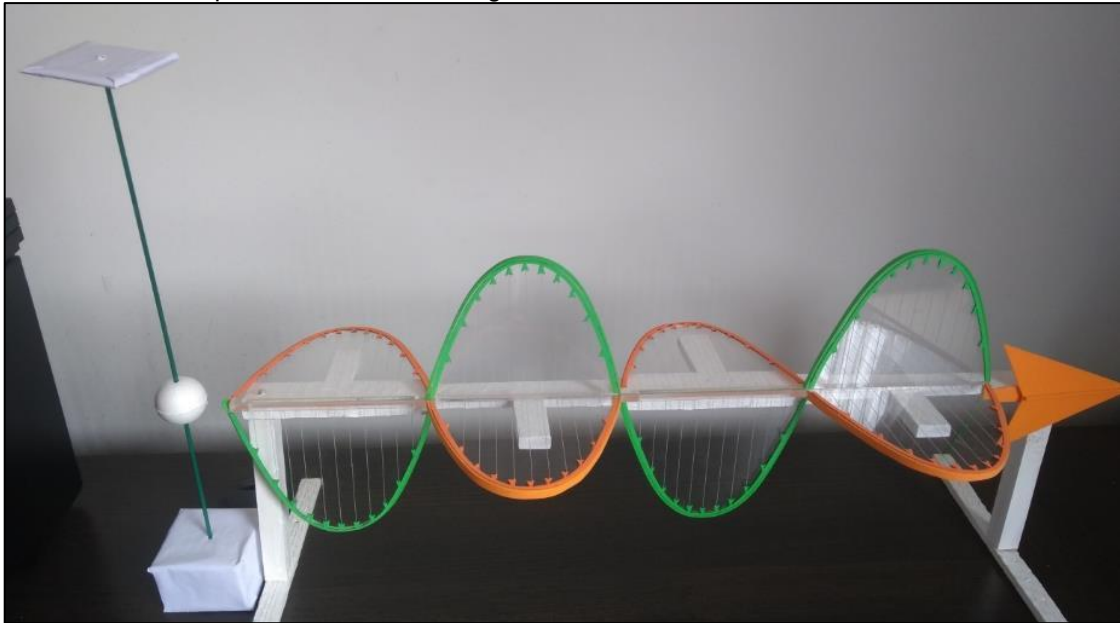
Folha 6



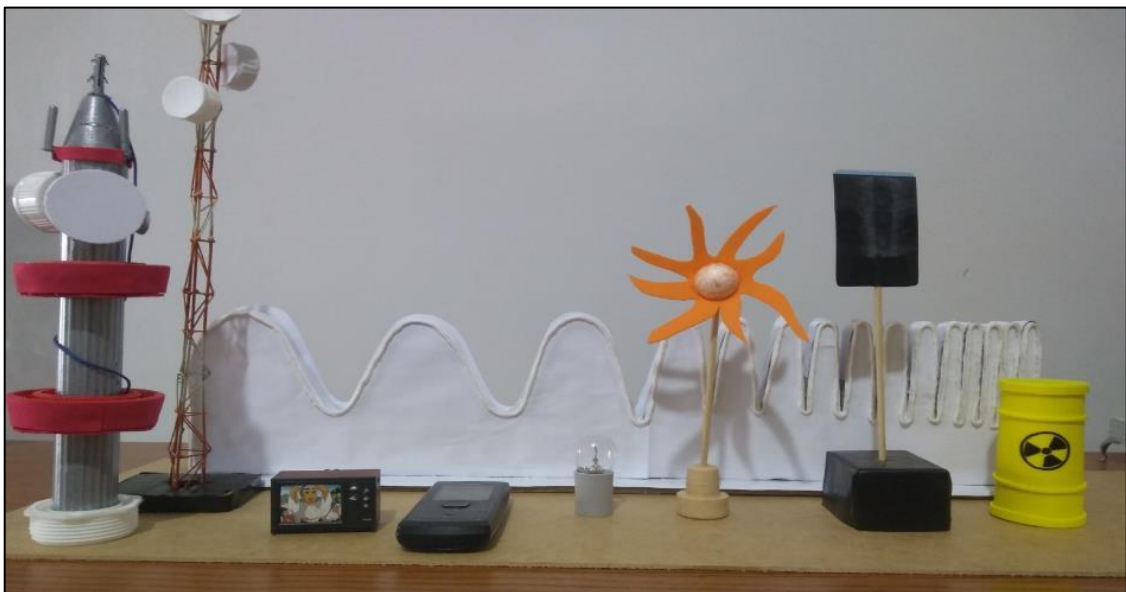
Folha 7

- Em seguida, orientamos que sobre uma mesa, sejam dispostas as maquetes em três dimensões e com o uso do *Datashow*, o conteúdo que está na apostila, sejam disponibilizados no quadro.

Maquete da onda eletromagnética em acrílico com a bolinha.



Maquete do Espectro Eletromagnético.



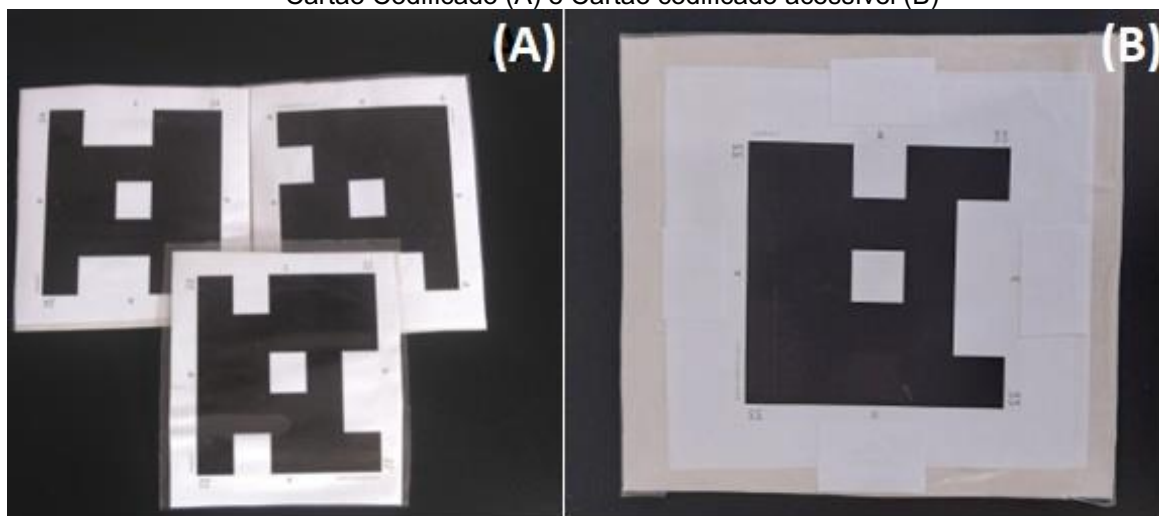
- Com a exposição do conteúdo no quadro, orientamos que seja realizada uma breve explanação sobre as radiações ionizantes e não ionizantes com a apresentação dos materiais didáticos acessíveis de acordo com o decorrer da aula, a maquete da onda eletromagnética e a maquete do espectro eletromagnético.
- O professor auxilia o aluno com deficiência visual, para tatear as maquetes.

Essa etapa tem como objetivo permitir que os alunos conheçam os produtos, ouçam os áudios e se familiarizem com algumas palavras utilizadas dentro do conteúdo. Além disso, foi um momento importante para que o aluno com deficiência visual possa conhecer e manipular o material didático acessível sob a orientação do professor.

A orientação é importante para que o professor descreva os materiais, explique sobre como eles podem ser utilizados e explorados, além de auxiliar na interpretação dos conteúdos apresentados. Após a apresentação do produto e dos materiais, orientamos que sejam solucionadas dúvidas em relação ao conteúdo/ produtos/materiais.

- Em seguida sejam apresentados os cartões emitidos pelo aplicativo Plickers®. Os cartões são codificados e possuem uma numeração específica e cada aluno receberá um cartão, que serão utilizados durante a aplicação do teste conceitual. Para o aluno com deficiência visual, o cartão precisa ser acessível. O cartão é igual aos dos colegas videntes (A), porém com as letras das alternativas em Braille, figura B.

Cartão Codificado (A) e Cartão codificado acessível (B)



- Orientamos que o momento final seja destinado aos esclarecimentos acerca do uso dos cartões codificados e do aplicativo Plickers®. A apresentação do cartão codificado para o aluno com deficiência visual, antes da aplicação do teste colabora para que ele possa se adaptar com a manipulação dele.

3ª Etapa (02 aulas geminadas) – Aplicação da Metodologia Ativa – IpC e Roda de Conversa.

Tema: Radiação ionizante e não ionizante

Objetivo: Avaliar a compreensão dos conceitos fundamentais sobre radiação ionizante e não ionizante.

Justificativa: Os testes conceituais contribuem para atividades dinâmicas, de maneira eficaz em contextos do mundo real, evitando apenas memorização.

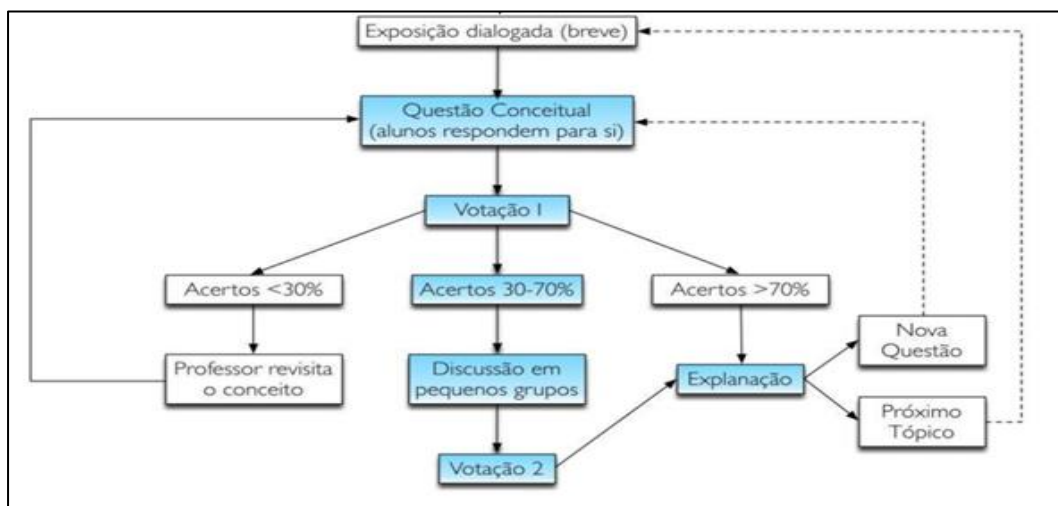
Público alvo: 9º ano

Tempo estimado: Duas aulas geminadas (50 minutos cada).

Desenvolvimento:

- A terceira etapa está dividida em dois momentos. O primeiro momento sugerimos realizar a aplicação da metodologia ativa, IpC com uma retomada de pontos chaves do conteúdo ministrado na etapa anterior, aplicação do teste conceitual com questões de múltipla escolha de acordo com o diagrama de Araújo e Mazur (2013). No segundo momento sugerimos uma roda de conversa com cinco alunos videntes e um aluno com deficiência visual.

Diagrama do processo de implementação do método IpC (*Peer Instruction*).



Fonte: ARAÚJO E MAZUR (2013).

- Para iniciar a terceira etapa, sugerimos uma breve exposição sobre o tema, radiação, com pontos chaves utilizadas na segunda etapa. Na sequência sugerimos a entrega dos cartões codificados e aplicado o teste conceitual com o uso do aplicativo Plickers®. O teste pode ser composto por cinco questões objetivas com quatro alternativas. Para confecção das perguntas optou-se por questões básicas e de fácil leitura para que o aluno com deficiência visual pudesse acompanhar junto aos colegas videntes.

Proposta das questões norteadoras:

<p>Q1) Podemos caracterizar as ondas eletromagnéticas de acordo com a:</p> <ul style="list-style-type: none">a) Energia, tempo de propagação e aceleraçãob) frequência, comprimento de onda e tempo de propagaçãoc) frequência, comprimento de onda e velocidaded) tempo de propagação, velocidade e distância percorrida
<p>Q2) Dependendo da quantidade de energia, a radiação pode ser descrita como:</p> <ul style="list-style-type: none">a) Ionizante e Magnéticab) Ionizante e não ionizantec) Elétrica e magnéticad) Não ionizante e elétrica
<p>Q3) Dentre as alternativas abaixo, aquela que relaciona a onda com alta frequência:</p> <ul style="list-style-type: none">a) Raios gamab) Ondas de Rádioc) Micro-ondasd) Ondas de TV
<p>Q5) As radiações podem ser muito úteis tanto no dia a dia quanto na medicina. Porém, ela tem seus riscos quando utilizada de forma incorreta. Uma das vantagens do uso das radiações ionizantes para o ser humano é:</p> <ul style="list-style-type: none">a) Poluição ambientalb) Acúmulo de lixo Radioativosc) Tratamento de doençasd) Bombas atômicas
<p>Q6) O uso do filtro solar em nossa pele tem por função:</p> <ul style="list-style-type: none">a) Proteção, pois o Sol emite grande quantidade de radiação ultravioleta: UV-A, UV-B, UV-C, e a exposição prolongada pode causar queimaduras na pele.

- b) Nenhuma proteção. O sol emite somente luz e calor. Não provocando nenhum dano a pele.
- c) Proteção, pois o Sol como fonte de calor irá junto com o filtro solar, proteger a pele.
- d) Nenhuma proteção. Pois o filtro solar ajuda a aumentar a queimadura na pele.

- Sugerimos que as perguntas sejam projetadas no quadro com o uso do *Datashow*. Os alunos pensam e respondem para si. Em seguida, solicite aos alunos que levantem seu cartão codificado com a opção de resposta, e para a captura das respostas utilize o celular que já tenha o aplicativo Plickers® baixado. Com esse aplicativo, em tempo real é possível analisar as respostas da turma, o aplicativo fornece a porcentagem de acertos.

Caso as respostas corretas da turma sejam abaixo de 30%, será retomado o conteúdo e, é proposto uma nova pergunta norteadora, se as respostas corretas estiverem entre 30% e 70%, aos alunos formarão grupos, para discutir sobre a questão e o professor, mediando entre os grupos a discussão, alimentando, incentivando uns aos outros a se questionarem e dialogar sobre as alternativas. O professor solicita uma nova votação sobre a alternativa escolhida. Se as respostas corretas atingirem uma porcentagem maior que 70%, realiza-se uma breve explanação sobre a resposta, e segue para o próximo tópico.

- Finalizada a aplicação do teste, sugerimos uma roda de conversa com cinco alunos, sendo quatro alunos videntes e um com deficiência visual. Esse momento de avaliação foi mediado por alguns questionamentos, que enriqueceram a conversa com os alunos foco da pesquisa, levantando informações se houve contribuições do produto e da metodologia utilizada para aprendizagem. Esse momento poderá guiar o professor em melhorias, adequação do material e da metodologia.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, I. S.; MAZUR, E. **Instrução pelos colegas e Ensino sob Medida: Uma Proposta para o Engajamento dos Alunos no Processo de Ensino-Aprendizagem de Física.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física. Florianópolis, v.30, nº.2, p. 362-384, 2013.

CAMARGO, E. P. de; NARDI, R. Planejamento de atividades de ensino de Física para alunos com deficiência visual: dificuldades e alternativas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias** v. 6, nº 2, p.378-401. 2007.

MELLO, S. A.in CARRARA, K. (org.) **Introdução à psicologia da educação: Seis abordagens.** São Paulo, Avercamp,2004.

FONSECA, G. L. M da.; LIMA, NEUZA, R. W. L. **Manual de produção do livro falado. Departamento Técnico Especializado. Instituto Benjamim Constant.** Curso de Mestrado Profissional em Diversidade e Inclusão. Universidade Federal Fluminense: Rio de Janeiro, p. 62. 2020. Disponível em: http://antigo.ibr.gov.br/images/conteudo/DPPE/Geral_departamento/2021/Colecoes/manual_de_producao_do_livro_falado.pdf. Acesso em 26/09/ 2022.

SAHAGOFF, A. P. C. in Junior, J. M. A; SOUZA, L. P.S; Silva, N, L, C (Org). **Metodologias ativas: práticas pedagógicas na contemporaneidade.** Campo Grande: Editora Inovar, 2019. 203p.

JUNIOR et al, in CAMARGO, E. P. de. **Inclusão e necessidade educacional especial: compreendendo identidade e diferença por meio do ensino de física e da deficiência visual.** 1. ed. São Paulo: Livraria da Física, p.268. 2016.

Apêndice

Para construção do Fichário Tátil Auditivo

Para compor os áudios e as impressões. Inicialmente foi realizada a gravação de áudios dos conteúdos previamente selecionados, em um pequeno estúdio cedido da escola Municipal de Ensino Fundamental Samuel Batista Cruz, localizada no município de Linhares-ES. Para a gravação foi utilizado o programa Audacity®, baseado no manual de produção de livro falado de Fonseca, 2020. Os áudios foram gravados em partes, cada áudio com média entre 2 e 5 minutos. No total, sete áudios foram gerados. Os áudios foram armazenados no drive do Google, em seguida gerado um link de cada áudio e com o uso do site <https://qr.ioi.tw/PT/> foram gerados os QR Code, para cada áudio. Em seguida os QR Codes, foram impressos em papel adesivo para posterior inclusão no fichário.

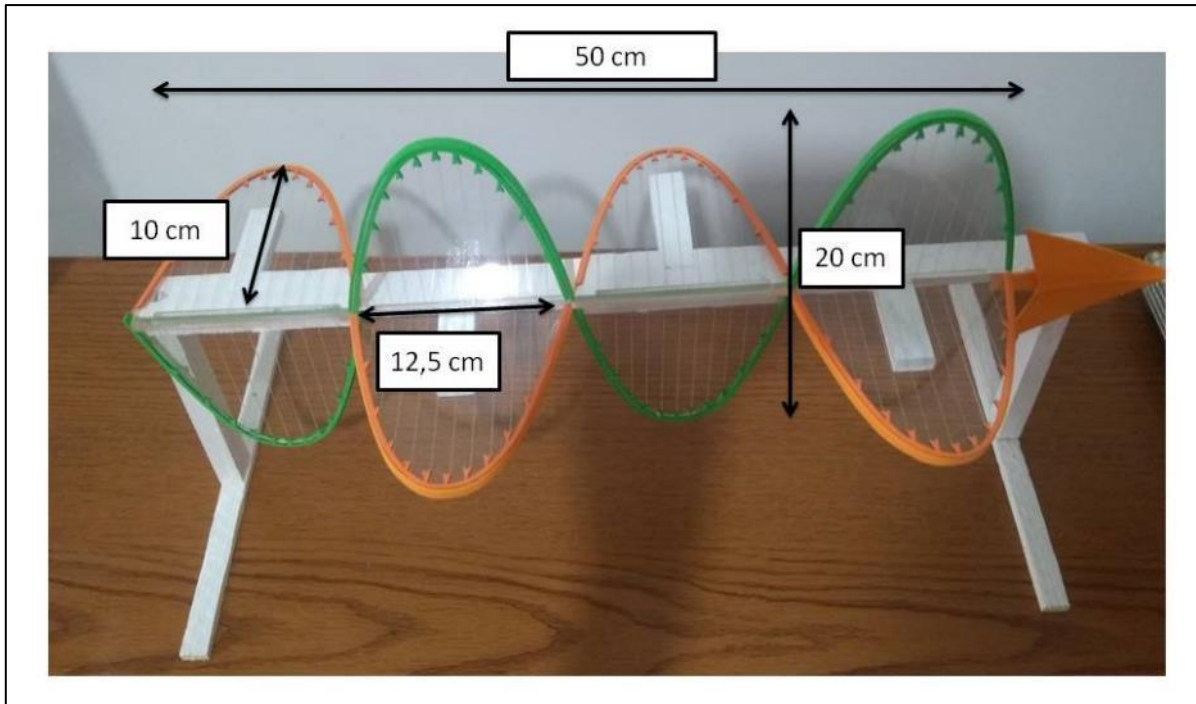
Para a impressão do conteúdo em Braille foi utilizado o software Braille Fácil® e a impressora Braille Basic-D V4. Os títulos principais e os tópicos foram impressos para manter o Braille presente na leitura do aluno com deficiência visual. As imagens foram construídas com cola, barbante ou EVA. A capa foi utilizada o título em Braille e em tinta.

Além da construção do fichário tátil auditivo foi elaborada uma apostila seguindo a mesma estrutura para os alunos videntes, no entanto ao invés do texto em braile e imagens em relevo, o texto estava em tinta e as figuras impressas.

Abaixo seguem os materiais utilizados na construção do fichário tátil auditivo.

- Um fichário capa dura
- Argolas para prender as folhas
- Papel *Contact*
- QR Code dos áudios
- EVA coloridos
- Barbante
- Cola branca e colorida
- Texto impresso em Braille

Para construção da Maquete da Onda Eletromagnética

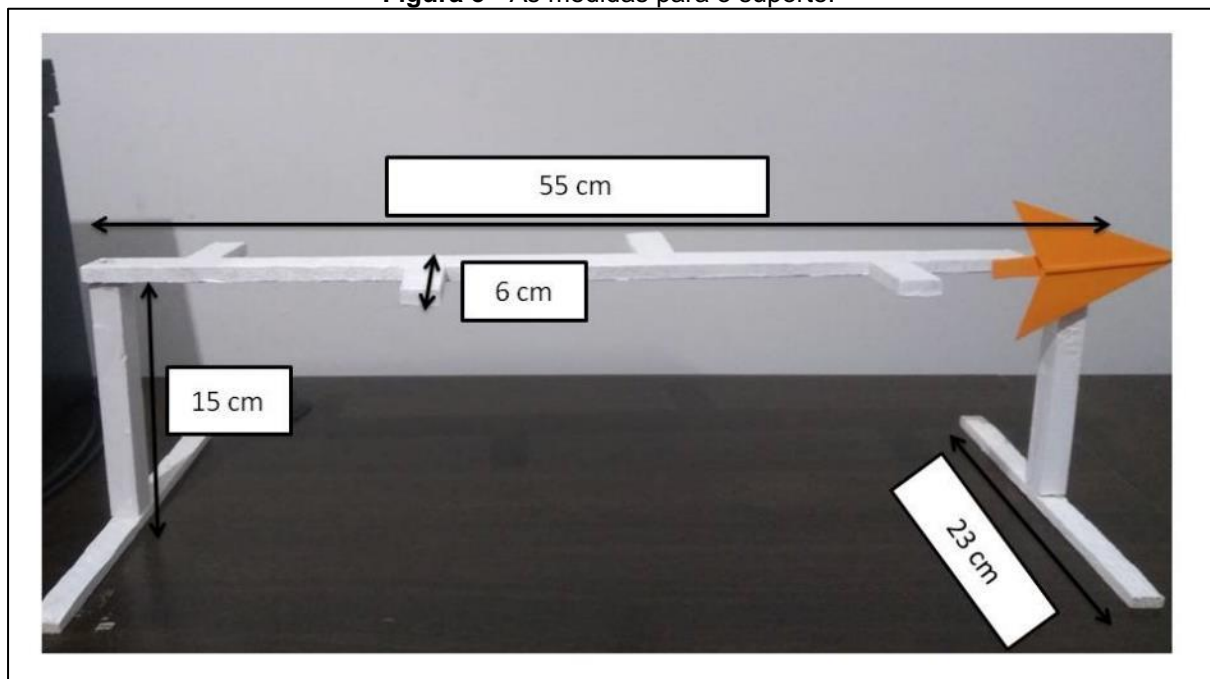


Fonte: Acervo Pessoal.

O suporte para apoio da maquete em acrílico da onda eletromagnética foi construído de forma artesanal com pedaços de madeira e as seguintes dimensões (Figura 3):

- 55 cm de comprimento;
- 10 mm espessura;
- 15 cm de altura;
- 23 cm de comprimento (apoio da base).

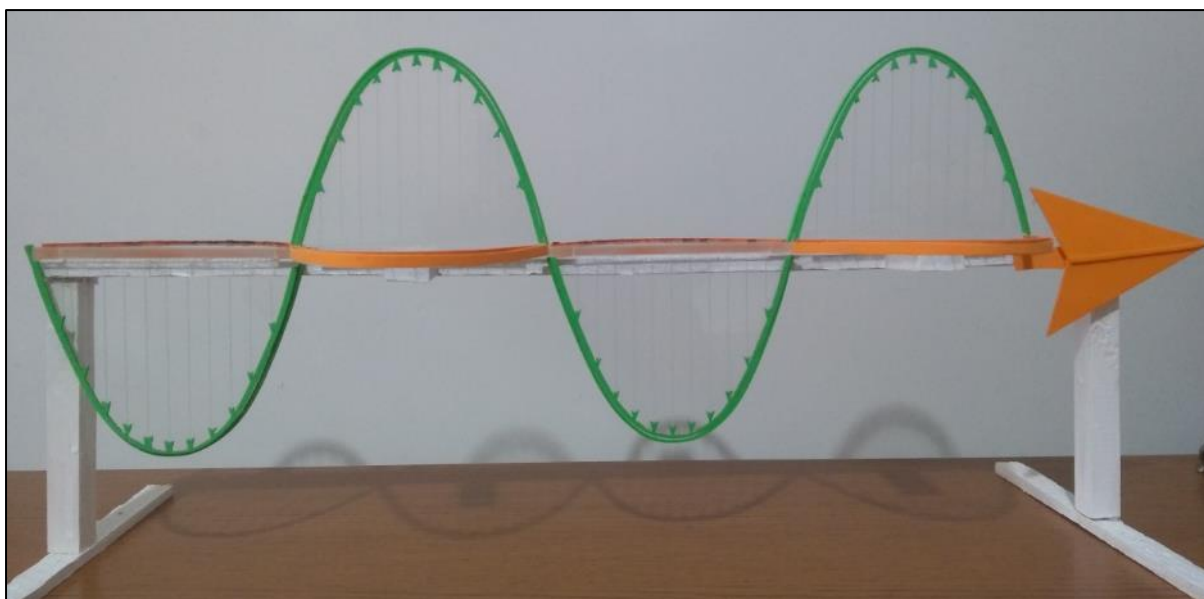
Figura 3 - As medidas para o suporte.



Fonte: Acervo Pessoal.

Após a construção da maquete da onda eletromagnética em acrílico e do suporte em madeira foi realizada a montagem final da maquete com a inclusão de detalhes com um suporte que contém uma bolinha de isopor conforme as figuras 4 e 5.

Figura 4 - Maquete da Onda eletromagnética em Acrílico sobre o Suporte.



Fonte: Acervo Pessoal.

Figura 5 - Maquete da onda eletromagnética em acrílico com a bolinha.



Fonte: Acervo Pessoal.

Esse modelo proposto por Junior *et al.*, (2016), é um modelo que vai de encontro com os modelos que estão apresentados no fichário tátil auditivo e na apostila impressa em tinta, porém em três dimensões.

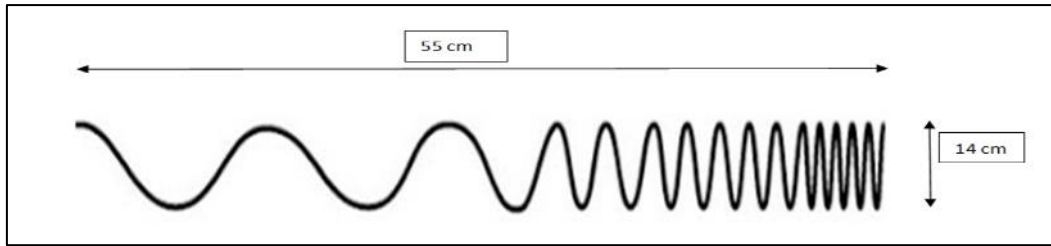
O Espectro Eletromagnético

Para a confecção do modelo do espectro eletromagnético, foi utilizado o modelo disponível em <https://conhecimentocientifico.com/ondas-eletromagnetica> e os materiais utilizados foram:

- Três folhas de papelão;
- Cola branca e Cola quente;
- Barbante;
- Folhas A4;
- Modelo impresso do formato da onda 55 cm × 14 cm;
- Estilete;
- EVA amarelo, preto e coral;
- Folha de MDF;
- Minitelvisão de brinquedo;
- Micro-ondas de brinquedo;
- Celular antigo;
- Mini Torre de transmissão de sinal de celular;
- Controle Remoto de Televisão;
- Lâmpada de 12 volts;
- Bolinha de isopor de 2 cm de diâmetro;
- Pedaco de chapa de Raio-X.

O molde da onda eletromagnética utilizada na construção do espectro eletromagnético foi impresso em duas folhas A4, conforme dimensões da figura (figura 6). Após impressão, o modelo foi colado e cortado em três folhas de papelão para garantir a rigidez na estrutura (figura 7 e 8).

Figura 6 - Molde para a construção da onda do Espectro Eletromagnético



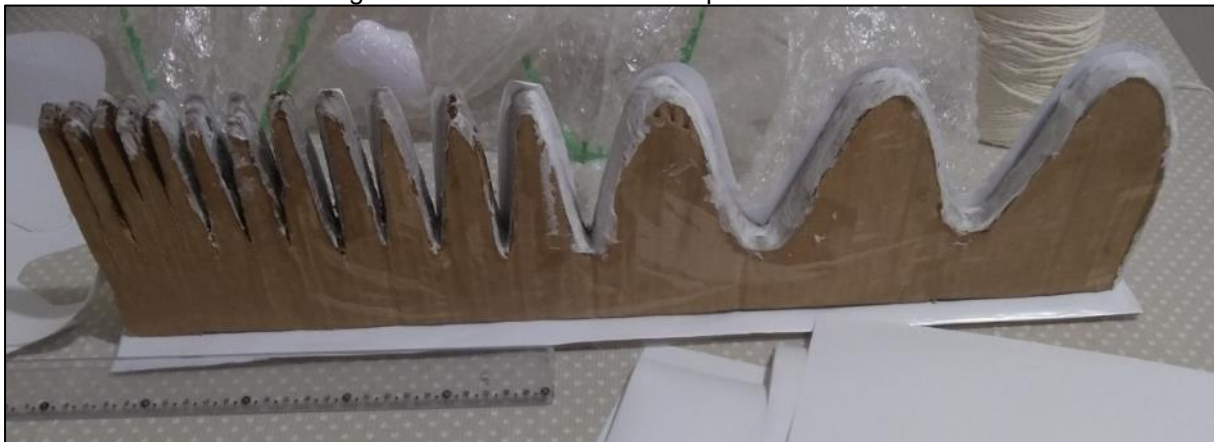
Fonte: Acervo Pessoal.

Figura 7 - Molde Colado no Papelão.



Fonte: Acervo Pessoal.

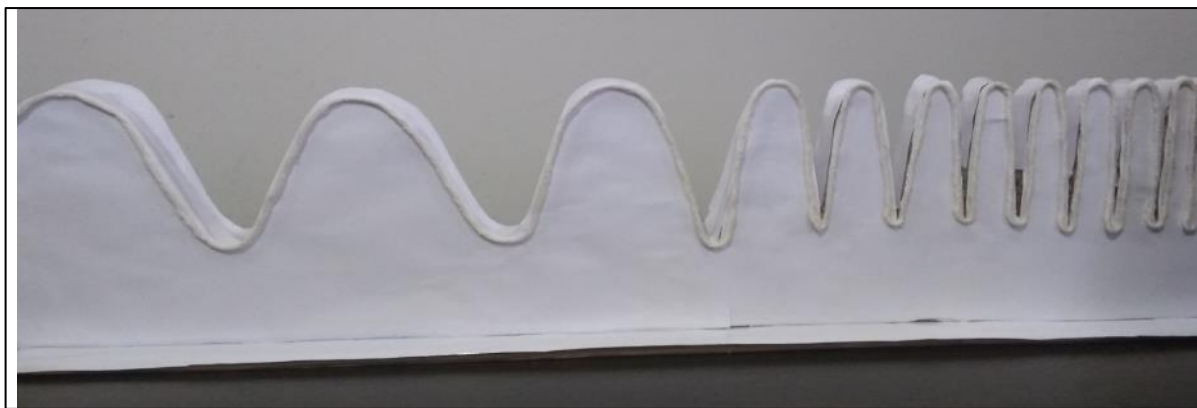
Figura 8- Os Três Moldes de Papelão Colados.



Fonte: Acervo Pessoal.

Para cobertura do material foram utilizadas folhas A4 e em seguida barbante para contornar o modelo de onda, conforme figura 9.

Figura 9 - A onda coberta com folha branca e contornada com barbante.



Fonte: Acervo Pessoal.

Após a confecção da onda eletromagnética, alguns objetos que fazem parte do espectro eletromagnéticos foram construídos e outros adquiridos com recursos próprios, conforme descrição abaixo:

- Mini Torre de Transmissão de Celular: Modelo adquirido com recursos próprios;
- Minitelvisão: Modelo adquirido com recursos próprios;
- Micro-ondas: Modelo adquirido com recursos próprios;
- Controle remoto: Modelo adquirido com recursos próprios;
- Celular: Modelo adquirido do acervo pessoal;
- Luz: Foi utilizada uma fonte luminosa adquirida com recursos próprios;
- Sol: Modelo construído com bolinha de isopor pintada na cor laranja e raios de sol, feitos com EVA;
- Raio X: Modelo construído pelo recorte de uma chapa de Raio X do acervo pessoal;
- Raios gama: Modelo construído no formato de tambor feito de papelão, coberto com EVA;

Após a aquisição e a construção dos modelos citados anteriormente a onda foi apoiada em uma base de MDF e os objetos posicionados de forma a ficarem em suas respectivas posições relacionados ao comprimento de onda, formando o modelo de espectro eletromagnético (Figura 10).

Figura 10 - O Espectro Eletromagnético.



TEXTO BASE QUE FOI UTILIZADO PARA OS ÁUDIOS E CONFECÇÃO DOS ARTEFATOS

Texto base para os áudios As ondas eletromagnéticas

Define-se uma onda como uma perturbação que atravesse um determinado meio. As ondas mecânicas exigem um meio material (um metal, por exemplo) para se propagarem. As ondas eletromagnéticas, no entanto, não requerem a existência de um tal meio para se propagarem. Ou seja, elas se propagam no vácuo.

Na década de 1860, o físico escocês Maxwell desenvolveu uma teoria matemática na qual generalizou os princípios do Eletromagnetismo. A teoria proposta por Maxwell previu a existência de um novo tipo de onda, as ondas eletromagnéticas.

As ondas eletromagnéticas surgem como consequência de dois efeitos: um campo magnético variável produz um campo elétrico, e um campo elétrico variável produz um campo magnético. Esses dois campos em constantes e recíprocas induções propagam-se pelo espaço.

Fonte Disponível em: Fonte: Ramalho, Nicolau, Toledo, 2009.

Características das ondas

De acordo com Maxwell, se em um ponto P (**fig. 1**) produzirmos um campo elétrico variável E , este induzirá um campo magnético B que irá variar com o tempo e com a distância ao ponto P .

Essa indução recíproca de campos magnéticos e elétricos, variáveis com o tempo e com a distância, torna possível a propagação dessa sequência de induções através do espaço. Ele denominou essa propagação como ondas ou radiações eletromagnéticas.

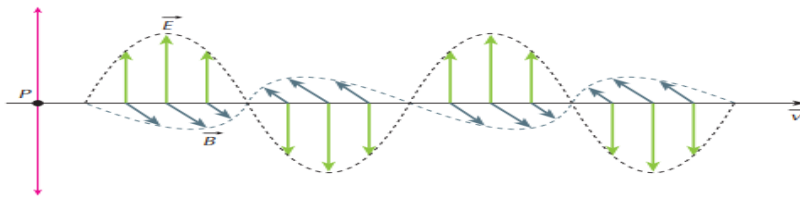


Figura 1. As ondas eletromagnéticas correspondem à propagação no espaço de campos elétricos e magnéticos variáveis, gerados por cargas elétricas oscilantes.

Disponível em: Fonte: Ramalho, Nicolau, Toledo, 2009.

Podemos caracterizar uma onda eletromagnética da mesma forma que caracterizamos as ondas em geral: pela sua frequência (f), seu comprimento de onda (λ), sua velocidade de propagação (v) e sua amplitude (A).

Amplitude (A): é a altura que a onda pode alcançar. Em termos físicos, a amplitude nos traz a intensidade da onda. Como temos pontos altos (cristas) e pontos baixos (vales) nas ondas, chamamos esses pontos de amplitude máxima e amplitude mínima, respectivamente, e sua unidade de medida é o metro (m).

Velocidade (c): é a velocidade da onda no meio. No vácuo, esse valor é maior e constante, igual à velocidade da luz, aproximadamente $3 \cdot 10^8$ m/s. Sua unidade de medida é o m/s.

Frequência (f): é a oscilação completa de uma onda. Sua unidade de medida é o hertz (Hz) e ela é calculada por meio do inverso do período (tempo para completar uma oscilação, medido em segundos). Dado por:

$$f = \frac{1}{T}$$

Comprimento de onda (λ): é o espaço que a onda percorre para completar uma oscilação (um ciclo). Essa medida pode ser feita entre dois vales, duas cristas ou entre o começo de uma crista e o final de um vale. Sua unidade de medida é o metro (m).

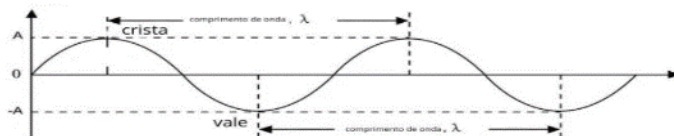
A equação que relaciona a velocidade de propagação da onda eletromagnética com sua frequência e comprimento de onda é dada por :

$$v = \lambda f$$

v - velocidade de propagação (m/s)

λ - comprimento de onda (m)

f - frequência (Hz)



Disponível em: <https://www.preparaenem.com/fisica/as-ondas-eletromagneticas.htm>

Quando uma onda possui um comprimento muito baixo, a quantidade de cristas que viajam no espaço em determinado tempo é maior e que, nessa situação, podemos dizer que sua frequência é maior. Para esclarecer esse conceito, dizemos que a frequência de uma onda é a razão entre a quantidade de ciclos que ela realiza durante sua propagação e dado intervalo de tempo. Quanto maior o comprimento da onda, menor será a frequência e menor comprimento de onda, maior será a frequência.

Espectro Eletromagnético

Existe uma variação ampla e contínua nos comprimentos de onda e frequências das ondas eletromagnéticas. O espectro eletromagnético está dividido em Radiações ionizantes e não ionizantes.

Na **figura 2**, temos um resumo dos diversos tipos de ondas eletromagnéticas, chamado espectro eletromagnético, as frequências estão em hertz e os comprimentos das ondas em metros.



Fig. 2. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/espectro-eletromagnetico.htm>

As ondas de Radiofrequência

As ondas utilizadas para a transmissão de sinais de rádio e televisão costumam ser chamadas ondas de radiofrequência (RF). As ondas RF com frequência entre 10^4 e 10^7 Hz (ondas curtas de rádio) são muito bem refletidas pelas camadas ionizadas da atmosfera superior (ionosfera). Outra característica das ondas de rádio, que as faz extremamente úteis na transmissão de informações, é o fato de apresentarem comprimentos de onda de dezenas a milhares de metros. Assim, elas podem se difratar com facilidade ao redor de obstáculos de dimensões da mesma ordem de grandeza, como árvores, edifícios e mesmo pequenas elevações. Entretanto, as grandes montanhas podem constituir obstáculos intransponíveis. Daí a importância de estações repetidoras, que recebem os sinais e os reenviam para pontos que normalmente seriam inacessíveis.

As ondas RF para a transmissão de sinais de televisão têm frequências em torno de 10^8 Hz e comprimento de onda de cerca de 1 metro. Essas ondas não são refletidas pela ionosfera. Então, para serem captadas a distâncias superiores a 75 km, são necessárias estações repetidoras entre a emissora e os locais de recepção. Entretanto, se as distâncias forem muito grandes, como na transmissão de um continente a outro, utilizam-se satélites artificiais.

Micro-ondas

As denominadas micro-ondas são ondas eletromagnéticas com frequência entre 10^9 e 10^{11} Hz, aproximadamente, e comprimentos de onda entre 1 m e 1 mm. Existem inúmeras aplicações dessas ondas, entre as quais se destacam os telefones celulares, o forno de micro-ondas e o radar. Entretanto, as faixas de micro-ondas são específicas para cada uma dessas aplicações. As micro-ondas na faixa de 300 MHz a 300 GHz, denominadas ondas de radar, são utilizadas na detecção de aviões, navios e outros veículos. A telefonia celular é atualmente a mais importante aplicação das micro-ondas, utilizando ondas na faixa de 850 MHz a 2.200 MHz.

Luz visível, infravermelho e ultravioleta

A retina do olho humano é sensível à radiação eletromagnética de uma pequena faixa de comprimento de onda, em torno de 10^{-6} m. O maior comprimento de onda da luz visível (aproximadamente $7,5 \cdot 10^{-7}$ m) dá a sensação de vermelho. À medida que o comprimento de onda diminui, a sensação de cor muda para alaranjado, amarelo, verde, azul, anil até atingir o violeta, que tem o menor comprimento de onda (aproximadamente $4,0 \cdot 10^{-7}$ m). A esses comprimentos de onda correspondem aproximadamente as frequências $4,0 \cdot 10^{14}$ Hz (luz vermelha) e $7,5 \cdot 10^{14}$ Hz (luz violeta).

A radiação infravermelha tem comprimento de onda intermediário entre o da micro-onda e o da luz vermelha, e é assim denominada por ter frequência menor que a da luz vermelha. A radiação

infravermelha constitui o chamado calor radiante.

A radiação ultravioleta tem comprimento de onda menor e frequência maior que os da luz violeta, daí seu nome. O Sol emite grande quantidade de radiação ultravioleta.

De acordo com o comprimento de onda, a radiação ultravioleta é dividida em três faixas:

- ultravioleta longo (UV-A), de comprimento de onda variando entre $4 \cdot 10^{-7}$ m e $3 \cdot 10^{-7}$ m, que é a menos energética e está associada ao bronzeamento, pois estimula a produção de um pigmento chamado melanina, responsável pelo escurecimento da pele;
- ultravioleta médio (UV-B), de comprimento de onda variando entre $3 \cdot 10^{-7}$ m e $2 \cdot 10^{-7}$ m, é mais energética que a anterior, sendo a que provoca a vermelhidão da pele;
- ultravioleta curto (UV-C), de comprimento de onda variando entre $2 \cdot 10^{-7}$ m e $4 \cdot 10^{-9}$ m, é altamente energética, sendo em grande parte absorvida, na atmosfera superior, pela camada de ozônio que envolve a Terra.

Raios X e Raios γ

Em 1895, Wilhelm Roentgen descobriu que, quando um feixe de elétrons em movimento muito rápido atinge um alvo metálico, uma radiação é emitida. Essa radiação é constatada por meio de inúmeros efeitos, como sensibilizar chapas fotográficas e atravessar corpos opacos à luz.

Por desconhecer sua natureza, Roentgen denominou essas radiações de raios X. Atualmente sabemos que os raios X são ondas eletromagnéticas com frequências ainda maiores do que as da radiação ultravioleta. O poder de penetração dos raios X depende também do material penetrado. Os raios X são bastante absorvidos pelos ossos humanos, que contêm cálcio (material de alta densidade), e atravessam especialmente tecidos moles, como a pele humana.

Os raios X devem ser utilizados com grande cautela. Os operadores de aparelhos de raios X geralmente se protegem com aventais de chumbo, metal cuja alta densidade retém eventuais radiações que possam atingi-los, além de um crachá que avalia o grau de exposição à radiação em dado intervalo de tempo. Algumas espécies de células doentes são destruídas mais facilmente por raios X do que células sadias. Portanto, feixes de raios X cuidadosamente controlados podem ser usados no tratamento de algumas doenças, como, por exemplo, o câncer. As radiografias são pouco eficientes na visualização de determinadas estruturas quando há superposição de órgãos. É por meio da tomografia computadorizada que se pode obter uma imagem melhor de qualquer parte do corpo.

Existem ondas eletromagnéticas com frequências ainda mais altas do que as dos raios X. São os chamados raios γ . A radiação γ é emitida pelos núcleos instáveis dos elementos radioativos, que se desintegram natural ou artificialmente.

Fonte: Ramalho, Nicolau, Toledo, 2009.

Radiações

Para estudar as radiações, é necessário compreender tanto a quantidade de energia envolvida nos processos radioativos, quanto seus impactos na sociedade e no ambiente. Em razão de grandes acontecimentos históricos, como a explosão da bomba atômica durante a Segunda Grande Guerra Mundial, em 1945, e o vazamento de material radioativo na Usina Nuclear de Chernobil, em 1986, as radiações assumiram um papel negativo para a sociedade. No entanto, elas não são as vilãs do mundo.

Radiação caracteriza-se como um conceito genérico, isto é, serve para todo tipo de onda eletromagnética e todo tipo de partícula que transporta energia. Para diferenciar os tipos de radiação tomando como ponto de partida os conceitos de comprimento de onda, frequência e energia.

As radiações ainda podem ser classificadas como ionizantes e não ionizantes. A radiação não ionizante tem menos energia do que a radiação ionizante, sendo exemplos desta radiação as micro-ondas ou ondas de rádio e televisão, que têm seu efeito limitado à geração de luz ou calor. Por sua vez, a radiação ionizante consiste em ondas eletromagnéticas com energia suficiente para fazer com que as

partículas de cargas negativas (elétrons) se desprendam do átomo, alterando assim sua estrutura – em um processo conhecido como ionização.

O tipo de radiação ionizante mais conhecido é o raio X, usado em equipamentos de radiografia para fins médicos. A radiação ionizante penetra nos corpos de acordo com seu tipo e sua energia, e cada tipo de radiação tem um poder diferente de penetração e causa diferentes graus de ionização na matéria. Como exemplo, podemos citar os danos causados no DNA quando ele é submetido às radiações ionizantes e o contato com essas radiações causa mudanças na estrutura do DNA, provocando as chamadas mutações.

Quanto maior o comprimento de onda, menor a quantidade de energia transportada nela e, conseqüentemente, menor o poder de atuação dessa radiação. As ondas com menores comprimentos de onda, por sua vez, possuem frequências maiores, resultando em maior transporte de energia e em um forte potencial de atuação dessa radiação. A radiação gama, por exemplo, que possui grande poder de transformação da matéria, tem seu comprimento de onda muito pequeno quando comparado com outras radiações e, por conseguinte, transporta uma quantidade de energia muito maior.

Os três tipos básicos de radiação: as partículas alfa e beta e os raios gama. Elas são emitidas durante as transformações que ocorrem nos núcleos de átomos instáveis e liberam energia em forma de radiação até ficarem estáveis. Cada uma dessas radiações apresenta diferente grau de penetração na matéria. Assim, as partículas alfa podem ser bloqueadas por uma folha finíssima de alumínio, já as partículas beta requerem alguns milímetros de uma barreira como o alumínio para bloqueá-las, enquanto a radiação gama requer materiais muito mais densos para bloqueá-la, como chumbo ou concreto.

Todas as radiações que são emitidas a partir do núcleo dos átomos são chamadas de radiação nuclear. Essas radiações também são importantes para o uso médico, por exemplo, no tratamento de hipertireoidismo com as partículas beta, no tratamento de câncer com os raios gama e na realização de exames por meio de tomografia por emissão de pósitrons (partículas beta).

Disponível: https://plurallcontent.s3.amazonaws.com/oeds/NV_ORG/PNLD/PNLD20/Telaris_Ciencias/9ano/03_BIMESTRE/08_VERSAO_FINAL/03_PDFS/16_TEL_CIE_9ANO_3BIM_Sequencia_didatica_1_TRTAT.pdf

Proteção

As pessoas que trabalham com algum tipo de radiação ionizante devem tomar alguns cuidados em relação a minimizar os efeitos dessa radiação no corpo. Além dos equipamentos de proteção que os trabalhadores devem utilizar, as instalações devem ser adequadas e os trabalhadores precisam de práticas corretas. Alguns controles são:

- Tempo de exposição à radiação.
- Distância.
- Blindagem, por exemplo colete de chumbo para trabalhadores que trabalham com Raio X.
- Controle a exposição: Pessoal, Monitorização da radiação externa e interna, da área.
- Uso de Dosímetro: Aparelho utilizado para medir a exposição do indivíduo à radiação.
- Roupas específicas e cuidados, antes e depois do trabalho com radiação ionizante.

Disponível: http://www.fiocruz.br/biosseguranca/Bis/lab_virtual/radiacao.html