



Secretaria de Educação a Distância - SEED

RÁDIO (ÁUDIO) & WEB-RADIO
03RD – ONDAS ELETROMAGNÉTICAS

FÍSICA VIVENCIAL: UMA AVENTURA DO CONHECIMENTO

Mídia: Áudio (Rádio e WEB-Rádio)

ONDAS ELETROMAGNÉTICAS

3RDFENÔMENOS ONDULATÓRIOS – F1

Ministério
da Educação



www.mec.gov.br

Contate o Instituto Galileo Galilei para a Educação (IGGE)
condigital@igge.org.br

FÍSICA VIVENCIAL: UMA AVENTURA DO CONHECIMENTO

03.RD – ONDAS ELETROMAGNÉTICAS

CRÉDITOS

Concepção e Autoria

Cassiano Zeferino de Carvalho Neto. Autor da 'Família do Brasil', concepção dos programas de rádio, revisão técnica de roteiros e concepção do Guia do Professor. Formação Acadêmica: Licenciado em Física e Pedagogia (PUCSP). Especialista em Qualidade na Educação Básica (INEAM/OEA/USA). MSc. Educação Científica e Tecnológica (UFSC). Dr. em Engenharia e Gestão do Conhecimento (EGC/UFSC). master@engeduc.com

Guia do Professor e Catalogação de Mídia

Noriyasu Omote. Complementação técnica e pesquisa dedicada à elaboração do Guia do Professor. Revisor Técnico dos Programas de Rádio e Parecerista. Formação Acadêmica: Graduação em Ciências Exatas pelo Instituto de Física da USP. Especialização em Tecnologia de Ensino de Física. Autor e docente de cursos ministrados em Ciências do Ensino Fundamental e Física do Ensino Médio. Pesquisa e Desenvolvimento de Experimentos de Física (Laborcência Tecnologia Educacional). Diretor Executivo do Instituto Galileo Galilei para a Educação (IGGE). E-mail: n.omote@hotmail.com

Produção Técnica

Tecnologia de Produção de Áudio

USINA – ÁUDIO, MÚSICA E TECNOLOGIA LTDA
<http://www.usinamusica.com.br>

Equipe Técnica

Gerência Editorial

Maria Taís de Melo, Dr.

Coordenadoria de Áudio

Alexandre de Ório

Direção de Arte

Carlos Palma

Direção Técnica

André Nicolau

Roteiros de Rádio

Enéas Carlos Pereira

Vozes

Professor Galileo Lattes: Carlos Palma; Zézinho: Carlos Eduardo Garcia; Mariana: Raquel Elaine Correa do Amaral; Locutor: Júlio Ferdinando Franco; Narrador: Rodrigo Domeni. Juliana: Sandra do Rosário Amaral ; Dona Odete: Célia Gonzaga.

Revisão de Língua Portuguesa

Simone Regina Dias, Dr.

Relacionamento Institucional

Cynthia Kobori

Apoio Institucional

Maria José da Cunha

Convênio de Cooperação Institucional

Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA
www.ita.br

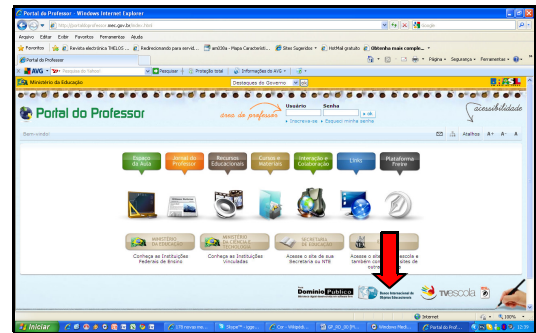
FÍSICA VIVENCIAL: UMA AVENTURA DO CONHECIMENTO

1 INTRODUÇÃO: UM DIÁLOGO COM O DOCENTE DE FÍSICA E CIÊNCIAS

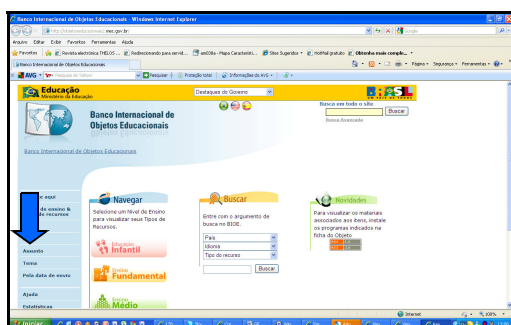
A autoria desta mídia, um programa de áudio na modalidade de Radiodifusão e WEB-Rádio (veja maiores informações ao final deste Guia do Professor), foi concebida na perspectiva de um objeto educacional aberto para educação presencial e à distância. Pautou-se, por um lado, na linha sócio-histórica referente ao desenvolvimento epistemológico da Física e suas tecnologias e, por outro, fundamentou-se em um referencial teórico que contempla aspectos relacionados à integração de mídias digitais e não-digitais.

É importante destacar que este programa faz parte de uma **Série** que contempla 24 (vinte e quatro) temas, escolhidos por sua relevância histórico-social e potencial de contribuição à formação da cidadania, além, é claro, de propiciar a construção cultural, de forma contextualizada e problematizadora, de conhecimentos de Física e suas Tecnologias. Para localizar os Programas da

Série, através do **Portal do Professor** do Ministério da Educação (MEC), deve-se acessar: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br>.



No rodapé, à direita, aparece o ícone do **Banco Internacional de Objetos Educacionais (BIOE)** - veja seta em vermelho, acima à direita. Clique sobre este ícone para acessar a página do **BIOE**.



Aberta a tela do **BIOE** escolha a opção de busca por 'AUTOR' (veja seta azul, ao lado) e clique sobre ela: a janela de busca aparecerá. Digite no campo de busca: CARVALHO NETO. O primeiro título que aparece na listagem resultante da busca, ao ser clicado, levará ao conjunto de mídias digitais educacionais, desenvolvidas pelo Instituto Galileo Galilei para a Educação - www.igge.org.br - para o Projeto Condigital

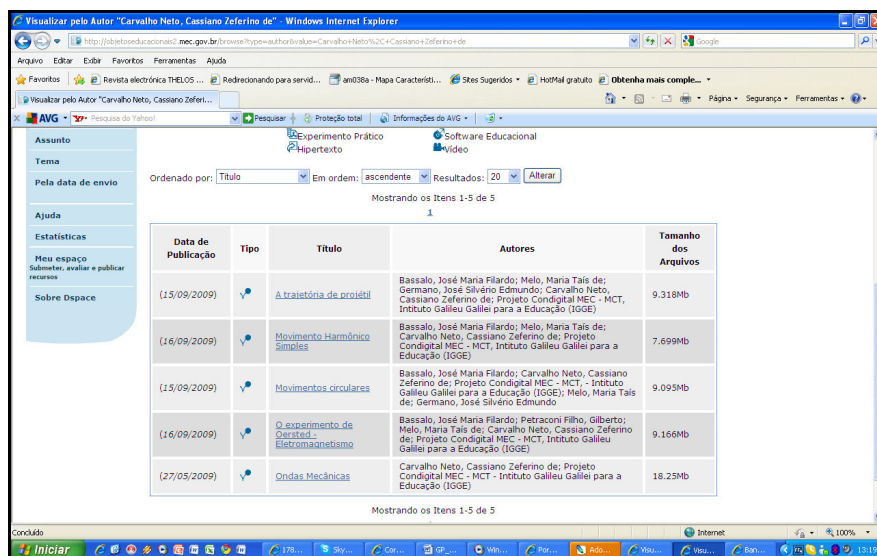
FNDE/MCT/MEC – SEED, sob o título geral FÍSICA VIVENCIAL: UMA AVENTURA DO CONHECIMENTO.

Na lista que surgirá na parte de baixo do painel de busca, clique sobre o nome do autor-organizador [Carvalho Neto, Cassiano Zeferino de](http://www.igge.org.br), para acessar a listagem completa dos programas

Secretaria de Educação a Distância - SEED

RÁDIO (ÁUDIO) & WEB-RADIO 03RD – ONDAS ELETROMAGNÉTICAS

disponíveis, num total de 208 mídias digitais, produzidas pelo Instituto Galileo Galilei para a Educação para o Projeto Condigital.



Acesso à lista completa da Série de Programas Educacionais – Digitais do Projeto FÍSICA VIVENCIAL: UMA AVENTURA DO CONHECIMENTO, desenvolvidos pelo Instituto Galileo Galilei para a Educação (IGGE).

A partir da listagem dos programas uma nova busca, mais refinada, poderá ser feita¹. Além dos programas de Rádio também estão disponíveis programas de TV e WEB - TV (audiovisual), Software (Plataforma Complexmedia) e Experimentos Educacionais.

A presente mídia, cujo conteúdo expressa essencialmente situações vivenciadas no cotidiano da Família do Brasil², em interação com o personagem Professor Galileo Lattes, representa um recurso em potencial para o ensino de Física e suas Tecnologias e também para o ensino de ciências. Em alguns casos, alcança o ensino fundamental e mesmo ao público em geral. Representa, mais que isso, um conjunto de referências epistemológicas e midiáticas elaboradas especialmente para a **docência** na grande área da Educação Científica e Tecnológica, já que além do programa de áudio em si – que se passa a chamar simplesmente de Rádio, daqui para frente – fundamentos teóricos, orientações para a incorporação da mídia durante as aulas, sugestões de simulações e questões de avaliação pertinentes a cada tema abordado são apresentados através deste documento, o **Guia do Professor (GP)**.

Embora cada programa seja um *Objeto Educacional* totalmente independente, há um ganho de sinergia em relação ao conjunto, quando são utilizados com seus pares correspondentes. Por exemplo, os

¹ Para maiores informações a respeito de como baixar o programa de rádio, a partir do BIOE na Internet e executá-lo em um computador veja, ao final deste documento, 'Informações Técnicas Complementares'.

² CARVALHO NETO, C. Z. Família do Brasil. São Paulo: Laborciencia Editora, 2007.

Secretaria de Educação a Distância - SEED

RÁDIO (ÁUDIO) & WEB-RADIO
03RD – ONDAS ELETROMAGNÉTICAS

aspectos abordados neste programa de rádio são aprofundados e ampliados em software com tema correlato, em experimentos educacionais e também em programas de TV e WEB-TV disponíveis pelo **MEC/BIOE**, formando uma estrutura de mídia à disposição dos estudantes, através da mediação docente. O presente Programa de Rádio (**03RD – Ondas Eletromagnéticas**) traz aspectos fundamentais das ondas eletromagnéticas, além do espectro eletromagnético e suas peculiaridades. Evidencia-se a produção de uma radiografia (partes do corpo humano são radiografadas, na simulação); tomografia por emissão eletromagnética; radioterapia e profilaxia em fisioterapia; deslocamento monitorado, on line, por GPS; a luz das estrelas; emissoras de rádio e televisão e a propagação de ondas eletromagnéticas, com apoio de satélites; o funcionamento da telefonia celular; os processos de transmissão de dados pela Internet e a globalização das informações digitalizadas. A Física das Ondas Eletromagnéticas ajudará a esclarecer os aspectos problematizados no programa.

Finalizando-se essas considerações gerais e abertura deve-se destacar – nunca é demais - a importância de tratar-se o conhecimento em seus aspectos não só explícitos (teóricos), mas sim de integrá-los aos conhecimentos tácitos que se referem às competências e habilidades dos estudantes. Ter competência é saber tomar decisões e as habilidades são a expressão efetiva do potencial humano de cada um, em termos das práticas, desde as mais simples até as altamente complexas.

Assim, esta mídia que ora se apresenta como um objeto educacional tem por finalidade contribuir com trabalho docente, buscando ampliar ao máximo possível os recursos dedicados aos cursos de Física, na Educação Básica, Tecnológica e também nos Programas de Graduação em Licenciatura de Ciências e Educação Continuada de Professores.

O Instituto Galileo Galilei para a Educação, através de sua Equipe Condigital, tem a satisfação de apresentar esta mídia, dedicada à educação científica e tecnológica, objetivando contribuir com o Ensino de Física tendo em vista estudantes, docentes, gestores e público em geral, interessado pelo assunto.

Prof. Dr. Cassiano Zeferino de Carvalho Neto
Instituto Galileo Galilei para a Educação – Presidente
Coordenador Geral Condigital MCT/MEC/IGGE
Programa FÍSICA VIVENCIAL, UMA AVENTURA DO CONHECIMENTO

Profa. Dra. Maria Taís de Melo
Gerência Editorial Condigital MCT/MEC/IGGE
Programa FÍSICA VIVENCIAL, UMA AVENTURA DO CONHECIMENTO

2 OBJETIVOS

Este objeto educacional apresenta um **objetivo geral**, articulado por dois aspectos, um de natureza pedagógica e outro específico ao tema abordado pela Física. O primeiro remete aos aspectos ligados ao conhecimento em suas duas dimensões fundamentais: a tácita, vinculada a competências e habilidades, e a explícita, que se refere ao conteúdo teórico. A essas duas dimensões inseparáveis estão associados, dentre outros aspectos:

- A habilidade de relacionar aspectos do entorno social à fenomenologia da Física, vencendo expectativas meramente propedêuticas;
- A capacidade para delinear o contorno de problemas e buscar, por via investigativa, suas possíveis soluções;
- A modelagem do conhecimento, ou sua produção, à medida que ao serem apresentados problemas, de forma contextualizada, o usuário é convidado/desafiado a resolvê-los;
- Oportunizar uma maior abrangência dos aspectos tecnológicos relacionados ao desenvolvimento da Física, sem perder de vista sua historicidade.

Quanto aos **objetivos específicos**, este Objeto Educacional contempla:

- O que é uma onda;
- O que é um Pulso Transversal;
- O que é Comprimento de Onda;
- As Hipóteses de Maxwell;
- Espectro Eletromagnético.

3 PRÉ-REQUISITOS

Não há pré-requisitos

4 ORIENTAÇÕES TÉCNICO-PEDAGÓGICAS

O tempo total de execução deste programa de rádio é de aproximadamente 10 (dez) minutos.

4.1 NA SALA DE AULA

As possibilidades para a utilização pedagógica desta mídia-rádio são inúmeras. No entanto, a título de sugestão, apresenta-se aqui uma possível sequência de intervenções, a partir de planejamento de aula hipotético. Os programas de rádio são apresentados em dois blocos, portanto contando com um intervalo, justamente para facilitar ainda mais sua adequação às necessidades pedagógicas e suas possíveis soluções.

Se houver à disposição um computador portátil, ou um projetor multimídia acoplado a um computador que possa ser levado à sala de aula, a mídia-rádio poderá ser apresentada aos estudantes, de acordo com um prévio planejamento estratégico do docente. O fato do programa de rádio ser apresentado logo no início da aula, durante a mesma ou ao final dela dependerá da estratégia pedagógica definida pelo docente. Pode ser que ele considere um bom tema para sensibilizar, contextualizar ou provocar os estudantes; ou então que a dinâmica do programa seja adequada para completar aspectos já trabalhados ou, ainda, que possa ser um elemento de fechamento de um processo educacional.

Cada um dos aspectos relacionados à Física e suas Tecnologias trazidos pelo programa de rádio poderão se constituir em situações problematizadoras que dêem margem a reflexões, aprofundamento teórico, esclarecimentos, estudos complementares, buscas de informações qualificadas na Internet e etc. Mas, para tanto, é necessário que o docente possa ouvir o programa e analisar os aspectos que considera relevantes para o processo de ensino-aprendizagem tirando dele o melhor proveito pedagógico.

4.2 NA SALA COM COMPUTADORES

Havendo a disponibilidade oferecida pela sala com computadores de acesso a Internet, as possibilidades se ampliarão ainda mais, visto que havendo uma proximidade maior dos estudantes e docente, com os sistemas digitais de comunicação, os processos de ensino-aprendizagem sejam enriquecidos. O procedimento pedagógico, de um modo geral, não será tão diferente daquele que foi comentado no item 4.1, mas agora é possível uma maior autonomia por parte dos estudantes, uma vez que a condução do processo de aula poderá ser mais abrangente.

O fato de haver dois ou até mesmo três estudantes próximos a um computador e o tempo de interação entre pares pode variar significativamente, exige uma adequada forma de mediação para que o processo não se torne caótico o que poderia fazer com que os objetivos essenciais deixassem de ser alcançados.

Deve-se destacar que o fato do programa de rádio estar disponível na Internet abre a possibilidade de que um estudante venha a acessá-lo fora do horário de aula. Nesse caso, como se apresentou anteriormente, poderá ocorrer um processo de educação à distância (“pura”) no sentido de que esta mídia também foi concebida com esta finalidade. Assim, o docente poderia assumir o papel fundamental de ser um ‘orientador’, propondo alternativas de percurso sempre que um estudante viesse até ele, com novas questões a respeito do assunto.

O educador e a educadora que já tiveram a oportunidade de realizar aulas em um local com computadores disponíveis sabem que as questões relacionadas à atenção dos estudantes mostram-se distintas em relação àquelas da sala de aula, numa situação dita tradicional. A disponibilidade de acesso a variadas fontes de informação via Internet e, permite aos estudantes trabalhar em ritmos assíncronos se comparados ao ritmo que busca ser síncrono, em uma aula expositiva tradicional, por exemplo. Longe disso se parecer um problema intransponível, é justamente aqui que reside uma interessante contribuição que as chamadas novas mídias digitais podem dar à educação.

Pelo exposto, se pode antever o potencial pedagógico que estas circunstâncias propiciam e delas se tirarem o melhor proveito e a compreensão mais aguda de cada situação. Com isso se objetiva uma aprendizagem significativa e o desenvolvimento de cada estudante tendo em conta, ainda, a dimensão de prática da cidadania que o conteúdo deste objeto educacional oportuniza consolidar.

4.3 ESTUDOS AUTODIDÁTICOS: MÍDIA & CONHECIMENTO PARA TODOS

Quando se tem em conta a diversidade de concepções educacionais que norteiam ações pedagógicas, a variedade de recursos existentes nas redes de ensino e a complexidade representada pelos anseios de gestores, docentes, estudantes e suas famílias a respeito da escola os desafios aumentam consideravelmente.

A utilização e reutilização de mídias digitais, sob licença *Creative Commons*³, possibilitando a todo cidadão acessar os conteúdos por elas transportados através da Internet, além da diversidade cultural e de estilos que expressa, permite o acesso às variadas fontes de conhecimento. Desta forma que não obrigatoriedade de que tal caminho deva, necessariamente, passar pela escola.

³ O *Creative Commons* disponibiliza licenças que abrangem um espectro de possibilidades entre a proibição total dos usos sobre uma obra - *todos os direitos reservados* - e o domínio público - *nenhum direito reservado*. As licenças ajudam a manter o direito autoral ao mesmo tempo em que permite certos usos de obra - um licenciamento com “alguns direitos reservados”. Fonte: <http://www.creativecommons.org.br> (acesso em: 24.10.2009)

Secretaria de Educação a Distância - SEED

RÁDIO (ÁUDIO) & WEB-RADIO
03RD – ONDAS ELETROMAGNÉTICAS

Certamente aqui não se afirma ser ‘dispensável’ a mediação docente. O que se quer enfatizar, no entanto, é que a decisão de acesso fica ao alcance dos dedos de cada cidadão, não importando qual seja sua idade, escolaridade, finalidade de busca de conhecimento, perfil sócio-econômico ou local de residência. Como as estatísticas evidenciam, o Brasil vem se constituindo em um dos países em que o acesso do cidadão ao universo digital, suas tecnologias e mídias mais cresce no mundo. Isso significa, em instância primeira, que a democratização de acesso a cultura e ao conhecimento científico e tecnológico vem passando da dimensão de um anseio da sociedade, em fato histórico em consolidação.

O que se apresenta, portanto, é um conjunto notável de oportunidades representadas pelo acesso à Internet, através de computadores e software dedicado instalados nos mais diversificados ambientes. As bibliotecas públicas, as escolas, as *lan houses*, os recintos comunitários de atendimento à população em geral e em qualquer local em que um computador portátil possa ser conectado à Internet através de uma rede Wi – Fi⁴ passa a se constituir em um ciberespaço de conhecimento e aprendizagem. Nesse caso a portabilidade dos equipamentos viabilizou o chamado *mobile learning* (ou *m-learning*), isto é, a ‘aprendizagem móvel’.

Destaca-se, também, o conceito de **e-Learning** “*fruto maduro de uma combinação ocorrida entre o ensino com auxílio da tecnologia e a educação à distância. Ambas as modalidades convergiram para a educação on-line e para o treinamento baseado em Web, que ao final resultou no e-Learning*”.
<http://pt.wikipedia.org/wiki/E-learning> : acesso em 24.10.2009)

Logo, não será de se estranhar que estudantes formalmente matriculados em alguma instituição de ensino acessem, por livre escolha, conteúdos de conhecimento disponibilizados na Internet e, em especial, estes para os quais o MEC, em cooperação com outros países, vem disponibilizando através do Banco Internacional de Objetos Educacionais. Esta é uma das razões que, inclusive, convidam o docente a manter-se continuamente em atualização, agora contando com as oportunidades oferecidas pela Internet e por tantas outras possibilidades que se apresentam, a todo instante.

Pode-se arriscar afirmar que a escola deixa de ser, a cada dia, “a escola localizada em um prédio, instalado em um determinado bairro, município ou estado”, para se transformar na “escola ubíqua”, isto é, aquela que se encontra em todos os lugares. Com isso a docência aponta para uma onipresença: onde houver cidadãos desejosos de educar-se poderá existir um docente pronto para mediar o processo.

Para estudantes que vão prestar o vestibular, um concurso público ou outras demandas similares, ou ainda que perceba lagunas em suas matrizes de conhecimento, a mídia – rádio digital pode

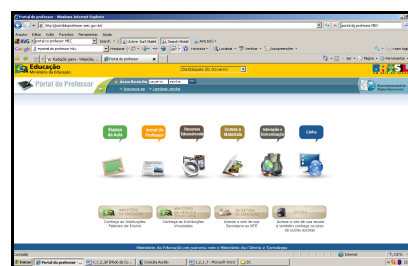
⁴ Comumente o termo Wi-Fi é entendido como uma tecnologia de interconexão entre dispositivos sem fios, usando o protocolo [IEEE](http://www.ieee.org) 802.11. Para se ter acesso à [internet](http://www.wikipedia.org/wiki/Internet) através de rede Wi-Fi deve-se estar no raio de ação ou área de abrangência de um ponto de acesso (normalmente conhecido por [hotspot](http://www.wikipedia.org/wiki/Hotspot)) ou local público onde opere rede sem fios e usar dispositivo móvel, como [computador](http://www.wikipedia.org/wiki/Computador) portátil, Tablet [PC](http://www.wikipedia.org/wiki/PC) ou [PDA](http://www.wikipedia.org/wiki/PDA) com capacidade de comunicação sem fio, deixando o usuário do Wi-Fi bem à vontade em usá-lo em lugares de “não acesso” à [internet](http://www.wikipedia.org/wiki/Internet). Fonte: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Wi-Fi> (acesso: 24.10.2009)

representar uma tecnologia educacional que responde a essas necessidades, sem a mediação direta ou freqüente de um docente.

Aos futuros professores e professoras em formação nas universidades, ou que participem de processos de educação continuada, ou ainda que busque um aprimoramento profissional constante, este programa de rádio funciona como objeto de educação à distância e poderá se constituir como elemento mediador em cada um dos processos mencionados.

5 DURANTE A AULA E DEPOIS DELA

Na atualidade, não cabe mais afirmar que uma aula termina no momento em que os estudantes deixam a escola necessariamente. Contando com as novas mídias e tecnologia digital é possível (e desejável!) que os estudantes percorram caminhos além dos muros da escola *'levando-a consigo'* para onde quer que estejam.



Esta possibilidade efetiva oferecida pelo **Portal do Professor** <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/> e, em particular, por este programa de rádio indica uma mudança profunda em termos do que se entendia por fazer educação unicamente presencial e cujas possibilidades pedagógicas se apresentam e multiplicam a cada dia.

A presencialidade que se tem hoje como conceito revisto vai além daquela em que, no passado, sujeitos tinham de se ver, face a face, necessariamente, caso contrário a comunicação não se estabelecia. Atualmente, a presencialidade de um mediador pode dar-se por via até mesmo de um *avatar*⁵ que dialoga com o estudante, no caso de processos educacionais, e o ajuda a construir novos conhecimentos. O personagem do Professor Galileo Lattes pode ser considerado um avatar.

Neste programa de rádio, o Professor Galileo Lattes – um avatar do autor - convida o estudante à investigação, à descoberta e à produção de conhecimento. No entanto, este recurso não deve, de modo algum, tornar silenciosa a intervenção do educador. Pelo contrário, a existência do avatar possibilita ao educador traçar um diálogo na presencialidade da sala de aula, na sala com computadores ou em qualquer outro local, e este diálogo pode se estender para além dos limites do físico-presencial, alcançando o ciberespaço, através de ciberlugares. Para que isso seja possível, basta que o(s)

⁵ Avatar: manifestação corporal de um ser imortal. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Avatar>. Acesso em: 02.10.2008. No caso desse projeto o avatar é incorporado pelo Professor Galileo Lattes, nome fictício em homenagem simultânea a [Galileo Galilei](#) e a [Cesar Lattes](#). Para saber mais sobre esses cientistas, acesse: http://www.histedbr.fae.unicamp.br/navegando/glossario/verb_b_galileu_galilei.htm e <http://www.ifi.unicamp.br/~ghtc/meson.htm>.

Secretaria de Educação a Distância - SEED

RÁDIO (ÁUDIO) & WEB-RADIO 03RD – ONDAS ELETROMAGNÉTICAS

estudante(s), de modo solitário ou solidário, acesse o Portal do Professor, ou outros sites procedentes, e adentre o universo do conhecimento.

Os momentos posteriores aos da *escola presencial* podem ser tão importantes quanto os não presenciais, do ponto de vista pedagógico, pois permitirá a diferentes sujeitos, diferentes tempos de aprendizagem, o que frequentemente não acontece na presencialidade em função da economia das horas. O acesso a Internet, em uma *Lan house*, em um núcleo comunitário, em uma biblioteca pública ou mesmo na residência do estudante (possibilidade esta crescente mesmo para famílias de baixa renda) permitirá ampliar o leque de conhecimentos tácitos e explícitos. Por via das mídias e tecnologias digitais dedicadas à educação, novos processos e projetos culturais serão colocados em desenvolvimento.

6 OUTRAS MÍDIAS CORRELACIONADAS AO TEMA DESTES PROGRAMA DE RÁDIO

O Instituto Galileo Galilei para a Educação ao desenvolver o Projeto Condigital baseado no Programa FÍSICA VIVENCIAL – UMA AVENTURA DO CONHECIMENTO elaborou quatro tipos de *mídias* digitais educacionais:

- ✓ Software Educacional (Complexmedia)
- ✓ Experimentos Educacionais
- ✓ Programas de TV e WEBTV
- ✓ Programas de Rádio e WEBRD

Conforme as considerações apresentadas na abertura deste Guia do Professor, as *mídias digitais* apresentam inter-relacionamentos implícitos, explícitos e ocultos entre si. Logo, para cada tema é possível encontrar um conjunto de informações, recursos e *hiperdokumentos* de mídias que complementarão este Programa de Rádio.

Pelo exposto apresentam-se, a seguir, os acessos que poderão ser feitos para permitir aprofundar aspectos relacionados ao título deste programa de rádio. Siga os passos a serem dados (já apresentados na abertura deste Guia do Professor):

1. Acesse o Portal do Professor do MEC, digitando: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/index.html>;
2. Localize, no rodapé da Home Page, o *link* para o Banco Internacional de Objetos Educacionais (BIOE), ou digite diretamente no seu browser: <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br>

Secretaria de Educação a Distância - SEED

RÁDIO (ÁUDIO) & WEB-RADIO 03RD – ONDAS ELETROMAGNÉTICAS

3. Escolha, na coluna de opções à esquerda da tela, 'Autor', ou digite, diretamente, no seu browser: <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/browse?type=author>
4. Em 'Visualizar pelo Autor', digite: CARVALHO NETO. Mas, se preferir clique aqui, diretamente sobre este endereço: <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/browse?type=author&value=Carvalho+Neto%2C+Cassiano+Zeferino+de>
5. Acompanhe, pelo critério de ordem alfabética, e localize o título: **ONDAS ELETROMAGNÉTICAS**. Se preferir, clique diretamente sobre o endereço: <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/10365> . Você encontrará um software (Complexmedia) sobre o assunto, um programa de WEBTV e Experimentos Educacionais correlatos.

Em cada uma das mídias acima apresentadas estará disponibilizado um conjunto de possibilidades pedagógicas para abordagem do tema central deste Programa de Rádio e suas interfaces com outras áreas do conhecimento, tais como: História & Tecnologia da Física; Teoria (Referencial Físico-Matemático); Mapas Interativos; Processos Avaliativos; Laboratórios Experimentais (digitais) etc.

7 ATIVIDADES COMPLEMENTARES

Não há praticamente limite para a realização de atividades complementares, exceto quanto ao tempo presencial disponível. Quanto ao tempo não presencial, muitas possibilidades podem surgir, uma vez que cada tema, pela forma como foram concebidas sua abordagem e contextualização, permitirá uma dada abrangência no que se refere às possibilidades e desdobramentos que se apresentarão ao longo do processo pedagógico.

Ainda que a limitação do fator tempo possa ser mais ou menos severa, conforme se apresentou anteriormente, podem ser acessados outros endereços na Internet, com assuntos correlatos ao tema deste programa de rádio, cujas possibilidades se apresentam, no mínimo, como interessantes.

A pesquisa que se apresenta a seguir foi feita no **Banco Internacional de Objetos Educacionais (BIOE)**; outros objetos educacionais podem ser encontrados no **BIOE**, de forma a atender a especificidades do planejamento docente. Clique diretamente sobre os links disponibilizados a seguir, para acessar as sugestões vinculadas às atividades complementares para este programa de rádio. Para acesso ao BIOE clique, diretamente, no link ao lado>



<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br>

Secretaria de Educação a Distância - SEED

RÁDIO (ÁUDIO) & WEB-RADIO 03RD – ONDAS ELETROMAGNÉTICAS

7.1	DESCRIÇÃO GERAL DO OBJETO EDUCACIONAL SUGERIDO
Título	Ondas eletromagnéticas
Tipo do recurso	Animação/simulação
Objetivo	Estudar a propagação de uma onda eletromagnética através de sua animação
Descrição do recurso	Animação da propagação de uma onda eletromagnética
Acesso	http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/11608

7.2	DESCRIÇÃO GERAL DO OBJETO EDUCACIONAL SUGERIDO
Título	Propagação de ondas eletromagnéticas
Tipo do recurso	Animação/simulação
Objetivo	Visualizar como ocorre a propagação de uma onda eletromagnética quando um corpo carregado oscila
Descrição do recurso	Mostra como ocorre a propagação de uma onda eletromagnética quando um corpo carregado oscila. Permite controlar as variáveis frequência de movimento, amplitude de movimento e velocidade de propagação
Acesso	http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/1642

7.3	DESCRIÇÃO GERAL DO OBJETO EDUCACIONAL SUGERIDO
Título	Ondas Eletromagnéticas - O Celular - Parte I e II
Tipo do recurso	Áudio
Objetivo	Compreender como é formada a onda eletromagnética; Diferenciar os tipos de ondas eletromagnéticas; Distinguir as diversas faixas das ondas eletromagnéticas
Descrição do recurso	Áudio. Aborda o conceito de ondas eletromagnéticas, relacionando-o com o funcionamento do celular a partir da questão: O que você acha que melhoraria o sinal do seu celular: embrulhá-lo num papel sulfite ou num papel alumínio? Na parte 1 os personagens da trama experimentam embrulhar o celular em uma folha de papel e depois no papel alumínio para analisar como tais situações interferem no seu funcionamento. A trama abre espaço para discussões sobre radiação eletromagnética, comprimento de onda, gaiola de Faraday e suas aplicações práticas. Na parte 2, a personagem Carol Carolina faz uma comunicação com James Maxwell e Faraday e tira dúvidas sobre as questões e situações que aparecem no áudio
Acesso	http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/10663

7.4	DESCRIÇÃO GERAL DO OBJETO EDUCACIONAL SUGERIDO
Título	Ondas longitudinais
Tipo do recurso	Vídeo
Objetivo	Propagação e reflexão de ondas
Descrição do recurso	Mostrar a propagação e a reflexão de uma onda longitudinal
Acesso	http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/9680

REQUERIMENTOS TÉCNICOS MÍNIMOS

- Conexão com a Internet (150Kbps)
- Leitor de CD ROM: dispensável
- Processador com desempenho adequado
- 516 MB RAM
- Placa de Vídeo 16 bits
- SVGA configurado para 256 cores
- Resolução mínima de 800 X 600 pixels

Versão mínima de navegador (browser):

- Internet Explorer
- Netscape versão 7
- Mozilla Fire Fox

Secretaria de Educação a Distância - SEED

RÁDIO (ÁUDIO) & WEB-RADIO
03RD – ONDAS ELETROMAGNÉTICAS

- PLUG-INS que obrigatoriamente devem estar instalados no computador
- Plug-in do Flash 7.0
- Acrobat Reader 7.0

• REFERENCIAL TEÓRICO-TECNOLÓGICO

- CARVALHO NETO, C. Z. **Espaços ciberarquitetônicos e a integração de mídias, por meio de técnicas derivadas de tecnologias dedicadas à educação.** Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) - Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.
- CARVALHO NETO, C. Z.; MELO, M. T. **E agora, professor?** Por uma pedagogia vivencial. São Paulo: Instituto para a Formação Continuada em Educação, 2004.
- CARVALHO NETO, C. Z.; OMOTE, N.; PUCCI, L. F. S. **Física vivencial.** São Paulo: Laborciência Editora, 1997.

ANEXO PEDAGÓGICO

Programa de Rádio 03RD

Episódio: **Ondas Eletromagnéticas**

Frente: Fenômenos Ondulatórios

Conteúdo Pedagógico Complementar

1 CONTEXTO

2 QUESTÕES PROBLEMATIZADORAS

3 CONSIDERAÇÕES A RESPEITO DAS QUESTÕES PROBLEMATIZADORAS

4 HISTÓRIAS & TECNOLOGIA DA FÍSICA

5 ASPECTOS DO COTIDIANO

Programa de Rádio 03RD

Episódio: **Ondas Eletromagnéticas**

Frente: Fenômenos Ondulatórios

1. CONTEXTO⁶

O programa de Radiodifusão segue a linha do programa Audiovisual da Série FÍSICA VIVENCIAL, UMA AVENTURA DO CONHECIMENTO, mas explora aspectos complementares, através de conjunto de software são apresentadas as características fundamentais das ondas eletromagnéticas, além do espectro eletromagnético e suas peculiaridades. Quanto às aplicações das ondas eletromagnéticas serão produzidas animações digitais e simulações, evidenciando: a produção de uma radiografia (partes do corpo humano são radiografadas, na simulação); tomografia por emissão eletromagnética; radioterapia e profilaxia em fisioterapia; raios-X de materiais objetivando conhecer o grau de estresse estrutural dos mesmos; deslocamento monitorado, on line, por GPS; a luz das estrelas; emissoras de rádio e televisão e a propagação de ondas eletromagnéticas, com apoio de satélites; o funcionamento da telefonia celular; os processos de transmissão de dados pela Internet e a globalização das informações digitalizadas.

2. QUESTÕES PROBLEMATIZADORAS

- 2.1 - O que é uma onda?
- 2.2 - O que é um Pulso Transversal?
- 2.3 - O que é Comprimento de Onda?
- 2.4 - Quais foram as Hipóteses de Maxwell?
- 2.5 – O que é espectro Eletromagnético?

⁶ Este texto foi apresentado originalmente no projeto Física Vivencial, uma aventura do Conhecimento - sendo aprovado pelo MCT/MEC para execução.

3. CONSIDERAÇÕES A RESPEITO DAS QUESTÕES PROBLEMATIZADORAS

Uma onda é uma perturbação, originada por um pulso, que se propaga através de um meio material ou no vácuo, transportando energia sem transportar matéria. As ondas podem ser de natureza mecânica, chamadas ondas sonoras, independentemente de serem audíveis ou não, e de origem eletromagnética; estas englobam todas as manifestações da luz, em seus diferentes comprimentos de onda, na faixa visível e invisível.

Um pulso transversal (que passa, ou que está de través, ou obliquamente ao eixo principal) é aquele que produz uma perturbação num meio material (sólido, líquido, gasoso ou plasmático), ou no vácuo, de forma que a direção de vibração não coincide com a direção de propagação da onda produzida. Exemplo: ondas eletromagnéticas.

O comprimento de onda (λ) - lê-se lambda - está relacionado ao tamanho de um ciclo da onda que se forma, enquanto que o período diz respeito ao tempo que esse mesmo ciclo leva para se formar. Para mensurar o comprimento de onda devem-se considerar dois momentos (pontos) da onda que se repetem, sucessivamente, durante um ciclo completo. No Sistema Internacional de Unidades (SI) o comprimento de onda é dado em metro (m) e sua fórmula dimensional é: L.

Após um período intenso de desenvolvimento da Eletricidade e do Magnetismo e a partir de 1820, com a unificação dessas duas áreas do conhecimento físico, com o Eletromagnetismo, o físico escocês [James Clerk Maxwell](#) (1831 – 1879) construiu uma teoria matemática que generalizou vários princípios, apresentando-a em 1860.

Maxwell apresentou as seguintes hipóteses:

Um campo magnético variável é equivalente a um campo elétrico, quanto a seus efeitos e vice-versa;

Um campo elétrico variável é equivalente a um campo magnético, quanto a seus efeitos e vice-versa.

A verificação da teoria de Maxwell, teoria, aliás, muito bem estruturada, somente foi possível quando se considerou a existência das ondas eletromagnéticas. Essas ondas seriam uma decorrência de dois efeitos simultâneos, expressos pelas hipóteses de Maxwell acima apresentadas. Por exemplo: se um elétron, que apresenta carga elétrica, estiver oscilando, produzirá uma perturbação elétrica que se propagará a outros pontos do espaço, como decorrência da mútua formação de campos elétricos e magnéticos variáveis (vide figura representativa ao lado). Essas características, conforme demonstrou Maxwell, são próprias de uma onda que pode ser refletida, refratada, difratada ou, ainda, sofrer interferência resultante da interação com outras ondas. A essas ondas Maxwell denominou-as de [radiações eletromagnéticas](#). Posteriormente descobriu-se que as ondas eletromagnéticas eram ondas transversais, pois podiam ser polarizadas.

Considerando que a velocidade de propagação de uma onda eletromagnética no vácuo é constante e igual a $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ - fica possível determinar para diferentes frequências o comprimento de onda correspondente. À medida que a frequência aumenta, o comprimento de onda diminui. Note que a escala não é linear.

Na figura 1 é apresentado um esquema que evidencia alguns intervalos de frequência e aspectos notáveis de características e de aplicações das mesmas.

4. HISTÓRIA & TECNOLOGIA DA FÍSICA

O arco-íris e as cores produzidas por prismas já eram conhecidas muito antes de [Isaac Newton](#) (1642-1727) estudar esses fenômenos; mas pode-se dizer que Newton foi quem descreveu mais cuidadosamente o espectro luminoso (visível) e procurou entender as diferenças físicas entre as suas cores. Em [experimentos com prismas](#) realizados em 1665 ele verificou que cada cor do espectro luminoso continuava a ter a mesma cor, depois de passar por um segundo prisma e concluiu que o prisma não criava as cores, apenas as separava; além disso, verificou que cada cor sofria desvios diferentes nos prismas, ou seja, o índice de refração dependia da cor. Embora o espectro luminoso seja contínuo e tenha infinitas cores que vão mudando gradualmente, Newton o dividiu, arbitrariamente, em sete partes (por analogia com as notas musicais): vermelho, laranja, amarelo, verde, azul, anil, violeta. espectro luminoso (visível) e procurou entender as diferenças físicas entre as suas cores. Em [experimentos com prismas](#) realizados em 1665 ele verificou que cada cor do espectro luminoso continuava a ter a mesma cor, depois de passar por um segundo prisma e concluiu que o prisma não criava as cores, apenas as separava; além disso, verificou que cada cor sofria desvios diferentes nos prismas, ou seja, o índice de refração dependia da cor. Embora o espectro luminoso seja contínuo e tenha infinitas cores que vão mudando gradualmente, Newton o dividiu, arbitrariamente, em sete partes (por analogia com as notas musicais): vermelho, laranja, amarelo, verde, azul, anil, violeta.

Em 1775, Newton publicou um trabalho no qual discutiu a natureza da luz, defendendo que ela era constituída por partículas de alta velocidade, e supôs que essas partículas, ao colidirem com a matéria, produziam vibrações ou ondas. Utilizando a idéia dessas ondas associadas à luz, Newton conseguiu explicar outros fenômenos sobre cores, como os das bolhas de sabão e dos [anéis de Newton](#). Nesses estudos ele associou a cada cor do espectro luminoso uma propriedade periódica (equivalente ao que chamamos de *comprimento de onda*) e mediu seus valores. No entanto, a interpretação de que a própria luz era uma onda e que cada cor está associada a uma frequência e a um comprimento de onda específico só foi desenvolvida e aceita no início do século XIX, com os trabalhos de [Thomas Young](#) (1773-1829) e [Augustin Fresnel](#) (1788-1827).

Até 1800 somente era conhecida a luz visível e não se imaginava que existissem radiações invisíveis da mesma natureza. Nesse ano, o astrônomo [William Herschel](#) (1738-1822) estudou o poder de aquecimento produzido pelas diferentes cores, colocando um termômetro pintado de preto (para absorver melhor a luz) nas diferentes regiões do espectro luminoso do Sol. Ele notou que a região violeta era a que aquecia menos o termômetro, e que a temperatura ia aumentando quando passava pelas outras cores em direção ao vermelho. Para seu espanto, quando o termômetro passava além da extremidade vermelha do espectro, ele indicava uma temperatura maior ainda. Parecia haver ali alguma coisa invisível, mas capaz de transportar calor. Herschel lhe deu inicialmente o nome de “raios caloríficos” e verificou que tinham várias das propriedades da luz: podiam ser refletidos por espelhos metálicos, refratados por prismas, etc. Essa foi a primeira radiação invisível a ser descoberta. Ela é emitida por todos os corpos aquecidos e foi depois denominada de [radiação infravermelha](#) por causa de sua posição no espectro. Posteriormente se determinou que essa radiação é muito semelhante à luz, porém é constituída por ondas de menor frequência (maior comprimento de onda).

No final do século XIX o médico francês [Gustave le Bon](#) (1841-1931) descobriu que os raios infravermelhos de grande comprimento de onda podiam atravessar muitos corpos opacos (e até paredes) e que podiam ser visualizados e fotografados. Atualmente, existem óculos especiais, baseados na descoberta de Le Bon, que permitem enxergar no escuro ou dentro de prédios e que são usados para fins militares e pacíficos (por exemplo, para localizar pessoas durante incêndios). Há filmadoras e máquinas fotográficas que registram a radiação infravermelha e que são úteis para fins médicos (diagnóstico), para identificação de diferentes

Secretaria de Educação a Distância – SEED

tipos de vegetação e minerais no solo a partir de satélites, para localizar sítios arqueológicos, para monitorar poluição e clima, etc.

Nas primeiras décadas do século XIX Thomas Young (1773-1829) e Augustin Fresnel (1788-1827) publicaram uma série de trabalhos defendendo a hipótese de que a luz era uma onda que se propagava em um meio material invisível, o éter. Suas idéias foram sendo gradualmente aceitas e em torno de 1830 praticamente todos os físicos haviam abandonado a teoria corpuscular da luz e aderido à teoria ondulatória.

Pouco depois, os estudos sobre fenômenos elétricos e magnéticos levaram vários pesquisadores – como Michael Faraday (1791-1867) e William Thomson (1824-1907) – a pensarem que as forças eletromagnéticas não são efeitos que ocorrem diretamente à distância e que elas também são transmitidas através do éter.

Uma importante relação entre a luz e o eletromagnetismo foi estabelecida em 1857 por [Gustav Kirchhoff](#) (1824-1887). Ele estudou teoricamente a transmissão de sinais elétricos (como os de telégrafo) em fios metálicos, supondo sua resistência elétrica desprezível, e deduziu que a velocidade desses sinais devia ser semelhante à velocidade da luz.

Em 1864 o físico escocês [James Clerk Maxwell](#) (1831-1879) publicou uma primeira versão de sua teoria do eletromagnetismo. Nesse trabalho ele mostrou a possibilidade teórica de ondas eletromagnéticas se movendo pelo espaço sem matéria, e que elas teriam uma velocidade igual à da luz. Sugeriu, por isso, que a própria luz seria uma onda eletromagnética. No entanto, tratava-se apenas de uma proposta teórica, que não teve aceitação imediata.

Através de uma série de experimentos iniciados em 1886 e publicados em 1888, [Heinrich Rudolf Hertz](#) (1857-1894) demonstrou a possibilidade de produzir e detectar as ondas eletromagnéticas previstas por Maxwell. Ele utilizou dispositivos muito simples em seus [experimentos](#). As oscilações eletromagnéticas eram produzidas por um dispositivo de alta voltagem (bobina de Rumkhorff) que produzia faíscas entre dois terminais metálicos ligados a placas que funcionavam como um capacitor. A descarga elétrica produzia oscilações de altíssima frequência (quase cem milhões de oscilações por segundo) que geravam ondas eletromagnéticas que se espalhavam para todos os lados. Essas ondas eram detectadas através de um simples arco metálico cortado: na presença do campo eletromagnético, surgiam pequenas faíscas entre suas extremidades.

Hertz colocou uma grande placa metálica a 12 metros de distância do aparelho que produzia as ondas eletromagnéticas, para refleti-las de volta. Produziu, assim, ondas estacionárias e conseguiu localizar, com o detector, os ventres e os nós da mesma. Estabeleceu, assim, o seu comprimento de onda. Determinando também a frequência das oscilações eletromagnéticas, pôde calcular a velocidade das ondas (igual ao produto do comprimento de onda pela frequência) e confirmou que tinham aproximadamente a mesma velocidade que a luz, conforme previsto por Maxwell. Confirmou assim a teoria e reforçou a hipótese de que a luz era uma onda eletromagnética.

Hertz imaginou que seus experimentos tinham apenas interesse científico e que nunca levariam a aplicações. No entanto, poucos anos depois, vários pesquisadores começaram a utilizar as “ondas hertzianas” para transmitir sinais telegráficos sem o uso de fios – e, depois, para a transmissão de voz. Muitas pessoas contribuíram para o desenvolvimento dessas aplicações, mas pode-se dizer que [Nikola Tesla](#) (1856-1943) foi um dos mais importantes, tendo demonstrado a possibilidade de transmitir sinais até a distância de 50 km, em 1894.

5. EXEMPLOS COTIDIANOS

- Chamada do SAMU através de um rádio-amador, localizado na zona rural onde mora a anciã.
 - Ondas eletromagnéticas na faixa de ondas curtas se propagando.
 - Uso do telefone celular, quando Mariana avisa a mãe que não vai almoçar em casa.
 - SAMU utiliza GPS para localizar a enferma, na zona rural (ondas eletromagnéticas transmitidas por satéliteS).
 - Uso do equipamento de Raios – X (ondas eletromagnéticas).
-
- Transmissão do Raio – X pela Internet (na ambulância do SAMU tem um computador com wireless que utiliza ondas eletromagnéticas para se conectar à Internet.
 - No hospital recebem pela Internet o Raios – X da vítima.
 - Na verdade será preciso fazer uma tomografia, para poder obter maiores informações.
- Tomógrafo: utiliza ondas eletromagnéticas.

INSTITUTO GALILEO GALILEI PARA A EDUCAÇÃO (IGGE)

Diretoria Constituída (2007 – 2010)

Presidência: Prof. Cassiano Zeferino de Carvalho Neto
Diretoria Executiva: Prof. Prof. Noriyasu Omote
Diretoria Administrativa: Profa. Isabel Mendes Porazza
Diretoria Adjunta – Jurídica: Eliete Lasmar Leone Negrão
Diretoria Educacional: Prof. Abrão Arid Neto
Secretaria: Prof. Luis Fabio Simões Pucci

Contate o Instituto Galileo Galilei para a Educação (IGGE)

condigital@igge.org.br



www.igge.org.br