

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE FÍSICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA  
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

O ENSINO DE FÍSICA ATRAVÉS DAS ATIVIDADES PRÁTICAS REALIZADAS NA  
INSTALAÇÃO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DE UMA ESTAÇÃO  
RADIOAMADORA \*

Gentil César Bruscato

Dissertação realizada sob a orientação do Prof.  
Dr. Paulo Machado Mors, apresentada ao  
Instituto de Física da UFRGS em  
preenchimento parcial dos requisitos para  
obtenção do título de Mestre em Ensino de  
Física.

Porto Alegre

2011

\* Trabalho parcialmente financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

## RESUMO

Em nossas escolas a relação ensino-aprendizagem, na maioria das vezes, restringe-se à tentativa de atingir o objetivo dos alunos obterem grau suficiente para serem aprovados no final do ano, sem haver maior preocupação com a aprendizagem significativa e contextualizada dos conteúdos ensinados, e com a interação social que promova a discussão dos assuntos estudados. Apresentamos uma proposta de ensino utilizando o radioamadorismo como tema motivador, em uma tentativa de melhor qualificar o aprendizado de Física. Adotamos como referencial as teorias de aprendizagem significativa, de David Ausubel, e da interação social, de Lev Vygotsky. O projeto, a montagem de uma estação radioamadora para fins educacionais, em especial para o ensino da Física, foi aplicado no segundo semestre de 2010, com a participação voluntária de alunos da série final do ensino fundamental e das três séries do nível médio do Colégio Militar de Porto Alegre, na modalidade ensino extracurricular, no contraturno do horário regular das aulas. É apresentado um relato da experiência e dos resultados alcançados, além de um texto-guia facilitador do professor que se interessar em reproduzir experiência semelhante.

Palavras-chave: Física, ensino-aprendizagem, Ausubel, Vygotsky, radioamadorismo, nível médio.

## ABSTRACT

In our schools, the teaching-learning relationship, in most cases, is limited to the attempt of achieving the students approval at the end of the year, with no concern about meaningful and contextual learning and the social interaction that promotes discussion of the physics content. We present a proposal to physics education by using ham radio as a motivational theme. We adopt the theories of meaningful learning, by David Ausubel, and social interaction, by Lev Vygotsky. The project, the assembling of a ham radio station for educational purposes, particularly in physics, was applied in the second half of 2010, with voluntary participation of high school students from Colégio Militar de Porto Alegre, in the form of extracurricular education at the opposite turn of their regular classes. It is presented a report of the experience and its outcomes, as well as a guide for the teacher interested to replicate a similar educational experience.

Keywords: Physics, teaching-learning, Ausubel, Vygotsky, amateur, high school.

*Dedico este trabalho à minha família, motivo primeiro de minha existência.*

*À minha esposa Stella Maris, apoiadora de todas as horas no enfrentamento deste desafio.*

*Aos meus filhos Giovani, Anderson, Leandro e Danielle, que sempre me incentivaram e estimularam na continuidade dos estudos.*

*À minha neta Tathiana que, numa tarde de fevereiro de 2011, me pediu “- Vovô, eu quero que você me ensine estas coisas da Física”. Nas horas que se seguiram, entre explicações de fases da Lua, unidades de medida e como funciona o cinema em três dimensões, não sabia a minha neta que muito mais aprendia o professor do que a aluna.*



## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus, o maior de todos os físicos, por ter me concedido a inigualável oportunidade de conviver neste nobre ambiente de ensino e aprendizagem.

Aos meus pais Gentil Francisco e Circe, responsáveis pela minha criação e educação primeira, ou seja, a mais importante de todas.

À sociedade brasileira por ter com seus impostos custeado os meus estudos em uma universidade pública de qualidade.

Ao Instituto de Física da UFRGS, por disponibilizar à sociedade cursos de alto nível reconhecidos nacional e internacionalmente.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Paulo Machado Mors, referência no ensino de Física neste Instituto, que sempre se mostrou solícito e dedicado na atenção dispensada à elaboração deste projeto. Pela competente, segura e exigente condução de todos os trabalhos desta dissertação. Iniciamos a dissertação de Mestrado como orientando e orientador e terminamos como amigos.

Aos professores do Mestrado Profissional em Ensino de Física pela excelência das aulas ministradas, oferecendo sólida formação acadêmica.

Aos colegas do MPEF pela sadia e nobre convivência em todos os momentos deste curso.

Aos servidores da secretaria do MPEF, pela pronta atenção a todas as nossas solicitações.

Aos técnicos do IF que com seu trabalho diuturno viabilizam o funcionamento contínuo do Instituto.

Aos meus colegas docentes e à direção do Colégio Militar de Porto Alegre, que desde o primeiro contato me receberam de braços abertos e me apoiaram de maneira incondicional em todas as iniciativas ligadas à aplicação deste projeto.

Aos alunos do CMPA que participaram da aplicação do projeto, sem os quais não teria sido possível a realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO .....</b>	<b>8</b>
<b>CAPÍTULO 2 – OBJETIVOS E METAS .....</b>	<b>11</b>
<b>CAPÍTULO 3 – TRABALHOS RELACIONADOS .....</b>	<b>14</b>
<b>CAPÍTULO 4 – REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>17</b>
<b>CAPÍTULO 5 - PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E DIDÁTICOS .....</b>	<b>22</b>
<b>CAPÍTULO 6 – APLICAÇÃO DO PROJETO .....</b>	<b>29</b>
<b>CAPÍTULO 7 – GUIA FACILITADOR PARA REPLICAR O PROJETO .....</b>	<b>37</b>
<b>CAPÍTULO 8 – RESULTADOS E CONCLUSÕES .....</b>	<b>40</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>49</b>
<b>APÊNDICE A – SEGURANÇA COM FERRAMENTAS MANUAIS .....</b>	<b>52</b>
<b>APÊNDICE B – NORMAS BÁSICAS DE SEGURANÇA EM ELETRICIDADE .....</b>	<b>57</b>
<b>APÊNDICE C – MONTAGEM DE BANCADAS PARA ELETRÔNICA .....</b>	<b>67</b>
<b>APÊNDICE D – FAIXAS DE FREQUÊNCIAS PARA RADIOAMADORES .....</b>	<b>75</b>
<b>APÊNDICE E - PROPAGAÇÃO DE ONDAS ELETROMAGNÉTICAS .....</b>	<b>82</b>
<b>APÊNDICE F – ANTENAS DE RADIOCOMUNICAÇÕES .....</b>	<b>92</b>
<b>APÊNDICE G – FUNDAMENTOS DE ELETRICIDADE E ELETRÔNICA .....</b>	<b>110</b>

<b>APÊNDICE H – ALFABETO FONÉTICO DA OTAN E CÓDIGO INTERNACIONAL “Q” .....</b>	<b>137</b>
<b>APÊNDICE I – CÓDIGO MORSE: O INÍCIO DA TELEGRAFIA MODERNA .....</b>	<b>142</b>
<b>APÊNDICE J - LEGISLAÇÃO, TÉCNICA E ÉTICA OPERACIONAL DO RADIOAMADOR .....</b>	<b>149</b>
<b>APÊNDICE K – CONVITE DO CLUBE DE RADIOAMADORES DO COLÉGIO MILITAR DE PORTO ALEGRE .....</b>	<b>155</b>
<b>APÊNDICE L – FICHA DE INSCRIÇÃO NO CLUBE DE RADIOAMADORES DO CMPA .....</b>	<b>157</b>
<b>APÊNDICE M – QUESTIONÁRIO .....</b>	<b>159</b>
<b>APÊNDICE N - GUIA PARA MONTAGEM DE ESTAÇÃO RADIOAMADORA COM FINS EDUCACIONAIS, EM ESPECIAL PARA O ENSINO DA FÍSICA .....</b>	<b>162</b>

## CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

Como professores de Física percebemos, tanto no contato com os alunos, como com outros docentes, que o ensino da Física, muitas vezes, é visto como um simples decorar de conceitos e fórmulas com a intenção única de “livrar-se” de um resultado insatisfatório, o que traria inconvenientes ao discente, como a necessidade de mais horas decorando as tais leis, teorias e fórmulas, para passar por uma entediante recuperação, ou, pior ainda, ser reprovado ao final do ano letivo. Poucos são os alunos que, efetivamente, vêem sentido no estudo da Física, e percebem que para melhor entender nosso mundo e ter uma sólida formação como cidadão frente aos diversos avanços tecnológicos de nossa sociedade, é necessário ter conhecimentos mínimos dos conceitos físicos envolvidos no dia a dia.

Buscando oferecer uma maneira diferenciada, inovadora e motivadora para desenvolver o processo ensino-aprendizagem, implementamos no Colégio Militar de Porto Alegre (CMPA) a proposta de ensinar Física através do radioamadorismo. Para tanto, foi proporcionado, aos alunos, um ambiente contextualizado que os motivou a aprenderem significativamente alguns conceitos físicos, além de ter propiciado rica interação social, evidenciada na realização das atividades de montagem, instalação, operação e manutenção de material elétrico e equipamentos eletrônicos relacionados à estação radioamadora.

Este projeto criou um espaço dentro do CMPA, onde foi instalada uma estação radioamadora, tendo como anexo uma oficina de eletricidade e de eletrônica que, a partir deste trabalho, estão permanentemente integradas aos equipamentos didáticos do colégio. Com a finalidade de nomear a atividade extracurricular e definir o ambiente de trabalho, uma vez concedido o indicativo rádio PY3CM, pela Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL) [1], foi criado o Clube de Radioamadores do Colégio Militar de Porto Alegre.

Os meios de comunicação atuais, tais como, telefone celular, e-mail, redes sociais através da internet e mesmo o telefone fixo, são sistemas que dependem de complexa estrutura de funcionamento, extensas redes de fiação de cobre, fibra ótica, *links* de micro-ondas, satélites de comunicações, computadores operando como *firewall*, servidores de internet, etc. Nesses sistemas há muitos equipamentos passíveis de falha, por requererem constante manutenção e níveis estáveis de fornecimento de energia elétrica e de conexão. Foi, também, objetivo deste projeto, oportunizar aos alunos contato com um meio de comunicação que funciona com um mínimo de recursos e que coloca em contato pontos distantes até milhares de quilômetros.

Entre os radioamadores é bastante comum equipamentos rádio serem instalados em

veículos particulares, o que permite ao radioamador estabelecer contato utilizando-se de estação móvel, com total independência. Esta agilidade nas comunicações é de fundamental importância no socorro a vítimas em locais onde há desastres naturais e os serviços públicos entram em colapso. Infelizmente, esse foi o caso em tempos muito recentes.

Para possibilitar a implantação deste projeto foi produzido um “Guia para montagem de estação radioamadora com fins educacionais, em especial para o ensino da Física”, com informações básicas sobre como obter autorização junto às autoridades competentes, legislação pertinente, material rádio e ferramental necessário, além de um conjunto de material instrucional específico na modalidade de apostilas, que pensamos ser suficiente para o desenvolvimento das atividades de uma estação radioamadora didática.

Para que a participação dos alunos na estação rádio não fosse encarada como mais uma disciplina a ser estudada, foi planejado que durante a aplicação do projeto os alunos recorressem aos conteúdos formais da Física quando sentissem necessidade de solucionar alguma dificuldade. Por exemplo, na atividade da solda dos fio das extensões, o aluno teve à sua disposição equipamentos de solda de potências diferentes e necessitou recorrer a conceitos físicos como potência, diferença de potencial, dissipação de energia, para melhor escolher a ferramenta apropriada. Na análise das condições da ionosfera foi necessário entender conceitos de ionização e variação diurna e noturna das camadas ionosféricas, e qual sua dependência em relação às manchas solares. O aprendizado foi acontecendo à medida que o aluno sentiu a necessidade de utilizar os conceitos físicos para transpor as dificuldades encontradas na realização das tarefas.

No Capítulo 2 abordamos as habilidades motoras, conhecimentos físicos e níveis de desenvolvimento, afetivo, cognitivo e psicomotor a serem atingidos durante a aplicação do projeto e apontamos a participação de alunos de diferentes níveis de aprendizado como fator positivo na interação social do grupo.

No Capítulo 3 apresentamos outras experiências educacionais que utilizam como fator motivacional as atividades do radioamadorismo para o ensino das ciências. A busca mostrou que no Brasil houve poucas iniciativas neste sentido, como o da Estação Rádio PY3MHZ, do Centro Tecnológico Parobé [2].

No Capítulo 4 apresentamos as teorias de aprendizagem de Ausubel e Vygotsky, em que ancoramos este projeto. Ressaltamos, como elementos marcantes dessas visões, o conhecimento prévio, a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora, de Ausubel, e a interação social e a zona de desenvolvimento proximal, de Vygotsky.

No Capítulo 5 abordamos os métodos utilizados na aplicação do projeto e a elaboração do produto educacional.

No Capítulo 6 é descrito como se desenvolveram os encontros semanais, especificando-se todas as atividades realizadas, além da forma de recrutamento dos alunos [3].

No Capítulo 7 é descrito o “Guia para montagem de estação radioamadora com fins educacionais, em especial para o ensino da Física”, onde está definida a idéia deste projeto, contendo todas as informações básicas necessárias para orientar sua aplicação em outros ambientes educacionais.

No Capítulo 8 é relatado o acompanhamento do aprendizado dos alunos.

## CAPÍTULO 2 - OBJETIVOS E METAS

Como se ensina Física? Há muitas maneiras. Algumas formas têm como foco central do ensino a aprovação em algum vestibular, ou concurso público. Tem-se então, um esforço realizado para atingir um determinado objetivo, ou seja, ter o melhor desempenho possível naquele certame. Se desta experiência resulta realmente apropriação de conhecimento dos conceitos físicos por parte dos atores educacionais, não sabemos. Outros fazem da convivência em sala de aula um exercício de esforço mínimo. O professor ensina o básico do conteúdo sem se preocupar em instigar os alunos a pensarem a Física; os alunos, por sua vez, pensam estar aprendendo o suficiente e não “incomodam” o professor com assuntos que podem acabar constando da “prova”.

Como se ensina, e se aprende Física é motivo de interesse de muitos pesquisadores que buscam identificar as deficiências e propor sugestões para melhorar o processo ensino-aprendizagem, como Batista [4]:

*“Quando nos dedicamos à melhoria do ensino de Física, estamos grandemente sensibilizados pelos problemas que, em, geral, atingem o ensino de forma global. No entanto, em relação à Física, temos características especiais quanto às dificuldades de compreensão e fixação de conceitos que muitas vezes exigem, nesses processos, grande abstração, interpretação e reflexão para serem aprendidos pelo alunos.*

*O que se pode perceber é que os alunos, apesar de enunciarem uma determinada lei da Física, não compreenderam todo o seu significado.”*

Outro trabalho abordando o ensino da Física que aponta aspectos ressaltados por este projeto é de Robillota [5].

*“O ensino, tanto da Física como de outras áreas do conhecimento, acontece no cenário cinzento da passividade, da falta de interesse e da apatia. Os estudantes parecem estudar apenas para passar de ano, enquanto os professores parecem ensinar apenas para conseguir os seus, em geral, magros salários. É claro que este quadro não corresponde às expectativas internas tanto de professores como de alunos. É o caso, então, de perguntarmo-nos: por que alguém pode ter interesse em estudar Física?”*

O objetivo central deste projeto é tratar a Física dentro de um contexto tecnológico que mostre aos alunos onde, no seu dia a dia, estão sendo aplicados alguns daqueles conceitos físicos que se estuda na sala de aula.

A opção pela criação de um grupo de estudo extraclasse se deu pela convicção de que, trabalhando em grupo e sem o engessamento de uma súmula a ser cumprida dentro de prazo pré-determinado, a interação alunos-alunos e professor-alunos seria facilitada, propiciando o aprendizado significativo desejado.

Subsidiariamente, também tivemos a intenção de resgatar o trabalho do padre e cientista portoalegrense Roberto Landell de Moura, pioneiro das telecomunicações, cujos principais inventos patenteados foram o transmissor de ondas, o telégrafo sem fio e o telefone sem fio. O Padre Roberto Landell de Moura é o patrono do radioamadorismo brasileiro e a sala rádio do Clube de Radioamadores do CMPA foi denominada “Sala Rádio Pe. Roberto Landell de Moura”.

A fim de se atingir o objetivo em foco, decidiu-se elaborar uma coleção de apostilas, norteadoras dos encontros da turma, esse conjunto de textos constituindo-se no produto educacional resultante do projeto. Visando facilitar a replicação da experiência, a proposta inclui, também, a elaboração de um guia para o docente interessado.

As metas a serem atingidas com a aplicação deste projeto podem ser divididas em duas categorias: as metas gerais, relacionadas com o desenvolvimento afetivo, psicomotor e cognitivo, e as metas específicas, que são aquelas relacionadas com a realização das atividades necessárias à instalação da estação rádio.

Metas gerais:

- 1) Desenvolvimento afetivo propiciado pela interação social nas diversas atividades realizadas pelos alunos.
- 2) Formação de habilidades psicomotoras na realização das atividades práticas.
- 3) Desenvolvimento cognitivo, com a aprendizagem dos conceitos físicos de maneira contextualizada.

Metas específicas:

- 1) Utilização de ferramental eletrônico.
- 2) Utilização de multímetro.
- 3) Realização de emendas em fios e construção de extensões.
- 4) Criação de um blog na internet [6] para divulgação das atividades e postagem de matérias relativas à Física e ao radioamadorismo.
- 5) Planejamento, cálculo e construção de antena dipolo.



- 6) Prática de instalação de antena dipolo em mastros estaiados.
- 7) Ligação da antena dipolo a uma linha de transmissão e esta a um wattímetro e a um transceptor.
- 8) Análise da intensidade de potência direta e potência refletida através do wattímetro.
- 9) Contato com radioamadores de outros estados.
- 10) Montagem de medidor de intensidade de campo elétrico no local de instalação da antena, com estudo complementar sobre a análise da escala logarítmica dos decibéis.
- 11) Estudo da diretividade das antenas vertical, dipolo e *delta loop*.
- 12) Utilização de osciloscópio para medição de níveis de tensão e frequência de sinais elétricos.
- 13) Realização de modulação de sinais de áudio, em uma placa de som de computador, utilizando como portador um raio *laser* vermelho.
- 14) Realização da verificação de reflexão interna total através d'água.

### CAPÍTULO 3 - TRABALHOS RELACIONADOS

Nas pesquisas em revistas especializadas, Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF) [7], Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF) [8] e *The Physics Teacher* [9], não encontramos trabalhos que versem sobre o ensino da Física através do radioamadorismo. Nas páginas brasileiras da internet não foram encontrados trabalhos que se relacionem com o projeto em tela.

No Brasil, mais precisamente em Porto Alegre, na Escola Técnica Estadual Parobé [2], há uma estação radioamadora instalada em um prédio de três níveis, construída embaixo da caixa d'água daquela escola. Essa estação radioamadora, que possui o indicativo PY3MHZ, é muito atuante, já tendo participado e vencido diversos concursos de radioamadorismo no Brasil e no Exterior. Esta estação é operada e mantida por um grupo de radioamadores dedicados e aficcionados que estão constantemente implementando novas e modernas técnicas em equipamentos eletrônicos, informática, construção e instalação de antenas e de suas respectivas torres. A ideia inicial da ativação da estação era a de alavancar o interesse dos alunos do curso técnico de eletrônica, dando-lhes a oportunidade de colocar em prática seu aprendizado nos mais diversos assuntos. Por diversos fatores, isto não foi efetivado de maneira continuada e atualmente a estação funciona na escola com o intuito de divulgação da instituição.

Todo cidadão brasileiro que queira ser radioamador necessita ser aprovado em provas de eletrônica e eletricidade, técnica e ética operacional e de código Morse, que são realizadas pela ANATEL, ou por entidades autorizadas pela ANATEL, como a Liga de Amadores Brasileiros de Rádio Emissão (LABRE) [10], que representa os radioamadores em nível nacional e as seções regionais da LABRE, ou clubes de radioamadorismo. Para facilitar a formação do radioamador e possibilitar a difusão da atividade radioamadorística, alguns clubes de radioamadores oferecem cursos visando as provas exigidas por lei. Citamos, abaixo, alguns desses clubes:

- a) Escola e Casa de Radioamadores de Campina Grande – PB [11].
- b) Escola de Radioamadorismo de Alto Sertão – PB [12].
- c) Seção regional da LABRE – DF [13].
- d) União dos Escoteiros do Brasil – Regional Rio de Janeiro [14].

Os cursos oferecidos por estas entidades visam, basicamente:

*“1-Capacitar os participantes a fazer o exame da ANATEL, para habilitação como radioamador.  
2-Capacitar o participante a usar adequadamente as frequências de rádio.  
3-Orientar o participante sobre a instalação de estação de rádio.”*  
[14].

Não há, por parte destas entidades, e nem era de esperar que houvesse, a preocupação em desenvolver sistematicamente o ensino da Física. São cursos que visam a aprovação do aprendiz nas provas exigidas pela ANATEL e ensinam, também, de maneira prática, a realizar a instalação dos equipamentos, antenas etc., necessários ao funcionamento da estação rádio. Ressalte-se, aqui, o grande valor dos cursos oferecidos por essas entidades na formação do radioamador.

O diferencial de nosso projeto em relação a esses cursos é a constante preocupação no ensino da Física. Realizamos as mesmas atividades práticas ensinadas nesses cursos para radioamadores; porém, nada é feito sem o estudo dos conceitos físicos envolvidos.

Já no exterior, a utilização do radioamadorismo para motivar e desenvolver práticas educacionais é bastante difundida. Estados Unidos, Portugal, e países da América do Sul como Argentina e Colômbia, desenvolvem projetos educacionais motivados pelo radioamadorismo.

Abaixo citamos algumas destas iniciativas.

- a) Agrupamento de Escolas de São Gonçalo, Torres Vedras - Portugal [15].
- b) Escola EB 2 de Gouveia – Portugal [16].
- c) Programa CanSat Argentina [17].
- d) Emissora Escolar – Colômbia [18].

*“La Radio puede ser utilizada en el aula no solo como medio de divulgación e información, sino también cómo herramienta pedagógica que favorece la creatividad y dinamiza los procesos pedagógicos, comunicativos y organizativos de las instituciones e introduce un nuevo lenguaje en el proceso de aprendizaje que favorece la interacción y las innovaciones educativas. La Radio Escolar es un espacio donde los mismos niños/as y los jóvenes son protagonistas y sujetos del mensaje educativo, un trabajo en conjunto con educadores, administrativos, ex alumnos, vecinos y comunidad local.”* [18]

- e) Amateur Radio on the International Space Station (ARISS) – EUA [19].

*“Desde o lançamento da estação radioamadora espacial (ARISS), a bordo do ônibus espacial Atlantis e sua transferência para a Estação Espacial Internacional (ISS), ela tem sido regularmente utilizada para contactar escolas. Com a ajuda de clubes de radioamadores e operadores de rádio, os astronautas e cosmonautas a bordo da ISS têm falado diretamente com grandes públicos, mostrando a professores, alunos, pais e comunidades como o radioamadorismo motiva os alunos para a ciência, a tecnologia e o aprendizado. O objetivo geral da ARISS é conseguir alunos interessados em matemática e ciência, permitindo-lhes falar diretamente com as equipes que vivem e trabalham a bordo da ISS.” [19]. (Tradução livre do original em inglês.)*

- f) American Radio Relay League – ARRL – EUA [20].

- g) Radio Amateur Satellite Corporation – AMSAT – EUA [21].

*“A Radio Amateur Satellite Corporation (AMSAT), como é oficialmente conhecido) foi criada no Distrito de Columbia em 1969 como uma organização educacional. Seu objetivo era fomentar a participação de radioamadores na pesquisa espacial e na comunicação. AMSAT foi fundada para prosseguir com os esforços, iniciados em 1961, pelo Projeto OSCAR, um grupo baseado na costa oeste dos EUA que construiu e lançou o primeiro satélite de radioamadores, Oscar, em 12 de dezembro de 1961, quase quatro anos após a Rússia lançar o primeiro Sputnik.” [20]. (Tradução livre do original em inglês).*

## CAPÍTULO 4 - REFERENCIAL TEÓRICO

Toda atividade que pretenda chegar a resultados satisfatórios, procurando deixar ao máximo as questões do acaso de lado, e minimizar as consequências da inexperiência, precisa de preparação e cuidados redobrados.

A preparação começa por saber quais caminhos trilhar, onde se quer chegar. O planejamento das atividades que foram desenvolvidas, pelos alunos do Clube de Radioamadores do CMPA, na instalação da estação rádio da escola, incluíram desde apresentação das instalações até as práticas de laboratório com utilização dos equipamentos do ferramental, montagem de tomadas, soldas em fios, etc. Para definir o desenvolvimento dos trabalhos em grupo, tanto os práticos quanto os teóricos, tivemos em mente a condução das tarefas com foco nas teorias de aprendizagem de Ausubel e de Vygotsky, referenciais teóricos que julgamos muito importantes na condução das atividades de ensino-aprendizagem.

Como Ausubel era contrário à aprendizagem puramente mecânica, passa a ser um representante do cognitivismo, propondo uma aprendizagem que siga esta linha teórica de maneira a potencializar a aprendizagem na forma de um processo de armazenamento de informações que, somadas às que já existem no âmbito mental do indivíduo, são manipuladas e utilizadas de forma adequada, quando necessário, através da organização e integração dos conteúdos aprendidos significativamente.

A aprendizagem significativa, conceito central da teoria de Ausubel, é um processo pelo qual uma informação nova se relaciona de maneira relevante com conhecimento já existente na estrutura cognitiva do indivíduo. A aprendizagem significativa envolve a interação de uma informação nova com a estrutura de um conhecimento específico, que Ausubel define como **conceito subsunçor**, ou apenas **subsunçor**, que é uma idéia, um conceito, uma proposição pré-existente na estrutura cognitiva.

O subsunçor pode ser explicado como uma “âncora” da nova proposição, conceito ou idéia, de maneira que o aluno possa determinar significados relevantes a essa informação nova. Esta ancoragem resulta em modificação e crescimento do subsunçor que se torna mais adequado e capaz de facilitar outras aprendizagens significativas.

Ausubel sugere para a nova aprendizagem o uso de **organizadores prévios**, que implica no desenvolvimento de subsunçores que possibilitem a aprendizagem futura. Os materiais introdutórios, apresentados antes do material a ser aprendido, podem ser organizadores prévios que servem de ligação entre os subsunçores e a nova informação.

Para acontecer o processo de subsunção é necessária a assimilação. A **assimilação** é

um processo que ocorre quando um conceito ou proposição potencialmente significativo é absorvido através de uma ideia ou conceito mais inclusivo que pré-existe na estrutura cognitiva do aprendiz.

A modificação do conceito subsunção e aquisição de novo significado, ocorrendo uma ou mais vezes, leva a uma **diferenciação progressiva**, e este processo mostra-se presente na aprendizagem, sendo permanentemente modificado e elaborado, adquirindo significados novos numa evolução progressiva onde ideias estabelecidas, já presentes na estrutura cognitiva, podem ser identificadas como relacionadas à nova informação. Estes elementos podem se reorganizar e produzir novos significados.

*“A diferenciação progressiva é vista como um princípio programático da matéria de ensino, segundo a qual as ideias, conceitos, proposições mais gerais e inclusivos do conteúdo devem ser apresentados no início da instrução e, progressivamente, diferenciados em termos de detalhe e especificidade. Ao propor isto Ausubel baseia-se em duas hipóteses: 1) é menos difícil para seres humanos captar aspectos diferenciados de um todo mais inclusivo previamente aprendido, do que chegar ao todo a partir de suas partes diferenciadas previamente aprendidas; 2) a organização do conteúdo de uma certa disciplina, na mente de um indivíduo, é uma estrutura hierárquica na qual as ideias mais inclusivas e gerais estão no topo e, progressivamente, incorporam proposições, conceitos e fatos menos inclusivos e mais diferenciados.” [22]*

Para Ausubel, a reorganização destes elementos é denominada **reconciliação integrativa**.

*“A reconciliação integrativa, por sua vez, é o princípio segundo o qual a instrução deve também explorar relações entre ideias, apontar similaridades e diferenças importantes e reconciliar discrepâncias reais ou aparentes.” [22]*

Na organização do ensino com base na teoria de Ausubel é necessário, primeiro, identificar os conceitos básicos da matéria de conhecimento e sua estruturação.

*“Uma vez que o problema organizacional substantivo (identificação de conceitos organizadores básicos de uma dada disciplina) está resolvido, a atenção pode ser dirigida para os problemas organizacionais programáticos envolvidos na apresentação e organização sequencial das unidades componentes. Aqui, hipotetiza-se, vários princípios relativos à programação eficiente do conteúdo são aplicáveis, independentemente do campo da matéria de ensino.” [23]*

Antes da introdução de novos materiais, Ausubel insiste no domínio do que está sendo estudado, de maneira a assegurar continuação na matéria de ensino e sucesso na aprendizagem organizada sequencialmente. Esta consolidação é por demais coerente com a ideia central da teoria de Ausubel, ou seja, o fator que mais influencia a aprendizagem é o que o aluno já sabe.

A avaliação, sob o ponto de vista ausubeliano, serve para determinar o que o aluno já sabe antes de introduzir novos conhecimentos, realizar correções necessárias na aprendizagem e na estratégia de ensino e verificar se os objetivos estão sendo alcançados.

As duas principais ideias de Ausubel que são utilizadas neste projeto são: o conhecimento prévio do aluno e a motivação. A utilização do conhecimento prévio que o aluno possui sobre as atividades realizadas na estação rádio são o ponto de partida para integrá-lo aos trabalhos. O quesito motivação, primeiro com a possibilidade, e depois com o efetivo estabelecimento de contato com outros radioamadores, foi uma constante em nosso trabalho. A princípio se estabeleceu contato com estações rádio mais próximas, em âmbito municipal e estadual; num segundo momento, contatos em nível nacional, numa crescente evolução.

Como as atividades foram realizadas em grupo, em todos os encontros, foi possível, no desenvolvimento do presente projeto, evidenciar a interação social. Através desta interação pode-se potencializar o desenvolvimento cognitivo dos alunos. Esta ideia é a teoria central de outro pensador da educação, Lev Semenovich Vygotsky, psicólogo russo reconhecido como um pioneiro da psicologia da aprendizagem e do desenvolvimento intelectual.

Vygotsky e um grupo de intelectuais buscavam construir uma nova psicologia que sintetizasse duas correntes, psicologia como ciência natural e psicologia como ciência mental.

As ideias deste pensador buscam identificar as funções psicológicas superiores, que são características tipicamente humanas, e como se desenvolvem durante a vida de um indivíduo.

Para Vygotsky três aspectos orientaram seu trabalho. O livro *A Formação Social da Mente* [24], ressalta estes aspectos:

*"Qual a relação entre os seres humanos e o seu ambiente físico e social?"*

*Quais as formas novas de atividade que fizeram com que o trabalho fosse o meio fundamental de relacionamento entre o homem e a natureza e quais são as consequências psicológicas dessas formas de*

*atividade?*

*Qual a natureza das relações entre o uso de instrumentos e o desenvolvimento da linguagem?” [24]*

No decorrer da vida as ferramentas físicas se orientam principalmente para agir no mundo externo, participando da transformação da natureza ou do mundo físico. É importante salientar que a linguagem, exemplificada como um dos instrumentos semióticos mais versáteis e potencializados, congrega a possibilidade de ser dirigida e utilizada com características e funções diversas.

Orienta-se a verbalização para o “outro”, porém o desenvolvimento cognitivo se dá no próprio sujeito, para si mesmo. Este efeito da linguagem sobre si inicia muito cedo. As atividades da criança são influenciadas pelos “sistemas de conduta social” que regem o seu convívio.

*“...o aprendizado humano pressupõe uma natureza social específica e um processo através do qual as crianças penetram na vida intelectual daquelas que as cercam.” [24]*

Um dos conceitos mais importantes desenvolvidos por Vygotsky é o de zona de desenvolvimento proximal, definida como a diferença do que o indivíduo faz sozinho e aquilo que consegue fazer com a mediação social. É no desenvolvimento das relações do sujeito com a realidade em que vive que se dá o processo de apropriação de conhecimento. O ser humano é, por excelência, um ser social, e nesta constante interação com a sociedade, se desenvolve e se constitui como indivíduo.

*“...a zona de desenvolvimento proximal. Ela é a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes”. [23]*

Para transposição desta distância entre o que o aprendiz conseguia fazer sozinho, e o que foi realizado com a ajuda dos seus colegas, foi de fundamental importância a interação social entre alunos do clube. Dois fatores propiciaram uma necessidade de interação entre os participantes do projeto. Primeiro, a diversidade de nível escolar dos alunos do clube: havia alunos desde o nono ano do ensino fundamental até o terceiro ano do ensino médio. Segundo, a inclusão de alunos no clube com o projeto já em andamento. Por diversos momentos durante a aplicação do projeto mantivemo-nos, de maneira intencional, a uma certa distância da mesa em que os alunos trabalhavam, adotando uma atitude de “ouvinte atento” do que era discutido



entre os alunos. Nossas intervenções se davam sempre que nos parecia necessário provocar alguma “correção de rumo” no processo. Ficamos muito satisfeitos em ver que, de maneira espontânea, os participantes mais “capazes” interagiram com aqueles de menor nível escolar e com os “novatos” a fim de auxiliá-los no entendimento de conceitos físicos já abordados e inteirá-los da programação das propostas de trabalho.

Para Vygotsky, o momento de maior significado para o evolução do processo cognitivo é quando os indivíduos operam de maneira prática, expressando-se oralmente.

*“...o momento de maior significado no curso do desenvolvimento intelectual, que dá origem às formas puramente humanas de inteligência prática e abstrata acontece quando a fala e a atividade prática, então duas linhas completamente independentes de desenvolvimento, convergem.” [24]*

E, no momento em que se passa a estudar a atividade prática realizada com a participação de outros indivíduos, prossegue Vygotsky:

*“Quando analisado dinamicamente, esse amálgama de fala e ação tem uma função muito específica na história do desenvolvimento da criança; demonstra, também, a lógica da sua própria gênese. Desde os primeiros dias do desenvolvimento da criança, suas atividades adquirem um significado próprio num sistema de comportamento social e, sendo dirigidas a objetivos definidos, são refratadas através do prisma do ambiente da criança. O caminho do objeto até a criança e desta até o objeto passa através de outra pessoa. Essa estrutura humana complexa é o produto de um processo de desenvolvimento profundamente enraizado nas ligações entre história individual e história social.”[24]*

Ao analisarmos a evolução afetiva, cognitiva e psico-motora dos alunos que participaram deste projeto de ensino de Física através do radioamadorismo, foi possível perceber um significativo avanço na apropriação dos conceitos físicos abordados, e na constatação de que os aprendizes passaram por uma experiência motivadora e contextualizada onde perceberam o sentido no estudo da Física.

## CAPÍTULO 5 - PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E DIDÁTICOS

Passamos a descrever a aplicação da proposta de montagem de uma estação radioamadora para fins educacionais, em especial para o ensino da Física, que foi implementada no Colégio Militar de Porto Alegre, instituição de ensino básico pública federal, localizado na Rua José Bonifácio, 363, bairro Parque Farroupilha, nesta capital. O CMPA oferece aulas do 6º ano do ensino fundamental ao 3º ano do ensino médio, conta atualmente com cerca de 1.100 alunos(as) divididos em turmas de aproximadamente 30. O colégio possui laboratórios de Física, Química, Biologia e Informática, observatório astronômico didático e salas especiais para ensino de Língua Estrangeira Moderna. A aplicação do projeto ocorreu no segundo semestre de 2010, totalizando 15 encontros, do dia 19 de agosto até o dia 15 de dezembro de 2010.

Visando definir o ambiente de trabalho e nomear a atividade extraclasse foi criado o Clube de Radioamadores do Colégio Militar de Porto Alegre, sendo os alunos inscritos no clube aqueles que participaram da implementação da Estação Rádio PY3CM, do CMPA.

Pensado para ser um projeto motivacional, com ênfase em recuperar ou desenvolver a autoestima e propiciar as condições para um real desenvolvimento cognitivo, as atividades foram realizadas respeitando a evolução dos alunos, sem prazos definidos para o cumprimento das propostas de trabalho. Desta maneira, a participação dos alunos aconteceu na modalidade de atividade extraclasse, não ocupando os horários previstos para as disciplinas tradicionais.

Apresentamos, a seguir, um resumo das apostilas utilizadas na aplicação deste projeto, em ordem correspondente à sequência de desenvolvimento dos trabalhos.

Utilizamos o seguinte padrão na descrição do material instrucional: título da apostila, breve comentário sobre o conteúdo, e nomeação das seções constantes no documento, com exclusão da primeira seção (Introdução) e das duas últimas seções (Conclusão e Referências).

### Apostila 1: Segurança com Ferramentas Manuais (Apêndice A)

Os dois principais aspectos considerados nesta apostila são a segurança no manuseio de ferramentas manuais e a apresentação das ferramentas mais utilizadas. No assunto segurança, ressalta-se: finalidade do uso, cuidados quanto à utilização, principais causas de acidentes e orientação de como evitá-los. No estudo do ferramental é feita a apresentação das principais ferramentas utilizadas nas atividades da estação rádio e orientação para o correto dimensionamento da ferramenta a ser empregada. Também se ensina a adoção de atitudes que

visam evitar acidentes, o que chamamos de prevenção ao ato inseguro.

Seções:

- Principais causas de acidentes e como evitá-los
- Principais ferramentas utilizadas na estação rádio

#### Apostila 2: Normas Básicas de Segurança em Eletricidade (Apêndice B)

Este material fornece informações básicas sobre normas de segurança em trabalhos com eletricidade a baixa tensão, ou seja, níveis de diferença de potencial de até 220 volts. São evidenciados, principalmente: a importância da segurança no manuseio da eletricidade, a conscientização para uso de medidas de prevenção de acidentes, a identificação de condições de risco e atitudes inseguras, a disseminação de um padrão de comportamento que favoreça a eliminação de acidentes. Também se ensina: noções básicas dos efeitos da corrente elétrica no corpo humano, tipos mais comuns de choque elétrico, condutas pessoais necessárias para trabalho em instalações elétricas, primeiros socorros às vítimas de choque elétrico, cuidados com circuitos de equipamentos elétricos e proteção contra incêndio.

Seções:

- Princípios básicos da eletricidade
- Tipos mais comuns de choques elétricos
- Primeiros socorros às vítimas de choque elétrico
- Técnicas de reanimação
- Cuidados com circuitos de equipamentos elétricos
- Conduta pessoal
- Proteção contra incêndio

#### Apostila 3: Montagem de Bancadas para Eletrônica (Apêndice C)

As bancadas são os locais de trabalho dentro da estação rádio. É na bancada que se instala e se conserta os equipamentos. Nesta apostila faz-se apresentação de tipos de bancadas, acessórios que podem ser instalados, tomadas elétricas, disjuntores, fonte de alimentação de corrente contínua, conectores de antena, aterramento, lâmpadas para iluminação eficiente, tampo com material isolante, etc, e também a descrição de fios e cabos elétricos.

Seções:

- Bancada
- Disjuntor

- Fios e cabos elétricos

#### Apostila 4: Faixa de Frequências para Radioamadores (Apêndice D)

Nas atividades desenvolvidas pelo radioamador a escolha da frequência correta, dentro das faixas permitidas, é de fundamental importância para o estabelecimento do contato rádio.

A distribuição das frequências permitidas aos radioamadores obedece normas internacionais, das quais o Brasil é signatário, sendo permitido ao radioamador o uso de faixas de frequência desde 1800 kHz até 10,50 GHz. Esta apostila ensina quais os principais fatores para a escolha da radiofrequência e como escolher a frequência de trabalho adequada.

Seções:

- Principais fatores para escolha da radiofrequência
- Como escolher a frequência de trabalho

#### Apostila 5: Propagação de Ondas Eletromagnéticas (Apêndice E)

Esta apostila fornece informações para o entendimento dos princípios básicos sobre a propagação da radiação eletromagnética, diferentes caminhos que a onda de rádio pode percorrer para estabelecer contato rádio da antena transmissora com a antena receptora, estrutura da atmosfera terrestre (com ênfase na ionosfera), e as interações entre a Terra e o Sol na radiopropagação.

Seções:

- Fundamentos
- Caminhos da onda de rádio
- A ionosfera
- Zona de silêncio

#### Apostila 6: Antenas de Radiocomunicações (Apêndice F)

Por ser um elemento do sistema rádio com várias opções de modelos, alguns de baixo custo, a antena é o componente que mais se presta à experimentação e pesquisa dentro das atividades do radioamadorismo. O objetivo desta apostila é fornecer as informações básicas sobre o que é uma antena, que materiais são empregados em sua montagem, tipos, dimensões, etc

Seções:

- Definições básicas
- Estrutura da matéria
- Lei de Coulomb

- Campo elétrico
- Dipolos elétricos
- Potencial elétrico
- Campo magnético
- Ondas eletromagnéticas
- Antena: um dipolo elétrico oscilante
- Principais tipos de antenas

Apostila 7: Fundamentos de eletricidade e eletrônica (Apêndice G)

O conhecimento básico sobre eletricidade e eletrônica envolve diversos conceitos físicos. Este documento apresenta características básicas de componentes elétricos e eletrônicos como nome função, faixa de valores, emprego prático, etc. Dentro do escopo deste projeto, o ensino do funcionamento de todos os componentes foi acompanhado de definições físicas utilizadas em sua construção e aplicações práticas.

Seções:

- Características básicas
- Componentes básicos

Apostila 8: Alfabeto Fonético da OTAN e Código Internacional “Q” (Apêndice H)

O radioamador tem como atividade final o contato com outros radioamadores, não raro, situados a milhares de quilômetros de distância. As condições de propagação das ondas de rádio nem sempre são as ideais, e nesses momentos é fundamental dominar técnicas e métodos que possam facilitar a comunicação. O alfabeto fonético da OTAN e o código internacional “Q” são técnicas mundialmente utilizadas pelos radioamadores para possibilitar o estabelecimento de contato rádio.

Seções:

- Código internacional “Q”
- Alfabeto fonético da OTAN

Apostila 9: Código Morse: O Início da Telegrafia Moderna (Apêndice I)

A utilização do código Morse, primeiramente através de fio e depois através de rádio, foi responsável por grande evolução na rapidez e alcance das comunicações. Consta desta apostila: histórico dos fatos e pessoas envolvidas na criação e desenvolvimento dos códigos de transmissão de sinais a grandes distâncias, tanto em âmbito nacional como mundial,

descrição de como é composto o código Morse e suas maneiras de utilização, tanto sonora como visual, tabelas com o código Morse correspondente às letras do alfabeto, dos números e de alguns sinais especiais de serviço.

Seções:

- A telegrafia no Brasil
- O código Morse

Apostila 10: Legislação, Técnica e Ética Operacional do Radioamador (Apêndice J)

O alcance das transmissões de ondas de rádio pode chegar a milhares de quilômetros. A existência do radioamadorismo em nível mundial exige organização, controle e fiscalização para que se possa otimizar a possibilidade de realização de diversos contatos via rádio ao mesmo tempo. Há legislação nacional e internacional regulando as condições de funcionamento das estações de radioamador, bem como técnicas específicas, que facilitam a operação das estações e ética a ser respeitada nos contatos rádio.

Seções:

- Órgãos de controle
- Técnica e ética operacional
- Legislação básica

Para desenvolver o processo de montagem e utilização da estação rádio para fins educacionais, em especial para o ensino da Física, foram dados os seguintes passos:

1. Identificação de um radioamador registrado na ANATEL.
2. Solicitação formal à ANATEL de licença para funcionamento de estação de radioamador.
3. Aquisição do material necessário.
4. Montagem da infraestrutura básica com equipamentos rádio e antenas em condições de funcionamento.
5. Organização, com a direção e professores, de visitas às instalações com vistas a apresentar o projeto, divulgar horário de funcionamento e convidar para participação.
6. Planejamento das atividades da estação rádio no horário de contraturno das atividades curriculares dos alunos.
7. No encontro inicial do clube de radioamadores, após as apresentações, pede-se que os alunos preencham uma ficha de inscrição onde consta, também, autorização dos responsáveis para a participação do aluno na atividade extraclasse.

8. Realização de construção de extensões utilizando tomadas e flechas usando material em conformidade com a portaria do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – INMETRO [25] nº 85 de 03 de abril de 2006, padrão brasileiro de plugues e tomadas.

9. Construção de bancada para eletrônica, dispondo de: tomadas elétricas, iluminação adequada, proteção contra curto circuito através de disjuntor eletromecânico e tampo forrado com material isolante elétrico.

10. Apresentação das faixas de frequência e modalidades de transmissão autorizadas aos radioamadores, resolução da ANATEL nº 452 de 11 de dezembro de 2006, [1].

11. Estudo dos fenômenos que interferem na propagação das ondas eletromagnéticas, abordar assuntos como: ionosfera e suas divisões, atividade solar, estudo do ciclo solar, etc.

12. Na apostila destinada a antenas é possível ensinar os principais tipos, modelos e locais de instalação, como se calcula as dimensões dos elementos irradiantes e quais materiais podem ser usados na construção das antenas

13. Estudo dos conceitos básicos de eletricidade e eletrônica.

14. Definições de indicativos de estações radioamadoras, com as respectivas localizações em todo planeta, código “Q” e alfabeto fonético internacional.

15. Código Morse.

16. Legislação do radioamador.

17. Operação da estação rádio montada pelos alunos.

O Guia aqui reproduzido (Apêndice N) traz os mesmos apêndices de A a J da dissertação. Obviamente, não reproduzimos esses dez apêndices novamente.

O “Guia para montagem de estação radioamadora com fins educacionais, em especial para o ensino da Física”, (Apêndice N) presta-se a orientar professores, diretores, coordenadores de atividades extraclasse e demais membros da comunidade escolar, em como proceder para ensinar Física através do radioamadorismo em sua escola. Ressalta-se aqui que não se trata de um serviço de alto-falantes comumente encontrado em escolas onde se divulgam anúncios e reproduz-se música; o projeto diz respeito a uma estação rádio para recepção e transmissão de ondas eletromagnéticas nas faixas de frequências permitidas aos radioamadores, isto é, de 1800 kHz a 10,50 GHz.

O guia fornece as informações técnicas, legais e didáticas básicas necessárias ao pleno funcionamento de uma estação radioamadora com fins educacionais, sempre orientando-se pelas teorias de ensino-aprendizagem de Ausubel e Vygotsky, citadas no Capítulo 4 (Referencial Teórico).

Pensamos que todas as atividades propostas para a realização do projeto devem seguir os princípios das teorias educacionais citadas no capítulo 4. O ensino da Física, motivado pela prática dos procedimentos necessários ao funcionamento da estação rádio, deve preocupar-se em medir qual o conhecimento que já detém o aluno antes de iniciar o aprendizado, assim como é através da orientação dos professores e colegas mais capazes que o aprendiz pode desenvolver seu potencial.



## CAPÍTULO 6 – APLICAÇÃO DO PROJETO

Este capítulo tem o objetivo de relatar, de maneira resumida, as atividades realizadas durante os encontros dos integrantes do Clube de Radioamadores do Colégio Militar de Porto Alegre (CMPA), que teve como intuito instalar, operar e manter em funcionamento a estação radioamadora PY3CM, com a finalidade de se aprender Física através do radioamadorismo.

O presente projeto, de motivação do processo ensino-aprendizagem de Física, foi desenvolvido na modalidade atividade de ensino extraclasse, e aplicado no segundo semestre de 2010, no CMPA.

A estratégia adotada, na implementação do projeto, foi a seguinte:

- Apresentação e aprovação do projeto, pelo diretor de ensino do CMPA.
- Divulgação do projeto da estação radioamadora em todas as séries do CMPA.
- Exposição de cartazes convidando os alunos para a participação no projeto (Apêndice K) além de matéria divulgada no portal eletrônico do colégio [3].
- Encontros semanais às quintas-feiras, com início às 14h e previsão de término para 16h.
- Apresentação do material instrucional (apostilas) aos alunos, com explicação dos itens constantes de cada documento.
- Apresentação e estudo de equipamentos eletrônicos, enfatizando-se a necessidade do conhecimento de conceitos físicos para a compreensão de seu funcionamento.
- Convite de palestrantes com largo conhecimento sobre determinado assunto para dinamizar o processo ensino-aprendizagem. Em nosso caso específico, houve a participação de três palestrantes em quatro encontros.
- Durante os encontros, sempre se procurou responder a todas as dúvidas dos alunos, no momento em que era perguntado, mesmo que o assunto inquirido fugisse do tema programado para aquele dia. Por exemplo, no dia em que se tratou da legislação do radioamador, ao se apresentar a apostila foi verificado que a ANATEL também regulamenta a utilização das órbitas. Logo veio a pergunta: “Professor, que órbita?” Na discussão que se seguiu abordamos gravitação, energia potencial gravitacional, energia cinética, interação gravitacional, física moderna e, finalmente, a explicação de que o documento se referia à órbita de satélites artificiais.

Relato das atividades:

1º Encontro:

Data	Início	Término	Comparecimento
19 de agosto	14h	16h 15min	Cinco alunos

Atividades desenvolvidas e assuntos abordados:

- Apresentação da proposta de trabalho para ensino da física através do radioamadorismo. Breve explicação sobre a teoria de aprendizagem a ser adotada.
- Entrega das apostilas de montagem de bancadas, segurança de ferramental e segurança em eletricidade.
- Convite para participação no 51º Concurso Verde-Amarelo (CVA2010) (competição de radioamadorismo de âmbito nacional patrocinado pela Escola de Comunicações do Exército Brasileiro).
- Grupo data-hora (GDH).
- Fusos horários.
- Apresentação do ferramental.
- Situações práticas abordando torque.
- Apresentação das tomadas e flechas no novo padrão de três pinos.

2º Encontro

Data	Início	Término	Comparecimento
26 de agosto	14h	16h 05min	Quatro alunos

Atividades desenvolvidas e assuntos abordados:

- Estudo e uso do multímetro.
- Medição de corrente contínua e alternada.
- Explicação sobre sistema de produção e distribuição de energia elétrica.
- Diferença entre instalações elétricas domésticas da capital (127 V) e do interior (220 V).
- Diferença de potencial eficaz da corrente alternada.
- Confeção de emendas em fios e extensões com tomadas padrão três pinos.

### 3º Encontro

Data	Início	Término	Comparecimento
02 de setembro	14h	16h 30min	Cinco alunos

Atividades desenvolvidas e assuntos abordados:

- Estudo do alfabeto fonético da OTAN.
- Estudo do código “Q”..
- Estudo do código Morse.
- Faixas de frequência dos radioamadores.

### 4º Encontro:

Data	Início	Término	Comparecimento
9 de setembro	14h	16h 30min	Cinco alunos

Atividades desenvolvidas e assuntos abordados:

- Desmontagem de uma caixa de som.
- Princípio de funcionamento dos alto-falantes.
- Corrente contínua.
- Corrente alternada.
- Análise da diferença entre corrente contínua e alternada.
- Faixa de frequência audível.
- Cálculo de comprimento de onda.
- Solda de conectores.

### 5º Encontro.

Obs: Neste encontro foi convidado o 2º Ten Adriano Basso, técnico em comunicações e eletrônica, do 1º Centro de Telemática de Área, unidade do Exército Brasileiro, responsável pelas comunicações e informática no Estado do Rio Grande do Sul.

Data	Início	Término	Comparecimento
16 de setembro	14h	17h 15min	Quatro alunos

Atividades desenvolvidas e assuntos abordados:

- Montagem de dois medidores de intensidade de campo elétrico, no pátio do CMPA.
- Montagem de antenas tipo vertical e *delta loop*.
- Faixas de frequência abrangidas pelos medidores.

- Campo elétrico.
- Janelas atmosféricas, utilizadas em radioastronomia.
- Escala logarítmica; decibéis.
- Comparação qualitativa da intensidade do campo elétrico das seguintes estações de rádio comerciais AM: Frequência 600 kHz - Gaúcha, 640 kHz - Bandeirantes, 680 kHz - Farroupilha e 720 kHz - Guaíba.
- Lóbulo de irradiação de antena vertical e antena dipolo.
- Orientação de antena direcional utilizando a antena *delta loop*.

6º Encontro: Neste dia, por motivo de viagem do responsável pelo projeto, o encontro foi coordenado pelo professor de Física do CMPA, Cel. Deoclécio de Souza, contando ainda com a participação do radioamador Christian Câmara, experimentado construtor de antenas, que ministrou palestra e construiu, junto com os alunos, uma antena dipolo.

Data	Início	Término	Comparecimento
30 de setembro	14h	17h	Três alunos

Atividades desenvolvidas e assuntos abordados:

- Teoria de cálculo das dimensões de elementos de antenas.
- Cálculo das dimensões de antena do tipo dipolo para a frequência de 14.140 kHz.
- Construção da antena dipolo, utilizando fio de cobre de 2,5 mm<sup>2</sup>, isolador central, e isoladores laterais, linha de transmissão com cabo coaxial e conectores para ligação no transceptor.

7º Encontro

Data	Início	Término	Comparecimento
07 de outubro	14h	17h 20min	Três alunos

Atividades desenvolvidas e assuntos abordados:

- Montagem dos mastros para içamento da antena.
- Características das ondas eletromagnéticas, linhas de força, soma vetorial.
- Construção de mapa conceitual sobre ondas eletromagnéticas.

### 8º Encontro:

Data	Início	Término	Comparecimento
14 de outubro	14h	17h 25min	Seis alunos

Atividades desenvolvidas e assuntos abordados:

- Estudo da apostila de antenas de radiocomunicações.
- Campo magnético terrestre, orientação dos pólos magnéticos, origem do magnetismo, anomalias do campo magnético terrestre.
- Campo magnético do Sol, aumento da atividade magnética e da radiação ultravioleta, manchas solares, influência da atividade solar na ionosfera e nas telecomunicações.
- Revisão dos conectores, isolador central e ressoldagem da antena dipolo.
- Içamento da antena dipolo no pátio do CMPA.
- Recepção dos sinais de rádio em ondas curtas da rádio Gaúcha de Porto Alegre, na frequência de 11.915 kHz.
- Captação do sinal, em telegrafia, de PY4ZF, radioamador de Minas Gerais, porém sem sucesso no estabelecimento de contato.
- Medição de potência direta e refletida.

### 9º Encontro

Data	Início	Término	Comparecimento
21 de outubro	14h	18h 10min	Sete alunos

Atividades desenvolvidas e assuntos abordados:

- Física de partículas e forças de interação.
- Construção, pelos alunos, de propostas do cartão de identificação da Estação Rádio PY3CM (cartão QSL).
- Código Morse.
- Apresentação de um rádio tipo “galena”.
- Funcionamento de circuito LC.
- Montagem da estação rádio no pátio do CMPA.
- Realização dos primeiros contatos rádio.

OBS: Na saída do colégio, após as 18h, um dos alunos do clube fez o seguinte comentário, entusiasmado com o sucesso da realização dos contatos rádio: “Professor, agora eu vejo sentido em estudar Física!”

10º Encontro: Neste dia foi convidado para palestrar sobre legislação, técnica e ética operacional o Sr. Miguel Renato Bulcão Zimmermann, experiente radioamador, indicativo PY3MM, responsável técnico pela Estação Rádio PY3CM.

Data	Início	Término	Comparecimento
28 de outubro	14h	17h 10min	Quatro alunos

Atividades desenvolvidas e assuntos abordados:

- Apresentação da apostila de legislação, técnica e ética operacional.
- Interação gravitacional da Terra com os satélites artificiais.
- Satélites com função de sensoriamento remoto.
- Radiação eletromagnética recebida pelos satélites.
- Análise de cartas com imagens de satélites.
- Regulamento do Serviço de Radioamador.
- Análise de testes da ANATEL, sobre legislação, radioeletricidade, técnica e ética operacional.
- Diferenças entre as classes de radioamadores, A, B e C.

#### 11º Encontro

Data	Início	Término	Comparecimento
04 de novembro	14h	17h 25min	Sete alunos

Atividades desenvolvidas e assuntos abordados:

- Ressoldagem das conexões da antena, conector central e linha de transmissão.
- Princípios de funcionamento e das medidas de um multímetro analógico.
- Análise da diferença de potencial da rede de energia elétrica residencial na capital e no interior.
- Através da medida da resistência de um ferro de solda foi feito o cálculo teórico de sua potência. O valor nominal do ferro de solda era de 30 watts e o cálculo teórico foi de 27,8 watts.
- Introdução aos princípios de funcionamento de um osciloscópio, com medição de diferença de potencial e período de um sinal elétrico.

12º Encontro: Neste dia, uma vez mais, foi convidado o 2º Ten Adriano Basso, técnico em eletrônica e telecomunicações, do 1º CTA, para palestrar sobre princípios básicos de eletrônica.

Data	Início	Término	Comparecimento
11 de novembro	14h	16h 40m in	Sete alunos

Atividades desenvolvidas e assuntos abordados:

- Teoria de semicondutores, junções PN.
- Características e funcionamento do diodo e do transistor.
- Estrutura eletrônica do Silício.
- Desmontagem de um monitor de computador de tubo para apresentação dos componentes e explicação dos princípios físicos de seu funcionamento.
- Sincronismo de imagem.
- Bobinas defletora e desmagnetizadora.
- Fonte de alimentação.
- Transformação de corrente alternada em corrente contínua.
- Funcionamento dos capacitores.

#### 13° Encontro

Data	Início	Término	Comparecimento
02 de dezembro	14h	16h 45min	Cinco alunos

Atividades desenvolvidas e assuntos abordados:

- Estudo sobre logaritmos, escala decibéis.
- Transmissão e recepção de sinais de áudio modulando raio laser, usando diodo fotossensível.
- Estudo dos conceitos físicos envolvidos no funcionamento do LED.
- Uso do programa Audacity.

#### 14° Encontro

Data	Início	Término	Comparecimento
09 de dezembro	14h	17h 30min	Cinco alunos

Atividades desenvolvidas e assuntos abordados:

- Construção de mapas conceituas sobre antenas de radiocomunicações, propagação de ondas eletromagnéticas e princípios básicos de eletrônica.
- Transmissão e recepção de sinais de áudio modulando raio laser, usando diodo fotossensível.

15º Encontro. (Excepcionalmente realizado numa quarta-feira.)

Data	Início	Término	Comparecimento
15 de dezembro	14h	16h	Vinte e seis assistentes

Atividades desenvolvidas e assuntos abordados:

- Encerramento das atividades extraclasse do ano letivo de 2010, com a participação dos alunos do Clube de Astronomia do CMPA, do Clube de Radioamadores do CMPA, e de convidados.
- Apresentação, pelos alunos do Clube de Radioamadores do CMPA, da experiência de modulação e demodulação de raio laser, aos demais presentes.

Estimativa de custos:

Equipamento	Quantidade	Valor em R\$
Transceptor HF-VHF-UHF	1	4.000,00
Cabo coaxial	50 m	200,00
Mastros (módulos de 2 m)	12	600,00
Fio cobre 2,5 mm <sup>2</sup>	100 m	300,00
Conectores cabo coaxial (conjunto macho-fêmea)	10	95,00
Liga metálica chumbo-estanho (solda) rolo 1/2 Kg	1	46,00
Cadarço de <i>nylon</i> 1/8 pol	100 m	34,00
Ferro de solda 30 w	1	45,00
Ferro de solda 400 w	1	64,00
Maleta para ferramentas	1	36,00
Conjunto de ferramentas diversas	1	250,00
Total		5.670,00



## CAPÍTULO 7 – GUIA FACILITADOR PARA REPLICAR O PROJETO

O presente projeto teve o intuito de proporcionar, aos alunos participantes, um aprendizado da Física de maneira significativa e socializada, com amplo manuseio de equipamentos elétricos e eletrônicos. Como consequência da aplicação deste projeto foi elaborado um produto educacional, o “Guia para montagem de estação radioamadora com fins educacionais, em especial para o ensino de Física”, que se propõe a ser material facilitador àqueles que se interessarem em reproduzir este trabalho em seu ambiente educacional. A ideia central é a de disponibilizar aos educadores um instrumento que possibilite a instalação, montagem, manutenção e operação de uma estação de radioamador, com o objetivo de ensinar Física através do radioamadorismo, tendo por público-alvo alunos das séries finais do ensino fundamental e alunos do ensino médio.

As atividades desenvolvidas no clube se mostraram adequadas à apresentação, aos alunos, de algumas aplicações tecnológicas dos conceitos físicos.

O guia apresenta os aspectos técnicos, legais e administrativos, necessários à instalação da estação rádio. Orienta os educadores, que optarem por aplicar esta motivadora experiência, e demonstra como trabalhar os conceitos da Física, principalmente nos aspectos do eletromagnetismo, estrutura da matéria, ionização da atmosfera e radiação solar. Fornece também orientação de como efetuar soldas, construir extensões, bancadas e antenas.

Apresentamos a seguir um breve resumo do que é tratado no guia.

### 1. Introdução:

O “Guia para montagem de estação radioamadora com fins educacionais, em especial para o ensino da Física”, orienta professores, diretores, coordenadores de atividades extraclasse e demais membros da comunidade escolar, em como proceder para utilizar uma estação radioamadora para fins educacionais em seu ambiente de ensino.

O objetivo central do desenvolvimento desta atividade junto dos alunos é que haja uma forte motivação para o estudo de Física dentro de um ambiente contextualizado, que possa responder, em parte, aquela tradicional pergunta: “Professor, onde é que eu vou utilizar isto que estamos aprendendo?”.

### 2. Legislação básica:

Como as emissões de rádiofrequência podem atingir até milhares de quilômetros, é comum o contato com estações radioamadoras no País e no Exterior. Para se organizar,

controlar e fiscalizar milhares de estações em todo o mundo existem normas de abrangência nacional e internacional a que os radioamadores estão subordinados. Nesta seção do guia estão elencadas as associações que regulam o serviço de radioamador e a legislação básica que deve ser observada.

O radioamadorismo segue as normas estabelecidas pela Agência Nacional de Telecomunicações, ANATEL [1], principalmente o Regulamento do Serviço de Radioamador, anexo à resolução da ANATEL nº 449, de 17 de novembro de 2006, Regulamento de Uso do Espectro de Radiofrequências, anexo à resolução da ANATEL nº 259, de 19 de abril de 2001 e Regulamento sobre condições de Uso de Radiofrequências pelo Serviço de Radioamador, anexo à resolução da ANATEL nº 452, de 11 de dezembro de 2006. Todas estas normas estão disponíveis no site da ANATEL, em [1]. Os radioamadores brasileiros possuem uma associação em âmbito nacional, a Liga de Amadores Brasileiros de Radioemissão – LABRE [10], definida legalmente pela portaria 498 de 06 de junho de 1975 do Ministério das Comunicações, que congrega as LABREs Estaduais. Por ser o radioamadorismo praticado em centenas de países, foi criada a *International Amateur Radio Union* – IARU [26], responsável pela fiscalização e controle das estações radioamadoras em âmbito mundial. A LABRE nacional é filiada à IARU, sendo responsável por divulgar as deliberações daquela associação em nosso País e representar o Brasil nas tomadas de decisão.

### 3. Sequência de atividades:

Nesta seção do guia são elencadas as etapas do desenvolvimento do projeto. Iniciamos com as exigências legais e administrativas, o material básico necessário, tanto ferramentas quanto equipamentos, a montagem da infraestrutura inicial, a divulgação do projeto na escola, e a organização do horário de funcionamento. Em seguida, tratamos do uso do material instrucional impresso e fazemos observações sobre particularidades de cada encontro do desenrolar da experiência.

O material instrucional produzido consta de dez apostilas, que são as seguintes;

1. Segurança com Ferramentas Manuais.
2. Normas Básicas de Segurança em Eletricidade.
3. Montagem de Bancadas para Eletrônica.
4. Faixa de Frequência para Radioamadores.
5. Propagação de Ondas Eletromagnéticas.
6. Antenas de Radiocomunicações.

7. Fundamentos de Eletricidade e eletrônica.
8. Alfabeto Fonético da OTAN e Código Internacional “Q”.
9. Código Morse: O Início da telegrafia Moderna.
10. Legislação, Técnica e Ética Operacional do Radioamador.

A sequência em que as apostilas são numeradas indicam um aumento gradativo da complexidade de atividades práticas, visando a instalação da estação rádio e a formação do futuro radioamador.

## CAPÍTULO 8 – RESULTADOS E CONCLUSÕES

Avaliamos qualitativamente os resultados da aplicação deste projeto de ensino de Física na modalidade extraclasse sob dois aspectos: primeiro, através do funcionamento dos equipamentos montados pelos alunos; segundo, pelo retorno dado pelos alunos, tanto na construção socializada de mapas conceituais quanto na forma de depoimento.

No primeiro momento, para se ter uma noção dos conhecimentos prévios dos alunos iniciantes no clube, foi aplicado um questionário (Apêndice M) com perguntas sobre a proposta do ensino de Física através do radioamadorismo.

Sempre que algum procedimento e/ou resultado fosse colocado em dúvida, na instalação de algum equipamento, era feita uma revisão dos conceitos físicos envolvidos no funcionamento daquele equipamento para, então, se corrigir a eventual falha. Esta não é uma maneira usual para se avaliar um grupo de alunos. Mas, como se realiza a avaliação de uma atividade de ensino? Para o Ministério da Educação o processo de avaliação é tido como o que está descrito nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) [27]:

*“A avaliação, ao não se restringir ao julgamento sobre sucessos ou fracassos do aluno, é compreendida como um conjunto de atuações que tem a função de alimentar, sustentar e orientar a intervenção pedagógica. Acontece contínua e sistematicamente por meio da interpretação qualitativa do conhecimento construído pelo aluno. Possibilita conhecer o quanto ele se aproxima ou não da expectativa de aprendizagem que o professor tem em determinados momentos da escolaridade, em função da intervenção pedagógica realizada... Para o aluno, é o instrumento de tomada de consciência de suas conquistas, dificuldades e possibilidades para reorganização de seu investimento na tarefa de aprender.”*

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) [28], em seu artigo 24, inciso V, define regras comuns de organização do ensino fundamental e médio, sendo definida como preferencial a avaliação qualitativa à avaliação quantitativa:

*“ V – a verificação do rendimento escolar observará os seguintes critérios:  
a) avaliação contínua e cumulativa do desempenho do aluno, com prevalência dos aspectos qualitativos sobre os quantitativos e dos resultados ao longo do período sobre os de eventuais provas finais...”*

Assim, pensamos que a avaliação do aprendizado dos conceitos físicos, do

desenvolvimento psicomotor, afetivo e cognitivo dos alunos que participaram da implantação deste projeto, foi realizada dentro do que está previsto nas normas do Ministério da Educação.

Os alunos produziram mapas conceituais sobre ondas eletromagnéticas, antenas de comunicações, propagação de ondas eletromagnéticas e conceitos básicos de eletrônica e eletricidade.

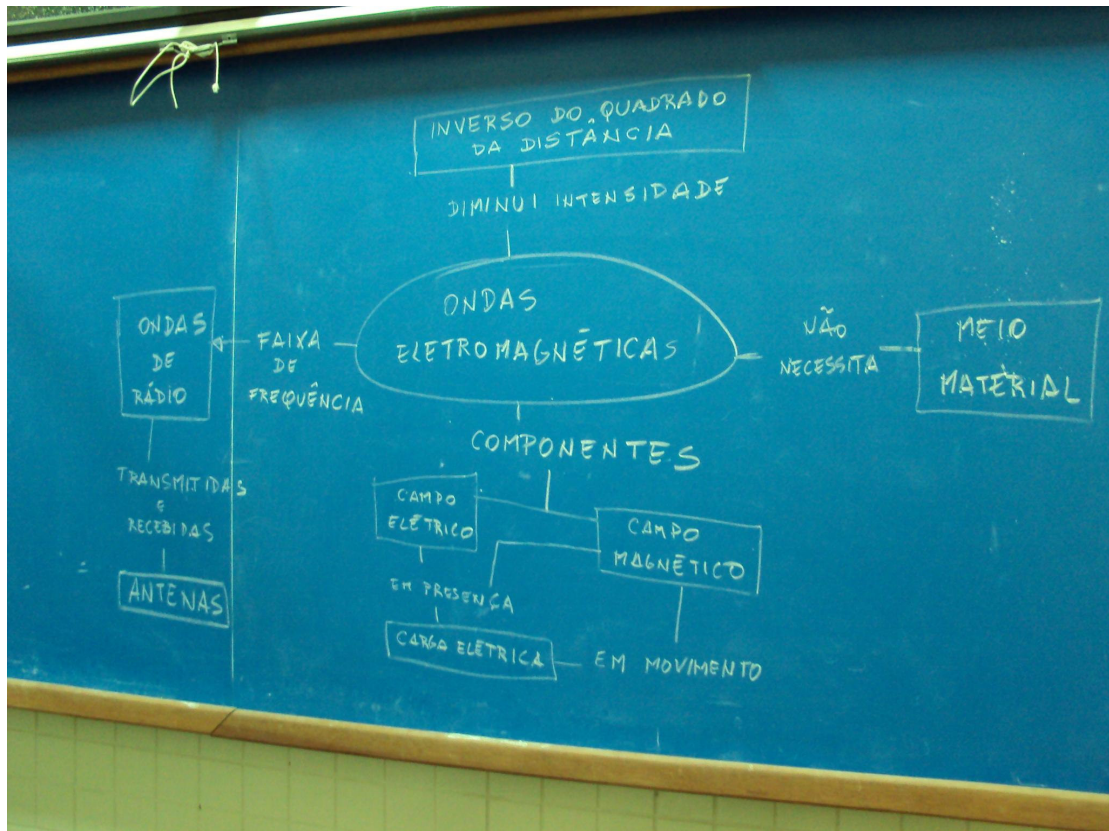


Figura 1: Mapa conceitual sobre ondas eletromagnéticas.

Na Figura 1 o mapa conceitual tem como conceito mais inclusivo as ondas eletromagnéticas; como conceitos intermediários, lei do inverso do quadrado, ondas de rádio, campo elétrico, campo magnético, meio material; e, como conceitos menos inclusivos, carga elétrica e antenas.



Figura 2: Mapa conceitual sobre antenas de comunicações.

No mapa conceitual da Figura 2, o conceito mais inclusivo são as antenas de radiocomunicações; como conceitos intermediários temos as modalidades omnidirecionais, direcionais e de dipolo elétrico, recepção e transmissão de ondas eletromagnéticas, comprimento de onda; como conceitos menos inclusivos o lóbulo isotrópico de irradiação da antena omnidirecional, os elementos das antenas direcionais (diretores, irradiantes e refletores) e os tipos de antenas direcionais.



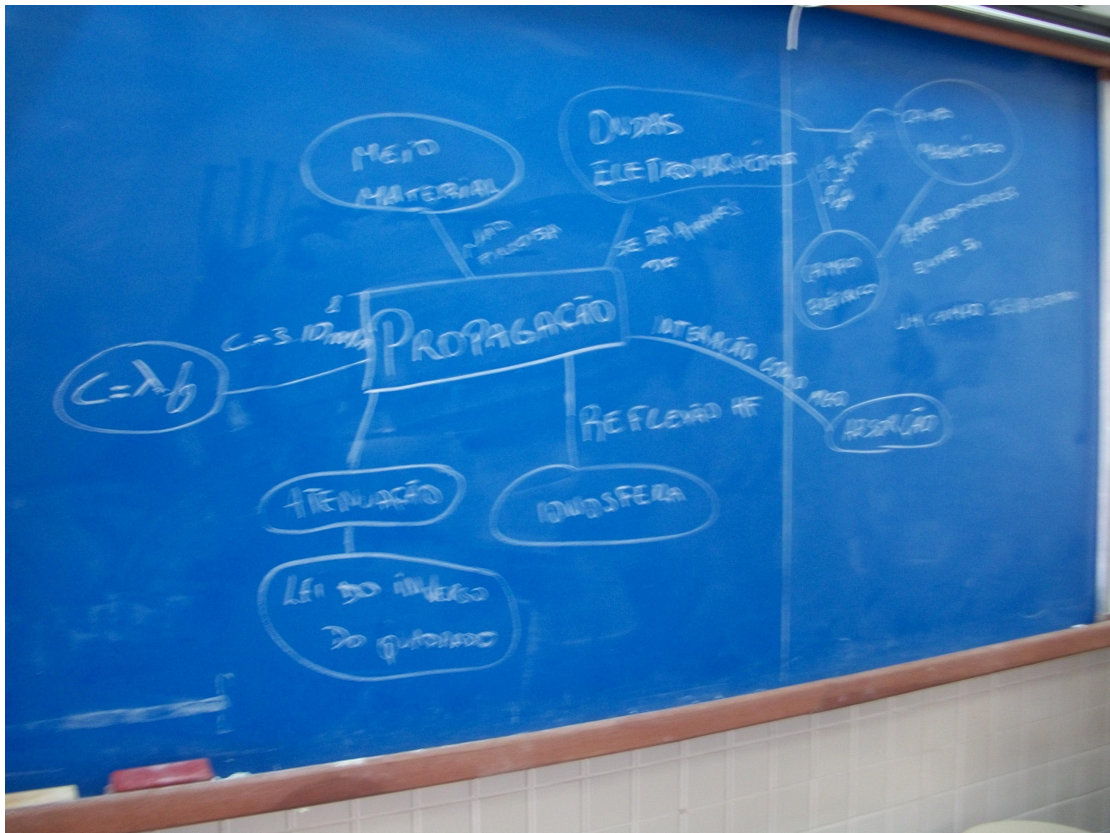


Figura 3: Mapa conceitual sobre propagação de ondas eletromagnéticas.

A Figura 3 apresenta um mapa conceitual que tem como conceito mais inclusivo propagação; como conceitos intermediários atenuação, ionosfera, ondas eletromagnéticas, meio material e absorção através da interação com o meio; como conceitos menos inclusivos, lei do inverso do quadrado, campo elétrico e magnético.

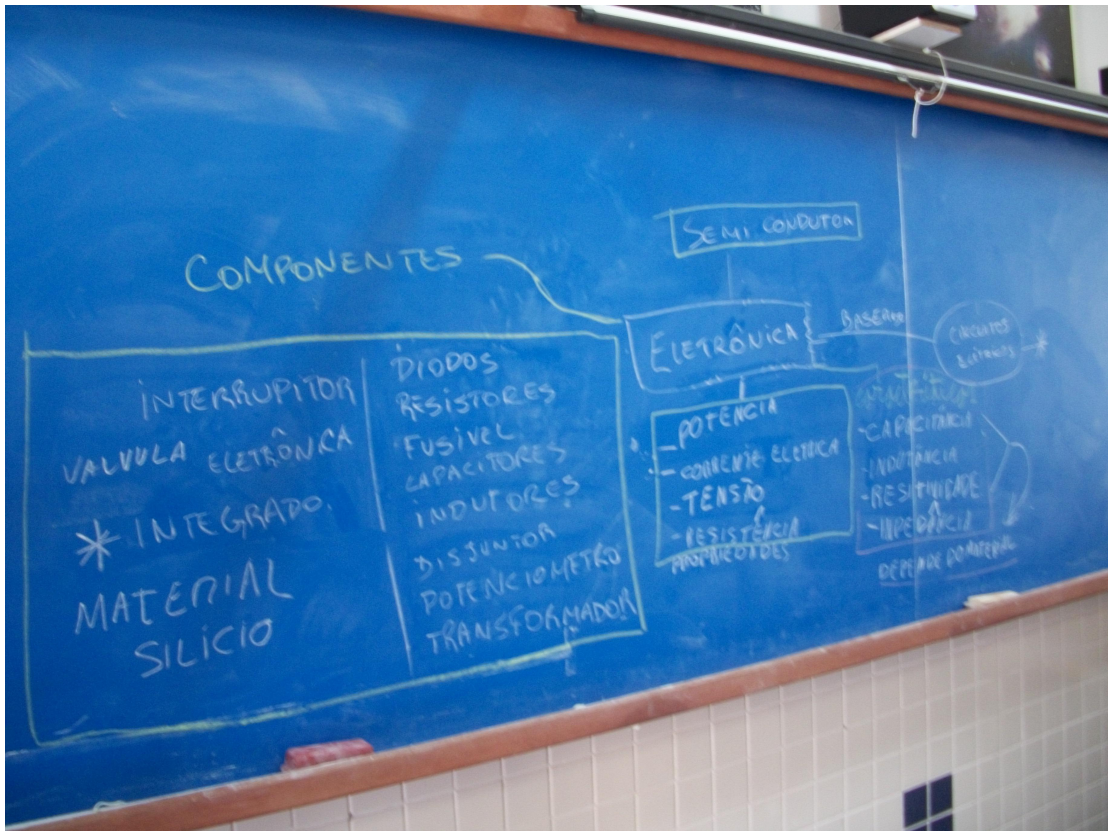


Figura 4: Mapa conceitual sobre eletricidade e eletrônica. (Na foto à direita.)

Na Figura 4 o conceito mais inclusivo é eletrônica; tendo como conceitos intermediários, semi-condutor, potência, corrente elétrica, tensão e resistência. Durante a construção do mapa conceitual da Figura 4 os alunos incluíram uma relação de componentes eletrônicos. Após chegarmos à conclusão de que esta relação não listava conceitos, foi decidido deixar a relação em separado, com o mapa conceitual à direita.

Para exemplificar a avaliação através da atividade de montagem de equipamentos pelos alunos, citamos o caso da antena dipolo. Durante sua instalação foi utilizado um wattímetro para medição da potência direta e da potência refletida. A antena terá sido construída com as dimensões corretas se, para determinada frequência a potência direta for máxima e a potência refletida for mínima. Fazendo a análise das medições do wattímetro chegou-se à conclusão de que a antena tinha um melhor rendimento em frequência abaixo daquela em que se desejava trafegar, ou seja, a antena estava “comprida demais”.

Após esta conclusão voltamos a estudar as características elétricas que determinam as dimensões das antenas em função da frequência de transmissão, e chegamos à conclusão de que as extremidades livres e as conexões com o isolador central haviam sido



superdimensionadas.

No último encontro do ano letivo houve uma apresentação conjunta dos clubes de Astronomia e de Radioamadores do CMPA, com o comparecimento de diversos convidados. Na ocasião, os alunos do Clube de Radioamadores do CMPA apresentaram a experiência de modulação em raio *laser* usando como sinal modulador a saída de áudio de um rádio portátil e como demodulador a entrada de áudio de um computador pessoal, e desenharam no quadro negro o esquema elétrico da experiência.

Pensamos que a estratégia deste projeto foi vitoriosa e percebemos isto desde o primeiro encontro com alunos que se mostraram muito interessados e dedicados às atividades do Clube de Radioamadores do CMPA, onde todas as atividades foram acompanhadas de explicações e discussões sobre os conceitos físicos envolvidos, sem se descuidar do tratamento matemático associado a cada assunto abordado. Entendemos como muito reveladora uma frase dita por um dos alunos ao final do encontro em que realizamos nosso primeiro contato rádio, sobre sua percepção do sentido de estudar Física. Se estávamos inseguros sobre a validade de nossa proposta, neste dia nos tornamos mais seguros.

Já na segunda semana de implantação do projeto um dos alunos criou um blog na internet com a finalidade de divulgação das atividades do Clube de Radioamadores do CMPA [8], onde também consta breve citação dos trabalhos de personagens da Física que contribuíram para o desenvolvimento da eletricidade e da eletrônica.

Durante a aplicação do projeto catorze alunos participaram dos encontros, alguns com maior, outros com menor frequência.

Abaixo transcrevemos três depoimentos de alunos que participaram da aplicação do projeto.

Depoimento do aluno A:

*“O Clube de Radioamadores do Colégio Militar de Porto Alegre no ano de 2010 foi de grande aprendizado. O nosso maior problema foi o tempo. Os encontros do clube estavam previstos para acontecerem todas as quintas-feiras das 14h até as 16h mas era comum estender-se até as 17h. Quando me tornei radioamador em 2009 eu pensava como um colégio do nível do CMPA não tinha um clube de radioamador, até que no dia 11 de agosto de 2010 vi no celotex que no outro dia teria o primeiro encontro do Clube de Radioamadores do Colégio Militar de Porto Alegre, então no dia 12 foi quando conheci o 1º Ten Bruscato. As grandes vantagens que esse tipo de clube traz são as oportunidades, como ter ido ao Rio de Janeiro representar a PY3CM e receber o prêmio do concurso verde amarelo. Não só pelas viagens mas como também ter a oportunidade de aprender a operar um*

*medidor de intensidade de campo. No meu ponto de vista o clube foi muito bom, apesar do pouco tempo mesmo pra mim que já sou radioamador, aprendi muitas coisas como na modulação de laser que eu já tinha tentado fazer em casa só que eu usei um LED de infravermelho mas não deu certo, depois do experimento que nós fizemos no clube e das explicações do professor Bruscato consegui fazer com o infravermelho. Eu estou com muitas expectativas para o ano de 2011 principalmente pela EME, earth moon earth, ou reflexão lunar.”*

#### Depoimento do aluno B:

*“Quando olhei o convite para entrar no Clube de Radioamadores do CMPA no site do colégio não fiquei muito interessado, pois achava que nele os alunos só ficariam falando no rádio o tempo todo, e eu não sou de falar muito. Mas lendo melhor as propostas li sobre atividades com eletrônica, o que me chamou para o clube pois eu seguirei essa área na minha carreira. Fui então para o clube desde o primeiro dia e continuei indo dentro do possível em quase todas as quintas-feiras tentando conciliar as atividades do clube com os estudos para o vestibular.*

*No início eu caí meio de para-quedas, pois eu não sabia bem o que era o radioamadorismo e pelo que eu sabia anteriormente achava que o rádio era uma tecnologia ultrapassada e que poucos usavam. Mas quando eu vi um rádio (transmissor) pela primeira vez, escutei as histórias do Ten Bruscato (de suas experiências profissionais pelo mundo) e as informações sobre a tradição do radioamadorismo, a utilização dele, o funcionamento básico do rádio e das antenas, depois de tudo isso me entusiasmei pelo clube e não foi só pela eletrônica. Comecei a gostar do radioamadorismo e ser seu fã como se fosse meu time de futebol.*

*Nos nossos vários encontros sempre aprendíamos cada vez mais: além de informações sobre o radioamadorismo, física, química, eletrônica, eletricidade, mecânica, aprendemos lições e experiências para a vida.*

*O Clube complementava as aulas de física muitas vezes passando o que tínhamos aprendido na sala de aula para a prática, tornando o estudo muito mais interessante. Realizamos várias atividades em 2010 como a construção de uma antena e a utilização dela para realizar nossos primeiros contatos com outros radioamadores; desmontagem de equipamentos e aparelhos para entender o seu funcionamento; modulação de raio laser para transmitir som para um receptor; construção de mapas conceituais sobre o assunto visto; além de aprender a usar vários equipamentos e ferramentas eletrônicas, elétricas e mecânicas.*

*Citei apenas algumas das várias atividades realizadas pois foram muitas atividades e citar todas iria levar um bom tempo. Além dos encontros coordenados pelo Ten Bruscato, recebemos várias visitas de radioamadores que nos ajudaram na realização de tarefas ou nos*

ministraram "palestras" sobre assuntos interessantes fazendo aprofundarmos mais ainda no radioamadorismo.

Depoimento do aluno C:

*“Uma das melhores e mais instrutivas atividades que tive em 2010 foi a participação no Clube de Radioamadores do CMPA. Em pleno terceiro ano, nada melhor do que um clube de alunos para ser usado como válvula de escape de toda a pressão sobre essa última etapa no colégio. Esse é um dos objetivos de todos os clubes do CMPA: uma atividade extraclasse visando o **entretenimento** entre os alunos. O objetivo principal, porém, é o **ensino** através dessa atividade, seja ele de História, Geografia, Matemática, Química ou Física. A grande dificuldade deve ser atrair os alunos para um clube que ensine Física (no nosso caso). Eu fui convidado por um colega a participar do clube em questão e de cara fiquei muito interessado em participar. Não sabia o que era radioamador, mas sabia o que era um rádio e gostaria de aprender qualquer coisa sobre isso, já até me imaginava mexendo em equipamentos ou até falando através de um rádio. Para confirmar minhas expectativas, no primeiro dia que fui ao clube já fizemos nossa primeira atividade prática: cortamos e depois emendamos um fio para fazermos uma extensão. Nessa atividade usamos alicates, chaves de fenda, ferro de solda, estilete, e outras ferramentas. Nada melhor do que isso para passar as tardes no Casarão. Fizemos inúmeras outras atividades práticas, como a criação de nossa antena dipolo; nossos contatos com radioamadores de São Paulo; nossas medições da intensidade do campo eletromagnético no colégio; nossos experimentos com o osciloscópio; entre outros. O principal é que aprendíamos a **prática** e a **teoria** de todas elas, com as palestras que recebemos e os mapas conceituais que nós mesmos criamos. Aprendemos vários assuntos relacionados à Física, tais como: circuitos elétricos, ondas, campos, eletricidade, magnetismo, eletrônica, e muitos outros assuntos discutidos nos encontros, como Física Moderna. Nós aprendíamos Física com diversão e prazer, eu contava os dias para chegar na quinta-feira e ir para o laboratório de Física às 14h para mais um encontro no clube. Nossas atividades foram **reconhecidas** e divulgadas no site do CMPA, disponíveis também no nosso blog (<http://cluberadioamadorcmpa.blogspot.com>). O nosso clube e blog já foram reconhecidos por várias pessoas também, recebemos muitos elogios pelo nosso **trabalho**. Só me resta dizer que foi um grande **prazer** e uma **honra** ter participado do clube. Tudo isso não seria possível sem o grande esforço do **Tenente Bruscato**, responsável e idealizador pelas atividades desenvolvidas no Clube de Radioamadores do Colégio Militar de Porto Alegre.”*

Penso que a ideia do nosso projeto, de criar uma proposta de ensino de Física diferenciada que pudesse motivar os alunos ao estudo contextualizado com aplicação prática dos conceitos físicos, pode contribuir significativamente para o desenvolvimento cognitivo, afetivo e psicomotor dos alunos. Os depoimentos acima são um indicativo da motivação neles produzida para o estudo da Física.

As partes dos depoimentos que fazem referência ao idealizador do projeto são pura bondade dos alunos.

Para nós foi uma dupla realização ter tido a possibilidade de realizar este trabalho. Primeiro por ter conduzido minha carreira profissional no Serviço Rádio do Exército Brasileiro por 21 anos sempre ligado às atividades de transmissão e recepção de sinais rádio, e em segundo lugar por pensar que a educação, onde o ensino da Física merece destaque, é o fator primordial para o desenvolvimento científico de nosso país.

Há várias perspectivas de continuidade de trabalho para o futuro; citamos algumas delas:

- a) Estudo, planejamento e construção de conjunto de antenas com a finalidade de realizar experiência de reflexão lunar.
- b) Estudo, planejamento e construção de estação de transmissão de TV em UHF, com área de abrangência nas dependências do CMPA.
- c) Formação específica para os alunos que desejarem obter a licença de radioamador junto à ANATEL.
- d) Participação de competições nacionais e internacionais de radioamadorismo.
- e) Consolidação das parcerias já iniciadas com instituições de ensino, tais como, IFRS campus Restinga e campus Canoas e Departamento de Engenharia Elétrica da UFRGS.
- f) Planejamento, coordenação e realização, em julho de 2012, de atividade radioamadorística em âmbito internacional por ocasião das comemorações do centenário do CMPA.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRASIL. Ministério das Comunicações (Ed.). **Agência Nacional de Telecomunicações**. Disponível em: <<http://www.anatel.gov.br>>. Acesso em: 2 nov. 2010.
2. RIO GRANDE DO SUL. Escola Técnica Estadual Parobé (Ed.). **Estação Rádio Py3mhz**. Disponível em: <<http://www.qsl.net/py3mhz/>>. Acesso em: 18 jun. 2010.
3. BRASIL. Colégio Militar de Porto Alegre. **Clube Radioamadores do CMPA - Convite**. Disponível em: <[http://www.cmpa.tche.br/index.php?option=com\\_content&task=view&id=2778&Itemid=2&lang=>](http://www.cmpa.tche.br/index.php?option=com_content&task=view&id=2778&Itemid=2&lang=>)>. Acesso em: 20 fev. 2011.
4. BATISTA, I. de L. O ensino de teorias físicas mediante uma estrutura histórico-filosófica. *Ciência e Educação*, Bauru, v. 10, n. 3, p. 461-476, 2004. Disponível em: <<http://www2.fc.unesp.br/cienciaeducacao/viewarticle.php?id=36&layout=abstract>>. Acesso em: 7 mar. 2011.
5. ROBILLOTA, M. R. O cinza, o branco e o preto: da relevância da história da ciência no ensino da física. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 5, p. 7-22, jun. 1988. n. especial.
6. VIEIRA JÚNIOR, Vanderlei Amaral. **Clube de Radioamadores do CMPA**. Disponível em: <<http://cluberadioamadorcmpa.blogspot.com>>. Acesso em: 7 mar. 2011.
7. CLÁUDIO JOSÉ DE HOLANDA CAVALCANTI (Brasil) (Ed.). **Revista Brasileira de Ensino de Física**. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/ojs/index.php/rbef>>. Acesso em: 3 abr. 2011.
8. SÔNIA SILVEIRA PEDUZZI (Brasil) (Ed.). **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/index>>. Acesso em: 3 abr. 2011.
9. AAPT (Usa) (Ed.). **The Physics Teacher**. Disponível em: <<http://tpt.aapt.org/>>. Acesso em: 3 abr. 2011.
10. LABRE (Brasil) (Org.). **Liga de Amadores Brasileiros de Rádio Emissão**. Disponível em: <<http://www.labre.org.br/>>. Acesso em: 3 abr. 2011.
11. JUAN PINHEIRO (Brasil) (Org.). **Escola e Casa de Radioamadores**. Disponível em: <<http://radioamadores.ning.com/>>. Acesso em: 9 mar. 2011.
12. ERAS (Brasil) (Org.). **Escola de Radioamadores do Alto Sertão**. Disponível em: <<http://escoladeradioamadoresdoaltosertao.blogspot.com/>>. Acesso em: 9 mar. 2011.
13. LABRE-DF (Brasil) (Org.). **Liga de Amadores Brasileiros de Rádio Emissão. Seção Regional do Distrito Federal**. Disponível em: <<http://www.labre-df.org/>>. Acesso em: 9 mar. 2011.

14. UEB-RJ (Brasil) (Org). **União dos Escoteiros do Brasil. Regional Rio de Janeiro.** Disponível em: <<http://radioescotismorj.com/site/>>. Acesso em: 10 mar. 2011.
15. LUÍSA DUTRA (Portugal) (Org.). **Agrupamento de Escolas de São Gonçalo: Radioamadorismo na Escola.** Disponível em: <<http://moodle.ag-sg.net/mod/forum/discuss.php?d=992>>. Acesso em: 10 mar. 2011.
16. PAULO CIPRIANO FERNANDES LOPES SOUSA (Portugal) (Org.). **Escola EB 2 de Gouveia: Radioamarismo Escolar.** Disponível em: <<http://cs2gva.blogspot.com/2009/07/campeonta-europeu-de-radioamadorismo.html>>. Acesso em: 10 mar. 2011.
17. ARGENTINA. Guillermo Descalzo. Acema (Org.). **Programa CanSat Argentina.** Disponível em: <<http://www.cansat.com.ar/>>. Acesso em: 10 mar. 2011.
18. La Radio y La Emisora (Org.). Colômbia. **Emisora Escolar.** Disponível em: <<http://www.slideshare.net/Uchiha Saite/la-radio-y-la-emisora-1719221>>. Acesso em: 10 mar. 2011.
19. BROOKE BOEN (Usa). Ariss (Ed.). **Amateur Radio on the Internacional Space Station.** Disponível em: <[http://www.nasa.gov/mission\\_pages/station/research/experiments/ARISS.html](http://www.nasa.gov/mission_pages/station/research/experiments/ARISS.html)>. Acesso em: 10 mar. 2011.
20. KAY C. CRAIGIE (Usa). Arrl (Ed.). **American Radio Relay League.** Disponível em: <<http://www.arrrl.org>>. Acesso em: 10 mar. 2011.
21. BARRY BAINES (Usa). Amsat (Org.). **Radio Amateur Satellite Corporation.** Disponível em: <<http://www.amsat.org/amsat-new/index.php>>. Acesso em: 10 mar. 2011.
22. MOREIRA, M. A. *Teorias de aprendizagem.* São Paulo: EPU, 1999.
23. MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel.* São Paulo: Moraes, 1982.
24. VYGOTSKY, L. S. *A formação social da mente.* São Paulo: Martins Fontes, 1984.
25. BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. (Ed.). **Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial.** Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/>>. Acesso em: 3 abr. 2011.
26. TIMOTHY S. ELLAM (Usa). Iaru (Org.). **Internacional Amateur Radio Union.** Disponível em: <<http://www.iaru.org/>>. Acesso em: 8 mar. 2011.
27. BRASIL. Ministério da Educação (Ed.). **Parâmetros Curriculares Nacionais. Ensino médio. 2000.** Disponível em: <[portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf](http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf)>. Acesso em: 31 mar. 2011.

28. BRASIL. Ministério da Educação. (Ed.) **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Disponível em:<[http://www.planalto.gov.br/civil\\_03/Leis/L9394.htm](http://www.planalto.gov.br/civil_03/Leis/L9394.htm)>. Acesso em: 31 mar. 2011.

## **Apêndice A**



MINISTÉRIO DA DEFESA  
EXÉRCITO BRASILEIRO  
D E C Ex – D E P A  
COLÉGIO MILITAR DE PORTO ALEGRE  
“COLÉGIO CASARÃO DA VÁRZEA”  
ESTAÇÃO RADIOAMADORA PY3CM

SEGURANÇA COM FERRAMENTAS MANUAIS

Prof. Gentil César Bruscato

Porto Alegre

2010

## 1. INTRODUÇÃO

O que é uma ferramenta? É uma denominação genérica para instrumentos ou utensílios usados em trabalhos que ampliam e diversificam a eficácia das mãos, proporcionando maior força e precisão na atividade realizada.

As ferramentas manuais são consideradas um prolongamento das mãos humanas. Devido ao fácil acesso e manuseio das ferramentas, é frequente pessoas se acidentarem por ignorar conhecimentos técnicos e cuidados quanto à sua aplicação.

Geralmente os acidentes são de pouca gravidade. Por isso, não é muito comum receberem a atenção devida e o conseqüente tratamento adequado. Se algum acidente ocorrer em seu laboratório um professor deverá ser comunicado, para avaliar as providências a serem tomadas.

## 2. PRINCIPAIS CAUSAS DE ACIDENTES E COMO EVITÁ-LOS

- Falta de treinamento.
- Método incorreto de trabalho.
- Improvisação de ferramentas.
- Falta de concentração na atividade.
- Ferramentas danificadas.
- Falta de organização e conservação.
- Falta do uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI).
- Falta de planejamento da atividade.

Para se evitar acidentes, você deve tomar as precauções seguintes.

- Use sempre ferramentas adequadas e apropriadas para a atividade.
- Nunca utilize ferramentas gastas ou defeituosas. Solicite reparo ou troca quando danificadas.
- Não improvise e não force ferramentas manuais em direção a partes cortantes. Se isto for inevitável, proteja o material cortante.
- Conscientize-se de que trabalhar com segurança e concentração é uma necessidade.
- Inspecione as ferramentas, verificando suas condições, antes da utilização.
- Após o término da atividade, mantenha as ferramentas limpas e guardadas de maneira organizada.
- Quando necessário, o uso das ferramentas manuais deve ser acompanhado de EPI.

- Planeje antecipadamente como realizar o trabalho de maneira correta e com a ferramenta adequada, eliminando as possibilidades de acidentes.

Há uma causa de acidentes que merece especial atenção. É o chamado ato inseguro.

Algumas atitudes classificadas como ato inseguro são listadas abaixo e devem ser evitadas.

1. Operar equipamento sem autorização.
2. Utilizar equipamento de maneira imprópria ou operar em velocidades inseguras.
3. Usar equipamento sabidamente inseguro.
4. Lubrificar, limpar, regular ou consertar máquinas em movimento, energizadas ou sob pressão.
5. Utilizar ferramenta imprópria ou deixar de utilizar a ferramenta própria.
6. Tornar inoperantes ou inseguros os dispositivos de segurança.
7. Usar mãos e outras partes do corpo impropriamente.
8. Assumir posição ou postura insegura.
9. Fazer brincadeiras durante a atividade.
10. Não usar o EPI disponível.
11. Descuidar-se no caminhar e na observação do ambiente.
12. Deixar de prender, desligar, sinalizar, os equipamentos.

Mais detalhes sobre segurança com ferramentas manuais podem ser encontrados em [1]. Um material de boa qualidade é o vídeo sobre “Segurança no uso de ferramentas manuais” produzido pela empresa de ferramentas Tramontina [2].

### 3. PRINCIPAIS FERRAMENTAS UTILIZADAS NA ESTAÇÃO RÁDIO

- a. Chave de fenda.
- b. Chave Phillips.
- c. Alicate universal.
- d. Alicate de corte.
- e. Alicate de bico.
- f. Alicate de pressão.
- g. Chave de encaixe tipo estrela.
- h. Chave de encaixe tipo boca.
- i. Ferro de solda.

Para todas as ferramentas utilizadas deve-se atentar para o dimensionamento correto em função de seu emprego. Por exemplo, assim como não se deve utilizar uma chave de fenda pequena em um parafuso grande não se pode utilizar um alicate de pressão para segurar um transistor, pois pode-se danificar o componente.

O emprego do ferro de solda requer especial atenção, não só quanto à sua potência em função do material a ser soldado, assim como temos que ter cuidado com os vapores exalados pelo material utilizado para a solda, durante a sua fusão no processo de soldagem. O operador do ferro de solda deve postar-se de tal maneira que os vapores resultantes da fusão não sejam por ele inalados.

Obs: Os vapores provenientes do processo de soldagem durante a fusão da liga metálica (temperatura necessária de 183°C), são resultantes da vaporização do fluxo interno de pasta limpadora de contato elétrico, não sendo vapores do estanho ou do chumbo, que possuem ponto de ebulição de 2602°C (estanho) e 1749°C (chumbo), muito mais altos do que a temperatura do ferro de solda que atinge em torno de 350°C.

A solda para material eletro-eletrônico utilizada na estação rádio é constituída de uma liga metálica de baixo ponto de fusão, geralmente de estanho (60%) e chumbo (40%), que é comercializada na forma de fios enrolados em carretéis.

#### 4. CONCLUSÃO

A segurança com as ferramentas manuais requer cuidados importantes para que o trabalho na estação rádio se desenvolva com eficiência e segurança para todos os envolvidos nas atividades. As determinações desta apostila devem ser observadas por todos os alunos, professores e colaboradores.

#### 5. REFERÊNCIAS

1. BRASIL. Ufrj. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (Org.). **Risco no Uso de Ferramentas Manuais**. Disponível em: <<http://www.ufrj.br/institutos/it/de/acidentes/ferman/htm>>. Acesso em: 20 fev. 2010.
2. TRAMONTINA (Brasil) (Org.). **Segurança no Uso de Ferramentas Manuais**. Disponível em: <[www.youtube.com/watch?v=TldMFSu4Y2I](http://www.youtube.com/watch?v=TldMFSu4Y2I)>. Acesso em: 20 fev. 2010.

## **Apêndice B**

MINISTÉRIO DA DEFESA  
EXÉRCITO BRASILEIRO  
D E C Ex – D E P A  
COLÉGIO MILITAR DE PORTO ALEGRE  
“COLÉGIO CASARÃO DA VÁRZEA”  
ESTAÇÃO RADIOAMADORA PY3CM

NORMAS BÁSICAS DE SEGURANÇA EM ELETRICIDADE

Prof. Gentil César Bruscato

Porto Alegre

2010

A presente apostila visa dar informações básicas sobre normas de segurança em trabalhos com eletricidade a baixa tensão, isto é, atividades com níveis de diferença de potencial de até 220 volts.

Este material é um extrato do manual “Segurança em eletricidade: Normas de conduta em experimentos com risco potencial de acidente”, produzido pelo Departamento de Engenharia Elétrica – DEE da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – FEIS da Universidade Estadual Paulista – UNESP, em fevereiro de 2006 [1]. A norma NBR 5410 do Inmetro, apresentada em [2], também merece atenção.

## 1. INTRODUÇÃO

O uso da eletricidade está presente de maneira intensa em nosso modo de vida. Não há como nos imaginar vivendo sem todos os confortos e serviços proporcionados pela corrente elétrica. Este intenso contato com aparelhos elétricos exige precauções pelos riscos que podem representar à saúde humana.

Negligência de normas de segurança e descuido com o uso de equipamentos elétricos podem ser evitados através do ensino das práticas corretas de manuseio e conscientização sobre o risco envolvido.

Esta apostila tem o objetivo de informar os alunos e professores da Estação Radioamadora do Colégio Militar de Porto Alegre sobre a importância da segurança no manuseio da eletricidade, conscientizar quanto ao cumprimento de medidas de prevenção para reduzir, eliminar e neutralizar os riscos de acidentes que possam ocorrer, possibilitar a identificação, reconhecimento e comunicação das condições de risco e atitudes inseguras no ambiente da estação radioamadora, disseminar um padrão de comportamento favorável à melhoria da qualidade de ensino e eliminação de acidentes.

## 2. PRINCÍPIOS BÁSICOS DA ELETRICIDADE

Um circuito elétrico se caracteriza principalmente por uma diferença de potencial ou tensão, uma intensidade de corrente elétrica e pela resistência de seus elementos. Assim, quando uma tensão elétrica é aplicada diretamente sobre o corpo humano, forma-se um circuito elétrico, ocorrendo a circulação de uma corrente de acordo com o valor da sua resistência elétrica. Cada pessoa possui um valor de resistência elétrica corporal; esta particularidade é que faz com que os efeitos do choque elétrico sejam sentidos de maneira

diferente por cada pessoa.

O coração e o cérebro são os órgãos mais sensíveis ao choque elétrico. O trajeto percorrido pela corrente elétrica no corpo tem grande influência sobre os efeitos causados nesses órgãos.

A tensão comumente é medida em volts (V) e, quanto maior o seu valor, maior será a quantidade de corrente elétrica passando através do corpo.

A intensidade de corrente é comumente medida em ampères (A), e é definida como a quantidade de “eletricidade” que passa por um condutor em 1 segundo.

A resistência elétrica é comumente medida em ohms ( $\Omega$ ). A resistência se opõe à passagem da corrente e, quanto maior a resistência, menor será a facilidade de passagem da corrente.

### 2.1. O Choque Elétrico

A reação do organismo à passagem da corrente elétrica pelo corpo é caracterizada como choque elétrico. O que torna a eletricidade mais perigosa do que outros riscos físicos como, por exemplo, a temperatura e o ruído, é que ela só é percebida pelo organismo tarde demais, quando o corpo já se encontra sob sua ação.

O corpo humano é um condutor de eletricidade. A resistência elétrica que o corpo humano oferece à passagem da corrente elétrica é quase que exclusivamente devida à camada externa da pele, que é constituída de células mortas. Quando a pele está seca, a resistência é maior; porém, quando ela se encontra úmida (condição mais facilmente encontrada na prática), a resistência elétrica do corpo decai sensivelmente.

É importante alertar que os riscos do choque elétrico e os seus efeitos estão diretamente relacionados aos valores das tensões da instalação. No caso da Estação Radioamadora do CMPA os valores de tensão instalados são baixos, com prioridade para 110 V, sendo que somente serão utilizados equipamentos de 220 V na impossibilidade de se trabalhar com tensões menores.

Como resultado de um choque elétrico pode-se ter sensações que envolvem desde um leve formigamento, até contrações musculares dolorosas, podendo ocorrer lesão muscular e, até mesmo, parada cardíaca. A intensidade de um choque elétrico depende, basicamente, dos seguintes fatores:

- Nível de tensão.
- Corrente elétrica fluindo através da pessoa.
- Resistência do corpo humano.



- Duração do choque.
- Trajeto da corrente.

A seguir, são exemplificadas algumas situações de risco cujas consequências dependem do percurso da corrente pelo corpo:

- O caso de um dos pés estar em contato com um condutor eletrizado, e o outro estar no terra, não é tão grave pois não há fluxo de corrente pelo coração.
- Quando uma das mãos está em contato com um condutor energizado e os pés estão em contato com a terra, ocorre atuação da corrente elétrica sobre o diafragma (músculo respiratório localizado entre o tórax e o abdome). Trata-se de um percurso muito perigoso.
- Se o percurso ocorre entre as duas mãos em contato com condutores sob tensão (fase e neutro), e atravessa o corpo, a corrente flui pelo tórax e pode atingir centros nervosos que controlam a respiração, bem como o coração.

### 3. TIPOS MAIS COMUNS DE CHOQUES ELÉTRICOS

As situações mais comuns envolvendo choques elétricos são aquelas em que há contato das pessoas com condutores energizados, como o fio fase energizado e o fio neutro, o fio fase energizado e a terra (superfícies que possibilitem a condução da energia elétrica) ou dois fios fase energizados.

É comum acontecer acidentes ao se realizar pequenos reparos em tomadas, flechas, cabos rompidos, etc, se, por negligência, não ocorrer o desligamento da rede elétrica.

Para realizar qualquer trabalho de conserto, manutenção, instalação ou revisão de equipamentos elétricos é **indispensável desligar a energia elétrica**, para se ter toda segurança necessária.

O fio neutro da tomada não deve ser utilizado como se fosse fio de aterramento. Nas ligações de equipamentos com fio terra há situações em que existe uma diferença de potencial considerável entre o fio terra e o neutro da tomada. Pela mesma razão deve-se evitar o contato com o fio terra e o fio neutro quando há equipamentos energizados ligados ao circuito.

### 4. PRIMEIROS SOCORROS ÀS VÍTIMAS DE CHOQUE ELÉTRICO

As chances de salvamento da vítima de choque elétrico diminuem com o passar de

alguns minutos. Pesquisas realizadas apresentam chances de salvamento em função do número de minutos decorridos do choque aparentemente mortal. Esperar a chegada de assistência médica para socorrer a vítima pode ser fatal. Faz-se necessária a aplicação de técnicas de primeiros socorros por pessoa que esteja nas proximidades.

A primeira providência é livrar a vítima da corrente elétrica, com a máxima segurança e rapidez possível. Caso não haja um interruptor disponível próximo do local do acidente utilize um material isolante como bastão de madeira ou de material plástico para afastar o fio da vítima. **Nunca afaste o fio com as próprias mãos ou com objeto metálico**; esta atitude pode fazer com que mais pessoas venham a se envolver no acidente, só piorando as condições de salvamento e socorro às vítimas.

Para aumentar as chances de salvamento da vítima de choque elétrico, ao mesmo tempo em que uma pessoa chama auxílio médico, outras pessoas devem iniciar os procedimentos de reanimação, caso seja necessário.

Após livrar a vítima da energia elétrica verifique se há respiração e batimentos cardíacos. Caso algum destes sinais vitais esteja ausente, deve-se iniciar imediatamente algumas técnicas de reanimação.

## 5. TÉCNICAS DE REANIMAÇÃO

### a. Método de “Holger e Nielsen”:

Este método consiste em um conjunto de **manobras mecânicas** por meio das quais o ar, em ritmo certo e determinado, é forçado a entrar e sair alternadamente dos pulmões. As instruções gerais referentes à aplicação desse método são as seguintes:

1. Deite o paciente de bruços, com a cabeça apoiada nas mãos, uma sobre a outra, e o rosto voltado para um dos lados para que o nariz e a boca possam respirar.

2. Ajoelhe-se junto à cabeça da vítima e espalme as mãos em suas costas. Os pulsos devem ficar à altura de uma linha imaginária que ligue as axilas.

3. Movimente-se vagarosamente para a frente até que seus braços estejam quase verticais. Aumente a pressão gradativamente. Ajuste o peso de seu corpo sobre as costas da vítima e não faça um movimento brusco de compressão final.

4. Deslize as mãos sobre as costas da vítima, em direção à cabeça até a altura dos braços.

5. Segure os cotovelos da vítima e levante seus braços para trás até sentir a resistência máxima dos ombros.

Ritmo de respiração de socorro: 12 vezes por minuto.

b. Método da respiração artificial “boca a boca”:

1. Deite a vítima da costas com os braços estendidos.
2. Restabeleça a respiração: coloque uma mão na nuca do acidentado e a outra na testa, e incline a cabeça da vítima para trás.
3. Com o polegar e o indicador aperte o nariz da vítima, para evitar a saída do ar.
4. Encha os pulmões de ar.
5. Cubra a boca da vítima com a sua boca, não deixando o ar sair.
6. Sopre até ver o peito se erguer.
7. Solte as narinas da vítima e afaste os lábios de sua boca para sair o ar.
8. Repita esta operação, na razão de 13 a 16 vezes por minuto.
9. Continue aplicando este método até que a vítima respire por si mesma.
10. Aplicada a respiração artificial pelo espaço aproximado de 1 minuto, sem que a vítima dê sinais de vida, poderá tratar-se de um caso de parada cardíaca.

c. Para verificar se houve parada cardíaca, existem 2 processos :

1. Pressione levemente, com as pontas dos dedos indicador e médio, a carótida, quase localizada no pescoço, junto ao pomo de Adão (gogó).
2. Levante a pálpebra de um dos olhos da vítima. Se a pupila (menina dos olhos) se contrair, é sinal que o coração está funcionando, caso contrário (se a pupila permanecer dilatada, isto é, sem reação), é sinal de que houve uma parada cardíaca.

d. Ocorrendo a parada cardíaca:

Deve-se aplicar, sem perda de tempo, a respiração artificial e a massagem cardíaca, conjugadas.

1. Esta massagem deve ser aplicada sobre o coração, que está localizado no centro do tórax entre o esterno e a coluna vertebral.
2. Colocar as 2 mãos sobrepostas na metade inferior do esterno.
3. Pressionar, com suficiente vigor, para fazer abaixar o centro do tórax, de 3 a 4 cm. Somente uma parte da mão deve fazer pressão, e os dedos devem ficar levantados do tórax.
4. Repetir a operação: 15 massagens cardíacas e 2 respirações artificiais, até a

chegada de um médico.

## 6. CUIDADOS COM CIRCUITOS DE EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS

- a. Não altere as conexões das máquinas/transformadores e não solte ou conecte fios condutores das máquinas/transformadores ou dos instrumentos de medida quando os circuitos estiverem energizados, exceto sob instrução do professor ou técnico responsável. A abertura de um circuito indutivo pode provocar sobretensões de milhares de volts.
- b. Em circuitos de elevada corrente elétrica, certifique-se de que os condutores e terminais são adequados e se os contatos elétricos estão em bom estado.
- c. Pessoas de cabelo comprido devem conservá-lo amarrado para evitar que o mesmo entre em contato com as partes energizadas (o cabelo humano é condutor de eletricidade).
- d. Improvisações no uso de ferramentas manuais utilizadas para outras finalidades, diferentes daquelas a que se destinam, podem se tornar perigosas. Certifique-se de que está usando a ferramenta correta. Por exemplo, não use alicate como martelo ou como chave fixa, chave de fenda como alavanca, etc.
- e. Faça as conexões elétricas dos circuitos com o painel de alimentação desligado.
- f. Conexões com amperímetros e osciloscópios devem ser motivo de grande atenção, para se realizar corretamente as ligações.
- g. Sempre comparecer calçado às atividades da estação rádio com tênis ou sapato, de preferência com solado de borracha.
- h. Correntes e objetos pendentes no pescoço ou no pulso não devem ser utilizados, para evitar contato com as partes energizadas dos equipamentos ligados.

## 7. CONDUTA PESSOAL

- a. A cortesia, o respeito e a colaboração aos colegas de trabalho, contribuem para o bom andamento do serviço e a prevenção de acidentes. As brincadeiras, durante o trabalho, são muito perigosas, pois podem provocar acidentes graves além de brigas e discussões entre os colegas. Portanto, como regra geral, deve-se evitar qualquer tipo de brincadeira durante a execução dos trabalhos na estação rádio.
- b. A organização das bancadas e das montagens é de grande importância na

prevenção de acidentes.

## 8. PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO

O fogo sempre começa em pequenos focos. Diante deste fato, é importante que algumas regras básicas sejam observadas para evitar grandes catástrofes:

- a. Avise o técnico ou professor imediatamente.
- b. Procure impedir a propagação do fogo combatendo as chamas no estágio inicial. Utilize o recurso mais próximo, que pode ser: extintor de incêndio, água, areia, panos molhados, etc.
- c. Utilize o equipamento adequado de combate ao fogo. Não utilize água para apagar incêndio em rede elétrica; é necessário, primeiro, desligar a energia elétrica.
- d. Não hesite em usar o extintor, seguindo as instruções contidas no corpo da peça.
- e. Nunca utilize água ou espuma em material elétrico. Os tipos de extintores que podem ser utilizados em eletricidade são os de gás carbônico e o de pó químico seco.

## 9. CONCLUSÃO

A segurança no manuseio de equipamentos elétricos requer cuidados constantes para se realizar as atividades com a maior segurança possível. O principal que se espera dos participantes dos trabalhos na Estação Radioamadora PY3CM é atitude responsável e atenção.

A maneira como se conduzir ao operar com equipamentos elétricos não é aquela com que estamos habituados no nosso dia a dia; portanto, são necessários cuidados permanentes para se evitar acidentes. Procure seguir as orientações da presente apostila em todas as circunstâncias de manejo com os materiais elétricos.

Deixamos como última orientação os seguintes lembretes de segurança.

- Pense em segurança sempre que a tensão ultrapassar 12 V.
- Não opere circuitos energizados.
- Use sapatos com sola isolante (quando a eletricidade estática não for problema).
- Em situações inevitáveis, use apenas uma mão ao operar em circuitos energizados (recomenda-se, novamente: não operar circuitos energizados).

- Aprenda primeiros socorros.
- Evite trabalhar sozinho.
- Adquira o hábito e a consciência de trabalhar com a máxima segurança em qualquer local onde se encontre.
- Todas as regras de segurança devem ser lidas, entendidas e obedecidas.
- Adquira o hábito de ficar atento, para qualquer anormalidade que encontre na estação rádio.
- Quando tiver qualquer dúvida sobre a execução do seu trabalho com segurança, procure o professor ou técnico de laboratório.

## 10. REFERÊNCIAS

1. SÃO PAULO. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Unesp (Org.). **Normas de Conduta em Experimentos**. Disponível em: <[http://www.dee.feis.unesp.br/graduacao/disciplinas/ele0941/arquivos/normas\\_conduta\\_laboratorio\\_ensino.pdf](http://www.dee.feis.unesp.br/graduacao/disciplinas/ele0941/arquivos/normas_conduta_laboratorio_ensino.pdf)>. Acesso em: 20 fev. 2010.
2. BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio. Inmetro (Org.). **Instalações Elétrica de Baixa Tensão**. <<http://www.inmetro.gov.br/painelsetorial/palestras/PalestraNBR5410.pdf>> .Acessado em 28 de fevereiro de 2010.

## **Apêndice C**

MINISTÉRIO DA DEFESA  
EXÉRCITO BRASILEIRO  
D E C Ex – D E P A  
COLÉGIO MILITAR DE PORTO ALEGRE  
“COLÉGIO CASARÃO DA VÁRZEA”  
ESTAÇÃO RADIOAMADORA PY3CM

MONTAGEM DE BANCADAS PARA ELETRÔNICA

Prof. Gentil César Bruscato

Porto Alegre

2010



## 1. INTRODUÇÃO

Para a efetiva execução dos trabalhos realizados na Estação Radioamadora do CMPA foi necessária a existência de local apropriado para as atividades de manutenção dos equipamentos, dentro de parâmetros de segurança, praticidade e conforto dos envolvidos.

Para atender a esta necessidade utilizamos bancadas para eletrônica. Mas, o que é uma bancada? É uma estrutura em forma de mesa especialmente preparada para realização de trabalhos gerais. Há bancadas para diversos tipos de atividade, tais como, mecânica, marcenaria, serralheria, elétrica, agricultura, hospitalares, eletrônica, etc.

Deter-nos-emos no processo de montagem da bancada para eletrônica, que é o tipo de atividade com que se trabalha na estação rádio. A bancada pode ser construída com madeira ou metal, tratando-se de estrutura fixa com a finalidade de montagem, conserto, manutenção e teste dos variados equipamentos eletrônicos presentes na estação rádio. Além da parte estrutural, fazem-se necessários alguns acessórios, que podem variar em função de atividades específicas mas que, de maneira geral, constam de: tomadas elétricas, fonte de alimentação em corrente contínua, conectores de antena, lâmpadas para iluminação satisfatória, aterramento, tampo com material isolante, etc.

## 2. BANCADA

Entende-se por "bancada de eletrônica" o espaço físico ocupado por ferramentas, equipamentos e componentes durante a realização de um projeto/trabalho. Muitos têm espaço em suas casas para a instalação de uma bancada, porém outros não. Neste caso uma simples "escrivanhinha" no quarto pode ser uma boa solução e, caso esta seja também inviável, o uso da mesa da cozinha será inevitável. Para esta última alternativa, a dica é proteger bem a mesa com borracha ou mesmo lona plástica, facilmente obtida em casas especializadas em forrações [1].

As bancadas da Estação Radioamadora do Colégio Militar de Porto Alegre serão construídas com tomadas do novo padrão brasileiro de acordo com a norma NBR 14136, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), mostradas na Figura 1, com 10 A de intensidade de corrente e 250 V de diferença de potencial, máximos, e disjuntores de segurança eletromecânicos de 15 A.

Para uma iluminação adequada das bancadas, serão utilizadas lâmpadas fluorescentes, que minimizam o aquecimento. Uma típica bancada de eletrônica é mostrada na Figura 2.

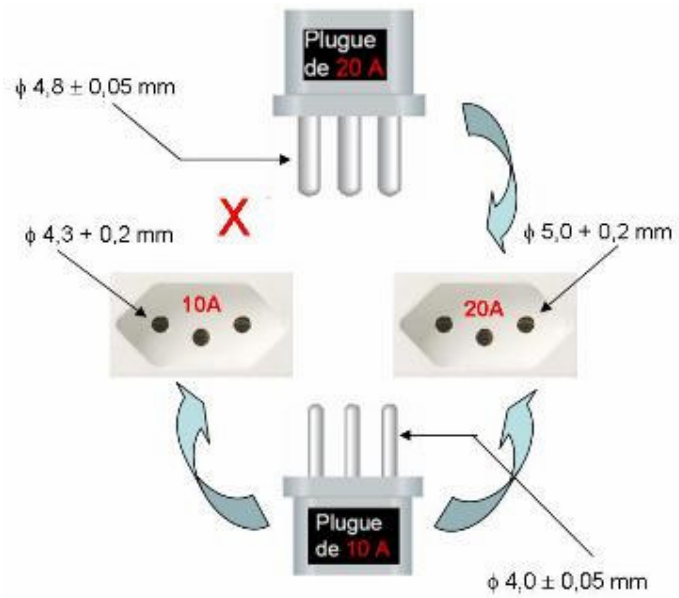


Figura 1: Plugs e tomadas padrão NBR 14136 [2].



Figura 2: Bancada hobista [1]

### 3. DISJUNTOR

O disjuntor é um equipamento elétrico utilizado para proporcionar segurança contra defeitos nas instalações elétricas relacionados a consumo excessivo de corrente. Os principais defeitos elétricos que requerem a ação do disjuntor são: curto-circuito das instalações, equipamentos de alto consumo ligados em fiação inadequada, ligação na rede elétrica de equipamento calibrado para tensão inferior à projetada para a rede (por exemplo, ligar à rede de 220 V equipamento calibrado para tensão 120 V).

*Disjuntor é um dispositivo eletromecânico que permite proteger uma determinada instalação elétrica contra sobre-intensidades (curto-circuitos ou sobrecargas).*

*Sua principal característica é a capacidade de poder ser rearmado manualmente quando esses tipos de defeitos ocorrem, diferindo do fusível, que tem a mesma função, mas que fica inutilizado depois de proteger a instalação. Assim, o disjuntor interrompe a corrente em uma instalação elétrica antes que os efeitos térmicos e mecânicos desta corrente possam se tornar perigosos às próprias instalações. Por esse motivo, ele serve tanto como dispositivo de manobra como de proteção de circuitos elétricos.*

*Atualmente é muito utilizado em instalações elétricas residenciais e comerciais o disjuntor magnetotérmico ou termomagnético, como é chamado no Brasil [3].*

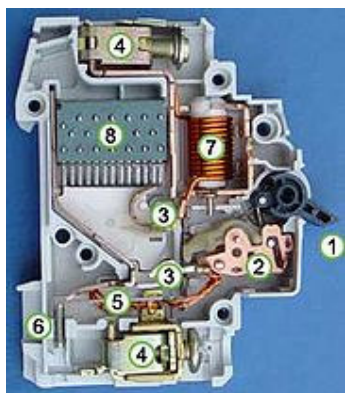


Figura 3 : Disjuntor termomagnético [3].

Basicamente um disjuntor termomagnético compõe-se das seguintes partes (ver Figura 3).

1. Atuador – é o interruptor utilizado para ligar, desligar ou rearmar manualmente o disjuntor. Possui indicador da posição de ligado ou desligado. A maioria dos disjuntores é projetada para desfazer o contato elétrico mesmo que se trave o atuador.

2. Mecanismo atuador - esta é a peça que atua sobre os contatos elétricos permitindo fechar ou abrir estes contatos.

3. Contatos – componentes que efetivamente realizam a condução, quando ligados, ou o bloqueio, quando desligados, da corrente elétrica.

4. Terminais – locais do disjuntor onde são ligados os fios por onde flui a corrente elétrica que se pretende controlar.

5. Trip bimetálico – contato bimetálico que atua como último recurso de desligamento do sistema caso o disjuntor permita passagem de corrente acima do nível de proteção por um tempo demasiado. A passagem de intensidade de corrente excessiva pelo disjuntor aquece o contato bimetálico ocasionando a separação dos diferentes metais e desfazendo o contato.

6. Parafuso calibrador – possibilita um ajuste fino, por parte do fabricante, na corrente de desligamento do contato bimetálico.

7. Solenóide – é através do solenóide que ocorre o desarme “normal” do disjuntor quando ocorre excesso de corrente entre os terminais do disjuntor.

8. Extintor de arco – extingue o arco voltaico formado entre os contatos no momento da separação destes.

#### 4. FIOS E CABOS ELÉTRICOS

Os fios e cabos elétricos são confeccionados com material metálico condutor de eletricidade, podendo ser cabos isolados ou não, dependendo de sua aplicação. Normalmente os cabos de fornecimento de energia elétrica da rede externa às casas e indústrias são fios elétricos sem capa protetora, o que se chama de isolamento. Já os cabos e fios elétricos utilizados na rede interna são isolados para se evitar curto-circuito e choques elétricos.

Os metais mais utilizados, nos cabos, são o cobre e o alumínio, sendo que a maioria dos fios elétricos é de cobre, por diversos motivos, tais como, condutibilidade elétrica e resistência mecânica.

Os fios e cabos utilizados em eletricidade devem ser escolhidos de acordo com a finalidade a que se destinam. Para a construção das bancadas da estação rádio usaremos, basicamente, cordão flexível paralelo, de cobre, com 2,5 mm<sup>2</sup> de área de seção transversal e 300 volts de tensão máxima.

A área da seção transversal do fio elétrico determina a intensidade de corrente máxima permitida para aquele calibre de fio; quanto maior a área, maior a corrente. Para o caso do fio flexível paralelo de 2,5 mm<sup>2</sup> a corrente máxima é de 20 ampères. As normas NBR 5111 e NBR NM-280, ambas da ABNT [4], definem os valores máximos de corrente para todos os fios e cabos elétricos fabricados no Brasil.

Durante a construção das tomadas e flechas, componentes da bancada e das extensões necessárias na estação rádio, faz-se necessário especial cuidado com a manipulação dos fios e cabos elétricos nos seguintes aspectos:

- a. Nunca manipular fios e cabos conectados à rede elétrica.
- b. Como os fios e cabos são isolados com camada de material plástico, deve-se tomar o cuidado de, ao descascar os fios, não danificar o metal condutor. Caso ocorra o rompimento de alguns dos fios flexíveis que compõem o cabo, deve-se efetuar o corte do cabo de maneira a iniciar novo procedimento de decapagem visando manter a integridade total dos fios flexíveis que compõem o cabo.
- c. Para a montagem das tomadas e flechas deve-se aplicar solda eletrônica nas extremidades do cabo. Por ser material relativamente maleável, ao se atarraxar o parafuso de presilha a solda se molda levemente ao parafuso, provendo um contato mais efetivo entre a extremidade do cabo e a flecha ou tomada.
- d. Para a confecção de emendas em cabos paralelos deve-se evitar que as emendas fiquem alinhadas. Isto diminui a probabilidade de um curto-circuito, que pode vir a ocorrer caso haja falha no isolamento e a emenda venha a ficar exposta. Também se orienta aplicar solda eletrônica nas emendas com a finalidade de aumentar a resistência mecânica.

## 5. CONCLUSÃO

A bancada é o local onde se opera e se efetua a manutenção dos equipamentos da estação rádio. A correta construção das bancadas visa oferecer segurança, funcionalidade e conforto aos alunos e professores.

Buscando sempre otimizar os procedimentos realizados, todos os participantes das atividades da estação devem, de maneira continuada e responsável, buscar novas propostas que visem melhorar as condições de trabalho e operação nas bancadas.

Não é proposta desta apostila definir um modelo específico de bancada, por haver diversos fatores que influenciam na definição detalhada de sua construção, mas sim orientar

sobre fatores básicos como tomadas, calibre de fios, utilização de sistemas de segurança, etc, que devem ser seguidos para uma primeira montagem.

## 6. REFERÊNCIAS

1. SOARES, Márcio José. **A bancada do hobista**. Disponível em: <[http://www.amerobotics.com.br/eletronica/bancada\\_dicas.htm](http://www.amerobotics.com.br/eletronica/bancada_dicas.htm)>. Acesso em: 13 mar. 2010.
2. INDÚSTRIAS SIEMENS (Brasil). Siemens Brasil (Org.). **Novo padrão brasileiro de tomadas**. Disponível em: <<http://www.siemens.com.br/templates/coluna1.aspx?channel=7425>>. Acesso em: 22 mar. 2010.
3. WIKIPÉDIA (Inglaterra) (Org.). **Disjuntor eletromecânico**. Disponível em: <[http://pt.wikipedia.org/wiki/Disjuntor\\_termomagn%C3%A9tico](http://pt.wikipedia.org/wiki/Disjuntor_termomagn%C3%A9tico)>. Acesso em: 7 abr. 2010.
4. ALLCAB FIOS E CABOS ELÉTRICOS (São Paulo) (Org.). **Fios e Cabos Elétricos**. Disponível em: <<http://www.allcab.com.br/>>. Acesso em: 20 abr. 2010.

## **Apêndice D**

MINISTÉRIO DA DEFESA  
EXÉRCITO BRASILEIRO  
D E C Ex – D E P A  
COLÉGIO MILITAR DE PORTO ALEGRE  
“COLÉGIO CASARÃO DA VÁRZEA”  
ESTAÇÃO RADIOAMADORA PY3CM

FAIXAS DE FREQUÊNCIAS PARA RADIOAMADORES

Prof. Gentil César Bruscato

Porto Alegre

2010



## 1. INTRODUÇÃO

Nas atividades relativas ao radioamadorismo a escolha da frequência de transmissão e recepção dos sinais eletromagnéticos é de fundamental importância para o sucesso da comunicação a distância através das ondas do rádio.

A distribuição destas frequências obedece normas internacionais, das quais o Brasil é signatário, em função da distância de alcance das transmissões.

*“As ondas de rádio também são conhecidas por "ondas eletromagnéticas de radiofrequências", "ondas eletromagnéticas", "ondas de radiofrequências", "espectro de radiofrequências" ou, simplesmente, "radiofrequências". Essas ondas são campos eletromagnéticos utilizados nas comunicações sem fio como, por exemplo, nas transmissões de televisão ou rádio, nos telefones celulares, nos rádios utilizados por policiais, bombeiros e ambulâncias, nos radares de controle de aviões e nos telefones sem fio. As ondas podem ser produzidas também por equipamentos que não são usados para telecomunicações, como fornos de microondas.*

*As radiofrequências são um recurso limitado e um bem público. Por esse motivo, sua utilização deve ser feita de forma adequada. A Anatel, por meio da Lei 9.472/97, foi incumbida de administrar a utilização do espectro de radiofrequências, regulamentando e fiscalizando seu uso. Cada faixa de radiofrequências é adequada para uma determinada aplicação ou serviço. A regulamentação aplicável às diversas faixas de radiofrequências podem ser encontradas no Plano de Atribuição, Destinação e Distribuição de Faixas de Frequências no Brasil (PDF) [1].*

O conhecimento das possíveis frequências a serem utilizadas na comunicação é o primeiro passo para o início dos estudos de fatores que influenciam na propagação das ondas eletromagnéticas.

## 2. PRINCIPAIS FATORES PARA ESCOLHA DA RADIOFREQUÊNCIA

Convenção de faixas de frequências

Nome	Faixa de frequência	Frequência
LF ( <i>low frequency</i> )	Baixa	30 kHz a 300 kHz
MF ( <i>medium frequency</i> )	Média	300 kHz a 3 MHz
HF ( <i>high frequency</i> )	Alta	3 MHz a 30 MHz
VHF ( <i>very high frequency</i> )	Muito alta	30 MHz a 300 MHz
UHF ( <i>ultra high frequency</i> )	Ultra alta	300 MHz a 3 GHz

SHF ( <i>super high frequency</i> )	Super alta	3 GHz a 30 GHz
EHF ( <i>extremely high frequency</i> )	Extremamente alta	30 GHz a 300 GHz

Para se estabelecer a comunicação entre duas estações radioamadoras, nas faixas de frequência permitidas, observamos os seguintes requisitos:

- a. Posição geográfica, o que determina a distância entre as estações rádio.
- b. Horário em que se quer estabelecer o contato rádio, principalmente para estações rádio separadas de longas distâncias. Acima de centenas de quilômetros, o comportamento da ionosfera, responsável pela reflexão das ondas eletromagnéticas, varia muito as suas características. A diferença entre o dia e a noite é bastante pronunciada para as comunicações de rádio, principalmente na faixa de frequência até 30 MHz. As condições de propagação à noite privilegiam as comunicações a longas distâncias, até dezenas de milhares de quilômetros.
- c. Potência disponível. Quanto maior a potência dos transmissores maior o alcance das transmissões, o que permite maior gama de frequências a serem utilizadas.
- d. Tipo e localização de antena, principalmente em função de obstáculos próximos.
- e. Transceptores disponíveis. Esses equipamentos, utilizados no radioamadorismo, normalmente são construídos para diferentes faixas de frequência.

### 3. COMO ESCOLHER A FREQUÊNCIA DE TRABALHO

As frequências de transmissão e recepção devem ser as mesmas.

No contato entre estação rádio há três caminhos possíveis de serem seguidos pela onda eletromagnética, a saber: propagação pela Terra, onda direta e onda espacial.

Propagação pela Terra. Como o próprio nome diz, propagação da onda eletromagnética pela superfície do globo terrestre. A comunicação rádio dos submarinos utiliza este caminho, sendo as frequências da faixa LF as mais eficientes.

Onda direta. Caminho em que a antena de transmissão e a da recepção estão em visibilidade radioelétrica. A onda eletromagnética é irradiada pela antena transmissora e sensibiliza a antena receptora diretamente, sem refletir na ionosfera. É mais utilizada pelas faixas de frequência VHF, UHF, SHF e EHF. O alcance dos sinais de rádio fica dependendo, principalmente, da altura de instalação das antenas.

Onda espacial. Caminho em que as ondas rádio utilizam o fenômeno da reflexão na ionosfera para atingir longas distâncias. É o principal caminho utilizado pelos radioamadores para as comunicações a longas distâncias. A faixa de frequência mais adequada é HF.

Na determinação dos valores das radiofrequências até próximo dos 40 MHz, faz-se uso de parâmetros largamente difundidos em todo o mundo. Os principais são os seguintes:

Máxima Frequência Utilizável (MFU), mundialmente conhecido, pelos radioamadores, como MUF, do inglês *maximum usable frequency*, que é o maior valor de frequência que pode estabelecer contato entre duas estações rádio.

LUF, do inglês *lowest usable frequency*, é a mínima frequência em que duas estações rádio podem estabelecer contato.

Frequência Ótima de Trabalho FOT, abaixo da MUF e acima da LUF, considerada a frequência mais adequada para estabelecer o contato rádio.

*“Na atualidade existe uma série de softwares (Ham Companion, ICEPAC, VOACAP, IPS, IONCAP, etc.), que determinam a frequência ótima de trabalho para garantir o enlace entre uma estação transmissora e uma estação receptora” [2].*

Há também programas de computador que buscam prever quais os valores da MFU, FOT e LUF. Estes programas requerem que o usuário insira, de maneira geral, os dados referentes a localização das estações, horário do contato e número de manchas solares (detalhado na apostila Propagação de Ondas Eletromagnéticas).

Algumas sugestões de programas de previsão de MFU, FOT e LUF.

- G7RAU - Live MUF v7 [3].
- Maximum Usable Frequency Map [4].
- Radio Propagation & Diffraction Calculator [5].

Nas atividades relacionadas a transmissão e recepção de ondas eletromagnéticas há um parâmetro de fundamental importância, o comprimento de onda. O símbolo desta grandeza é a letra grega *lambda* ( $\lambda$ ).

Como as ondas eletromagnéticas se propagam na velocidade da luz, utiliza-se a relação matemática:  $\lambda = c/f$ , onde  $c$  é a velocidade da luz, e  $f$  a frequência. Para se determinar o comprimento de onda em metros, devemos utilizar a velocidade da luz em metros por segundo e a frequência em Hertz, ciclos por segundo.

A velocidade da luz varia em função dos diferentes meios de propagação; por exemplo, no vácuo a velocidade é de  $3 \times 10^8$  m/s, na água,  $2,25 \times 10^8$  m/s, no vidro,  $2 \times 10^8$  m/s [6].

As ondas eletromagnéticas são emitidas e recebidas, geralmente, por antenas construídas com cobre ou alumínio. Para se determinar, mais precisamente, o tamanho das antenas, é necessário se levar em consideração a resistência elétrica e os efeitos de ponta que os fios e tubos do metal impõem à onda eletromagnética. Há uma regra prática muito utilizada e difundida entre os radioamadores para a construção das antenas do tipo dipolo. Calcula-se o comprimento de onda e utiliza-se um fator de correção, em função das interações do campo elétrico com os condutores, diminuindo 5% o valor calculado para a construção dos elementos das antenas.

Faixas de Frequências designadas aos radioamadores.

Comprimento de onda típico	Faixa de radiofrequência
160 m	1.800 a 1.850 kHz
80 m	3.500 a 3.800 kHz
40 m	7.000 a 7.300 kHz
30 m	10.138 a 10.150 kHz
20 m	14.000 a 14.350 kHz
17 m	18.068 a 18.168 kHz
15 m	21.000 a 21.450 kHz
12 m	24.890 a 24.990 kHz
10 m	28.000 a 29.700 kHz
6 m	50,00 a 54,00 MHz
2 m	144,00 a 148,00 MHz
1,3 m	220,00 a 224,98 MHz
70 cm	430,00 a 440,00 MHz
33 cm	902,00 a 928,00 MHz
23 cm	1.240 a 1.300 MHz
13 cm	2.300 a 2.450 MHz
9 cm	3.300 a 3.600 MHz
5 cm	5.650 a 5.920 MHz
3 cm	10,00 a 10,50 GHz

A tabela acima informa, de maneira geral, as faixas de frequência concedidas aos radioamadores para a realização de suas atividades. Para se ter uma informação completa e detalhada dos tipos de emissão, subfaixas, aplicações, potência máxima, etc., deve-se

consultar o Anexo à Resolução nº 452, de 11 de dezembro de 2006, do Regulamento Sobre Condições de Uso de Radiofrequências Pelo Serviço de Radioamador, da ANATEL [1].

#### 4. CONCLUSÃO

O conhecimento das faixas de frequência concedidas aos radioamadores é fator fundamental para as atividades do radioamadorismo. São previstas em lei sanções para quem opera os equipamentos rádio fora da faixa de frequência autorizada, o que é considerado crime cometido pelo responsável pela emissão ilegal. O radioamador infrator é passível de apreensão do equipamento, remoção das antenas e, dependendo da situação, a responder judicialmente.

O uso de frequência específica para cada serviço outorgado está estabelecido em lei de uso obrigatório. Operar sem autorização ou em faixas diferentes das estabelecidas, constitui crime punível com pena de detenção aos responsáveis, na forma do estabelecido no artigo 70 da Lei nº 4.117 de 27 de agosto de 1962 e suas alterações.

#### 5. REFERÊNCIAS

1. BRASIL. Anatel. Ministério Das Comunicações (Org.). **Agência Nacional de Telecomunicações**. Disponível em: <<http://www.anatel.gov.br/>>. Acesso em: 26 mar. 2010.
2. BRASIL. Miguel Enrique Dulanto Carbajal. Inpe. **Aplicações do GPS nas radiocomunicações**. Disponível em: <<http://mtc-m05.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/banon/2001/04.03.15.36.19/doc/mirror.cgi>>. Acesso em: 8 abr. 2010.
3. EDWARDS, Dave. **Programa de predição de frequência: Live MUF**. Disponível em: <<http://g7rau.demon.co.uk/default.aspx?menu=5000>>. Acesso em: 8 abr. 2010.
4. MIGUEL, Espinosa Flores Hector. **Programa de predição de frequência**. Disponível em: <<http://members.fortunecity.com/xelbef/propagation.htm>>. Acesso em: 8 abr. 2010.
5. SEYMOUR, Colin. **Programa de predição de frequência**. Disponível em: <<http://www.dxzone.com/catalog/Software/Propagation>>. Acesso em: 08 abr. 2010.
6. DIETRICH SCHIEL (São Paulo). Universidade de São Paulo. Refração. Disponível em: <[http://educar.sc.usp.br/sam/cuba2/exp\\_4refracao.html](http://educar.sc.usp.br/sam/cuba2/exp_4refracao.html)>. Acesso em: 9 abr. 2010.

## **Apêndice E**

MINISTÉRIO DA DEFESA  
EXÉRCITO BRASILEIRO  
D E C Ex – D E P A  
COLÉGIO MILITAR DE PORTO ALEGRE  
“COLÉGIO CASARÃO DA VÁRZEA”  
ESTAÇÃO RADIOAMADORA PY3CM

PROPAGAÇÃO DE ONDAS ELETROMAGNÉTICAS

Prof. Gentil César Bruscato

Porto Alegre

2010

## 1. INTRODUÇÃO

As ondas eletromagnéticas propagam-se através de meios materiais, como ar atmosférico, água, superfície terrestre, paredes, etc, e também pelo espaço sideral.

As ondas de rádio, assim como a luz, são ondas eletromagnéticas; portanto, elas se propagam com a mesma rapidez da luz. No espaço vazio (vácuo), esta rapidez vale

$$c = 300\,000 \text{ km/s} = 3 \times 10^8 \text{ m/s} . \quad (1)$$

O radioamador precisa ter conhecimento de quais fatores influenciam as condições de propagação das ondas de rádio, para bem desempenhar suas atividades e otimizar as possibilidades de utilização de todos os equipamentos - transceptores, linhas de transmissão, torres, antenas, etc. - empregados no estabelecimento de comunicação com outras estações rádio.

Este documento pretende fornecer informações para entendimento dos princípios básicos sobre a propagação da radiação eletromagnética, estrutura da atmosfera terrestre (com ênfase na ionosfera), e as interações entre a Terra e o Sol na rádio-propagação.

## 2. FUNDAMENTOS

As ondas de rádio pertencem ao espectro eletromagnético, que inclui também as micro-ondas, o infravermelho, a luz visível, a radiação ultravioleta, os raios X e os raios gama ( $\gamma$ ). Deste conjunto de ondas são as de rádio as que possuem o maior comprimento de onda (entre o milímetro e alguns milhares de quilômetros) e a menor frequência (entre alguns hertz. e centenas de giga-hertz). A Figura 1 mostra, esquematicamente, o espectro eletromagnético.

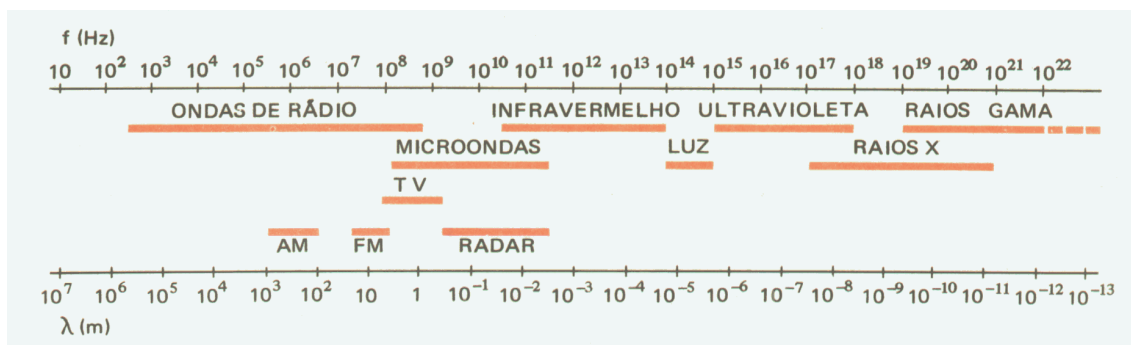


Figura 1: Espectro eletromagnético. [1]



As ondas eletromagnéticas resultam da interação de campos elétrico e magnético. Uma carga elétrica oscilando num fio de metal cria um campo elétrico e um campo magnético correspondente. O campo magnético, por sua vez, cria um campo elétrico, e assim sucessivamente. Estes dois campos se sustentam mutuamente, produzindo a onda eletromagnética, que se propaga pelo espaço. Os campos elétrico ( $\vec{E}$ ) e magnético ( $\vec{B}$ ) são perpendiculares entre si e ambos formam um ângulo de  $90^\circ$  com a direção de propagação, conforme mostra a Figura 2.

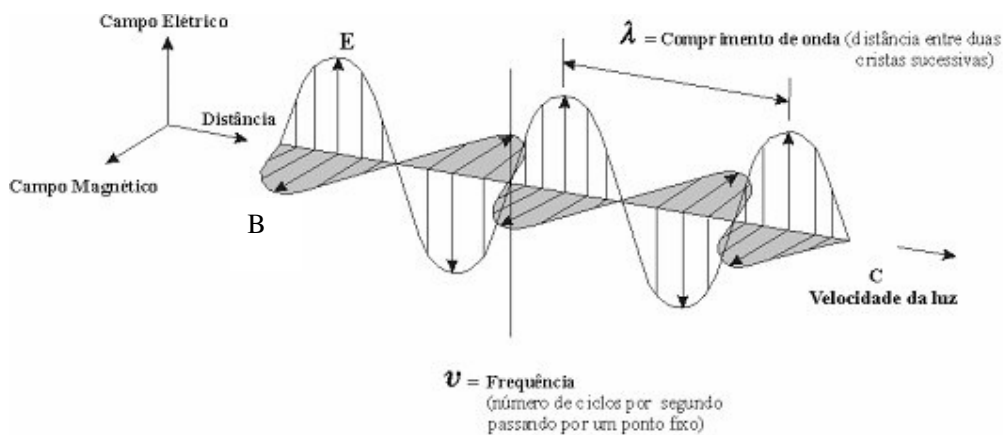


Figura 2: Onda eletromagnética. [2]

A rapidez das ondas eletromagnéticas (e, portanto, da luz) sofre, na atmosfera terrestre, um pequeno decréscimo em relação ao valor de 300 000 km/s que possui no vácuo, mas isto, na maioria das vezes, pode ser desconsiderado.

Uma expressão matemática importante é

$$\lambda f = c \quad (2)$$

onde,  $\lambda$  (lambda) é o comprimento de onda,  $c$  é a rapidez da onda eletromagnética no meio em que está se propagando e  $f$  é sua frequência.

As ondas de rádio, ao se propagarem, sofrem atenuação e absorção. A atenuação é a diminuição da potência transmitida (intensidade de energia por unidade de área). A partir da fonte, a intensidade dos campos elétrico e magnético decai de maneira inversamente proporcional ao quadrado da distância. Podemos usar como exemplo a seguinte situação: ao

se aumentar a distância entre um transmissor e um receptor de 1 km para 10 km a intensidade do sinal, em 10 km, será um centésimo da do sinal em 1 km. Ao se propagar pelo espaço, este é o maior fator de diminuição de intensidade da onda eletromagnética.

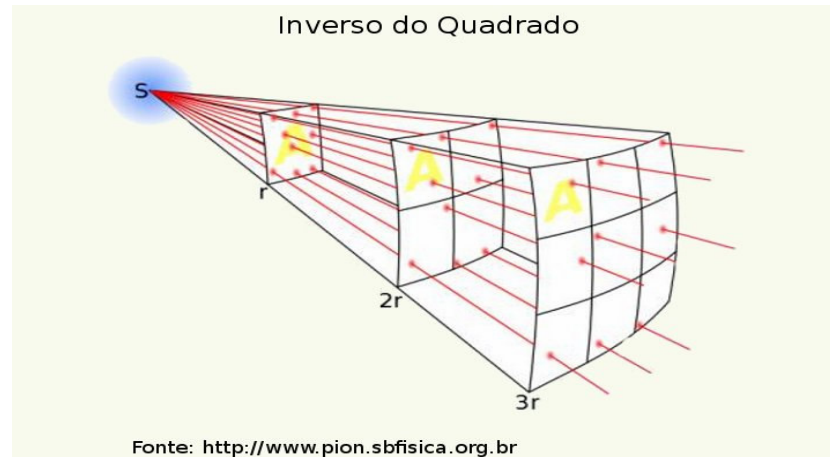


Figura 3. Lei do inverso do quadrado. [3]

Energia é perdida por absorção quando a onda de rádio se propaga através de outro meio que não o vácuo. Propagando-se em um meio material, a onda cede parte de sua energia para o meio, aquecendo-o, por exemplo. Esta interação é significativa para a fonte emissora, mas é desprezível para o meio considerado.

### 3. CAMINHOS DA ONDA DE RÁDIO

A onda eletromagnética pode percorrer diferentes caminhos para chegar da antena transmissora até a receptora.

A classificação destes caminhos é parte importante do estudo e do entendimento da propagação das ondas. As ondas eletromagnéticas de radiotransmissão são classificadas, quanto ao caminho que percorrem, em ondas terrestres e ondas espaciais.

A onda terrestre possui as componentes superficial, direta, refletida, refratada na troposfera, e qualquer outra forma que não utilize a reflexão ionosférica. A onda espacial compreende a componente refletida na ionosfera.

A componente superficial é a componente da onda terrestre que se propaga através do globo terrestre. É, portanto, a mais afetada pela condutibilidade do terreno. Antenas instaladas no nível do solo privilegiam a onda superficial, mais eficiente para baixas frequências.

A componente direta da onda terrestre propaga-se da antenna transmissora diretamente para a antenna receptora. Como o alcance é limitado pela curvatura da Terra, a instalação das antenas em torres e mastros amplia o alcance. A difração da onda eletromagnética, na superfície da Terra, acrescenta pequeno alcance a esta componente.

A componente de onda refletida é a porção irradiada pela antenna transmissora que atinge a antenna receptora depois de ser refletida pela Terra. Para o contato entre estações rádio separadas de até algumas centenas de quilômetros, a onda refletida adquire importância comparável com a da onda direta como caminho de propagação.

A componente troposférica da onda terrestre é a que sofre reflexão nas camadas mais baixas da atmosfera, possibilitando a recepção em locais não atingidos por outras componentes. Temperatura, umidade e densidade do ar atmosférico influenciam o índice de refração. Troposfera é a camada atmosférica mais próxima da superfície terrestre, situando-se entre o solo e uma altitude de 17 km a 20 km.

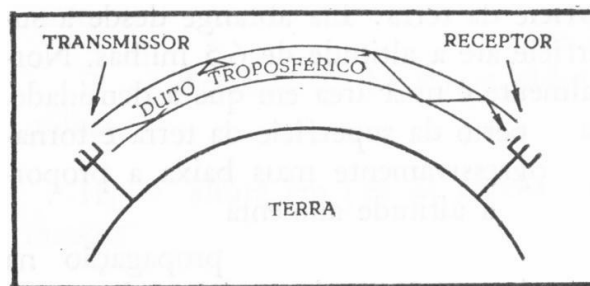


Figura 4. Propagação por refração na troposfera. [4]

A onda de rádio espacial é aquela que se reflete na ionosfera. Vários fatores, tais como, horário, frequência, tipo de antenna, devem ser considerados na análise da onda de rádio capaz de se refletir na ionosfera. No trajeto da onda desde o transmissor até o receptor, a frequência e a intensidade do sinal são os fatores mais decisivos. A faixa de frequência de 3 a 30 MHz (HF: *high frequency*, alta frequência) é especialmente adequada para as reflexões ionosféricas. De uma maneira geral, ondas de frequências abaixo desta faixa têm maior rendimento quando terrestres, e para frequências acima dos 30 MHz a ionosfera é transparente, ou seja, acima desta frequência as ondas de rádio atravessam a ionosfera e propagam-se pelo espaço.

A máxima frequência de transmissão que pode ser refletida pela ionosfera depende do grau de ionização. Como regra geral, na faixa do HF, e início da faixa do VHF, quanto mais alta a frequência, maior o grau de ionização da ionosfera necessário para sua reflexão.

Uma analogia pode ser feita com a seguinte situação: imaginamos a ionosfera como uma tela que pode abrir e fechar a malha que a compõe. Quanto mais ionizada a ionosfera, mais fina é a malha. Imagine as frequências associadas a bolas de tênis, de golfe ou de gude. Quanto maior a frequência, menor o tamanho da bola. Ao atirmos as bolas contra a tela haverá situações em que a tela estará tão fechada para as bolas maiores que estas serão refletidas de volta. Esta analogia se justifica se observarmos, da equação (2), que, quanto maior for a frequência transmitida, menor será o comprimento de onda.

As estações de rádio comercial de AM (Amplitude Modulada) normalmente também transmitem suas programações nas chamadas “ondas curtas”, entre 6 MHz e 12 MHz, para atingir grandes distâncias.

As tropas brasileiras da Força de Paz a serviço da ONU nas operações em Angola, no segundo semestre de 1996, fizeram intenso uso das transmissões de ondas curtas em 12 MHz para receber programas emitidos de estações brasileiras, principalmente de Porto Alegre, numa distância superior a 6000 km. A finalidade era elevar o moral da tropa com a audição de programas de rádio a que os militares estavam habituados.

No início das transmissões de rádio (anos 1900) supunha-se ser impossível a comunicação a grandes distâncias, devido à absorção da energia pela Terra. Após o sucesso das transmissões entre os Estados Unidos e a Europa, verificou-se haver um outro caminho que não o das ondas terrestres para a propagação das ondas de rádio. Foi, então, pensada a hipótese de haver uma camada eletrificada da atmosfera, que agiria como um refletor, desviando as ondas de volta para a Terra. Verificou-se, também, que havia não apenas uma, mas várias subcamadas constituídas de gases ionizados da atmosfera.

#### 4. A IONOSFERA

A ionosfera é uma região da atmosfera terrestre que se estende, aproximadamente, de 50 km até 400 km de altitude. A atmosfera é alvo constante de incidência da radiação e partículas provenientes do Sol, e também de raios cósmicos vindos do espaço. A radiação solar que atinge a Terra abrange do infravermelho até o ultravioleta.

A radiação ultravioleta, emitida pelo Sol, é a principal responsável pela ionização da ionosfera.

A atividade solar evidenciada pelo aparecimento das manchas solares é motivo de constante monitoramento por parte dos radioamadores, em função da influência desta atividade solar sobre a ionização da ionosfera. As manchas solares são áreas da superfície

solar com temperaturas próximas a 4000 K, abaixo da média de 6000 K dos arredores da mancha. Esta região é vista como uma mancha, por sua temperatura ser menor do que a da vizinhança. A atividade magnética solar evidenciada pelo aparecimento das manchas obedece a um ciclo de 11 anos.

As manchas solares são o resultado da elevação da intensidade magnética do Sol, em certas regiões, que bloqueiam as correntes de convecção internas que trazem o material com maior temperatura do interior para a superfície do Sol. Este aumento da atividade magnética solar emite forte radiação ultravioleta, responsável pela ionização dos átomos e moléculas presentes na atmosfera terrestre. Os elétrons liberados neste processo irão formar a ionosfera terrestre. Quanto maior a radiação ultravioleta emitida pelo Sol, maior o número de elétrons livres na ionosfera e, por consequência, maiores condições de reflexão das ondas de rádio na ionosfera permitindo comunicações, através das ondas espaciais, entre estações rádio separadas por distâncias de milhares de quilômetros.

Os estudos de sondagem na ionosfera determinaram que existem subdivisões em cinco camadas, definidas, em função da altura e de suas diferentes densidades, em camadas D, E, F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub> e F<sub>3</sub>. Estas camadas apresentam variações no que diz respeito à ionização e, conseqüentemente, à reflexão das ondas de rádio, que depende de alguns fatores como localização geográfica, estação do ano, ângulo de incidência, etc. Porém, os maiores efeitos sobre as comunicações são os devidos às diferenças entre as camadas da ionosfera durante o dia e durante a noite.

Durante o dia as camadas têm os seguintes limites de altura: camada D, entre 50 e 90 km, camada E, entre 90 e 145 km, camada F<sub>1</sub>, entre 160 e 200 km, camada F<sub>2</sub>, entre 250 e 350 km, camada E, entre 90 e 145 km, camada F<sub>1</sub>, entre 160 e 200 km, camada F<sub>2</sub>, entre 250 e 350 km, camada F<sub>3</sub>, entre 500 e 700 km, localizada próxima ao equador terrestre. Durante a noite as camadas D e E desaparecem e as camadas F<sub>1</sub> e F<sub>2</sub> fundem-se em uma única camada com altura em torno de 270 km. Assim, compreende-se por que é à noite que as transmissões de rádio atingem maiores distâncias. Neste caso, os íons responsáveis pela reflexão das ondas de rádio estão, em média, mais distantes da superfície terrestre.

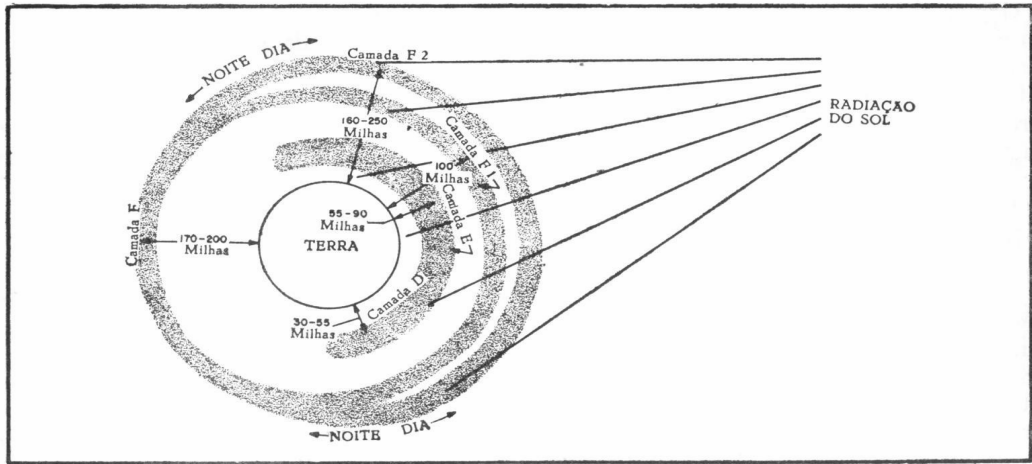


Figura 5: Camadas da ionosfera. [5]

## 5. ZONA DE SILÊNCIO

Como já vimos, até agora são muitos os caminhos que uma onda eletromagnética pode percorrer desde sua emissão pela antena transmissora até sua recepção. Porém, não há uma certeza, ou garantia de que a estação receptora consiga captar as emissões provenientes de determinada estação transmissora.

Nem todas as regiões do planeta são atingidas pelas componentes das ondas terrestre ou espacial. Existem áreas denominadas *zona de silêncio*, onde os sinais de rádio não são captados.

Esta região está compreendida entre o alcance da onda terrestre e o alcance da onda espacial.

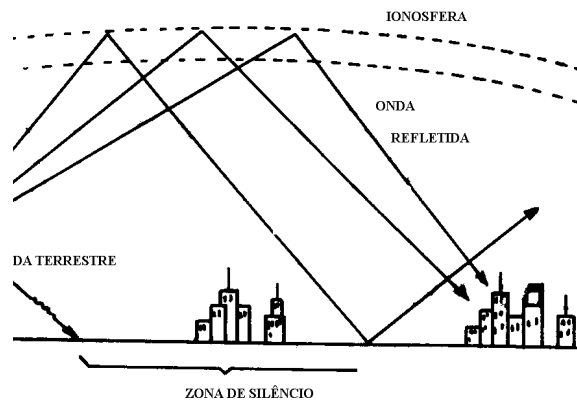


Figura 6. Zona de silêncio. [6]

## 6. CONCLUSÃO

A análise dos diversos fatores que determinam as melhores condições de propagação das ondas de rádio deve levar em consideração variáveis, tais como, localização das estações transmissora e receptora, horário, frequências permitidas, potência dos equipamentos transmissores e tipo de antena a ser empregado, além do tipo de sinal a ser emitido (voz, telegrafia, teletipo, etc).

O estudo das condições da atividade solar, ligada à existência, ou não, das manchas solares, também é fator decisivo para a análise das condições de propagação das ondas de rádio.

## 7. REFERÊNCIAS

1. EDUARDO, Carlos Jesus. **Espectro Eletromagnético**. Disponível em: <<http://amperesautomation.hd1.com.br/temp.html>>. Acesso em: 05 jun. 2010.
2. MINAS GERAIS. Centro de Referência Virtual do Professor. Seemg (Org.). **Transferência de calor por radiação**. Disponível em: <[http://crv.educacao.mg.gov.br/sistema\\_crv/index.asp?id\\_projeto=27&ID\\_OBJETO=58352&tipo=ob&cp=000000&cb=>](http://crv.educacao.mg.gov.br/sistema_crv/index.asp?id_projeto=27&ID_OBJETO=58352&tipo=ob&cp=000000&cb=>)>. Acesso em: 05 jun. 2010.
3. BRASIL. Sociedade Brasileira de Física. Cnpq (Org.). **Lei do inverso do quadrado**. Disponível em: <<http://www.pion.sbfisica.org.br/pdc/index.php/por/Multimedia/Imagens/Eletromagnetismo/Inverso-do-quadrado>>. Acesso em: 9 maio 2010.
4. SILVA, Lenildo Carqueija (Org.). **Refração na troposfera: Propagação**. Disponível em: <<http://reocities.com/CapeCanaveral/launchpad/9057/images/propag12.jpg>>. Acesso em: 24 maio 2010.
5. SILVA, Lenildo Carqueija (Org.). **Camadas da ionosfera: Propagação**. Disponível em: <<http://reocities.com/CapeCanaveral/launchpad/9057/images/propag15.jpg>>. Acesso em: 5 jun. 2010.
6. SÃO PAULO. Curso Engenharia de Telecomunicações. Universidade Cidade de São Paulo (Org.). **Zona de silêncio**. Disponível em: <<http://www2.unicid.br/telecom/fintel/VI-Fintel/feira/e2b5/Image20.gif>>. Acesso em: 5 jun. 2010.

## **Apêndice F**



MINISTÉRIO DA DEFESA  
EXÉRCITO BRASILEIRO  
D E C Ex – D E P A  
COLÉGIO MILITAR DE PORTO ALEGRE  
“COLÉGIO CASARÃO DA VÁRZEA”  
ESTAÇÃO RADIOAMADORA PY3CM

ANTENAS DE RADIOCOMUNICAÇÕES

Prof. Gentil César Bruscato

Porto Alegre

2010

## 1. INTRODUÇÃO

A antena é, por excelência, o elemento do sistema rádio mais sensível para o estabelecimento de contato. Tanto por razões de custo quanto por razões de experimentação a antena é, na maioria das vezes, planejada, calculada e construída pelo próprio radioamador.

Os sistemas de antenas necessários para se tráfegar nas várias faixas de frequência abrangem vastos tipos e tamanhos. Os transmissores e receptores industrializados são equipamentos de alta complexidade de construção eletrônica e mecânica, e são adquiridos em empresas especializadas. Os aficionados do radioamadorismo desenvolvem suas atividades de pesquisa e desenvolvimento de projetos, basicamente, em dois ramos de atividades: um na construção de receptores e transmissores, outro na confecção de antenas. Os receptores e transmissores construídos pelos radioamadores são, em geral, de baixa potência e pequena complexidade de confecção.

Portanto é na construção, instalação e direcionamento das antenas que se emprega considerável tempo das atividades realizadas pelas equipes que compõem uma estação rádio.

Este trabalho não pretende, e nem é esta a finalidade, abordar todas as informações sobre antenas. Isto demandaria extenso documento técnico, que ainda assim seria logo superado pelos sucessivos avanços tecnológicos.

O objetivo desta apostila é fornecer as informações básicas sobre o que é uma antena, que materiais são empregados em sua montagem, tipos, dimensões, etc.

## 2. DEFINIÇÕES BÁSICAS

Para a transmissão e recepção das ondas de radiofrequência faz-se uso de um ou mais sistemas irradiantes, chamadas de antenas. Construídas com condutores, geralmente cobre ou alumínio. Podem ser utilizados fios, tubos ou barras. As antenas devem ser instaladas afastadas do solo ou outros obstáculos como linhas de transmissão de energia elétrica e estruturas metálicas que possam interferir na propagação das ondas eletromagnéticas. Para instalar as antenas de maneira adequada, utilizam-se mastros e torres.

Basicamente, há duas grandes categorias de antenas, as omnidirecionais, que irradiam em todas as direções, são utilizadas pelas estações rádio comerciais, e as direcionais, que irradiam em direção específica.

As ondas de rádio se propagam por diversos meios. A antena ao irradiar gera componentes que viajam tanto pela atmosfera como pela superfície do globo terrestre. Cada faixa de frequência tem maior rendimento de propagação em um ou outro meio. A regra geral

é de que quanto mais baixa a frequência mais acentuada é a propagação pela superfície. De maneira análoga, quanto maior a frequência mais acentuada é a propagação pela atmosfera.

As estações de rádio na faixa de FM, que transmitem de 87,8 a 108 MHz [1], utilizam antenas omnidirecionais tipo vertical, horizontal e elíptica. Tais instalações devem estar o mais alto possível para aumentar a região de cobertura através da componente direta.

As principais emissoras de AM comercial de Porto Alegre, faixa de 525 a 1.605 kHz [1] têm suas antenas transmissoras, omnidirecionais, construídas em locais de alta condutibilidade elétrica, podendo também ser instaladas em áreas alagadiças da cidade vizinha de Guaíba, maximizando o alcance das ondas superficiais.

As antenas direcionais são construídas com diversos elementos denominados irradiante, diretores e refletores, que privilegiam a irradiação em determinada orientação. São as mais utilizadas por estações transmissoras de sinais de rádio nas faixas de VHF, UHF, microondas, em transmissão via satélites, por radioamadores, etc.

O comprimento dos elementos irradiantes varia em função da frequência e do tipo da antena. Para tal, utiliza-se comumente o meio comprimento de onda. Ao nos aprofundarmos no desenvolvimento de antenas mais elaboradas, outras medidas serão utilizadas.

### 3. ESTRUTURA DA MATÉRIA

A matéria, constituída de átomos e moléculas, tem sua estrutura e características, basicamente, definidas pelas interações elétricas entre partículas que possuem cargas elétricas.

Descreve-se a estrutura dos átomos com base em três partículas sub-atômicas; o próton, de carga elétrica positiva, o nêutron, que não possui carga elétrica, e o elétron, com carga elétrica negativa. Como exemplo, podemos citar a força de atrito entre os pneus de um carro e o asfalto, a tensão em uma corda esticada, a cola de uma fita adesiva, que são forças provocadas, basicamente, por interações elétricas.

A estrutura atômica é dividida em núcleo e eletrosfera. O núcleo central concentra praticamente toda a massa do átomo, e é constituído de prótons e nêutrons. A eletrosfera envolve o núcleo e é constituída pelos elétrons. O tamanho do átomo é definido pelo tamanho da eletrosfera, sendo da ordem de  $10^{-11}$  m, que é muito maior do que o núcleo, da ordem de  $10^{-15}$  m. Para efeitos de comparação, se o núcleo fosse uma bola de futebol com 20 cm de raio, colocada no centro do gramado do estádio Beira-Rio, os elétrons estariam orbitando a quilômetros de distância, próximos do estádio Olímpico.

Os prótons e nêutrons são mantidos estáveis no núcleo do átomo devido a uma força de atração denominada força nuclear forte. Os elétrons são mantidos no interior do átomo pela força de atração elétrica entre o núcleo positivo e a eletrosfera negativa.

A massa do próton é quase 2.000 vezes maior do que a massa do elétron; porém, o módulo da carga elétrica positiva do próton é exatamente igual ao módulo da carga elétrica negativa do elétron.

Um átomo, dependendo do elemento químico, pode ser formado por até dezenas de prótons, nêutrons e elétrons. Os elétrons mais internos, próximos ao núcleo, ficam mais fortemente ligados a este núcleo; os elétrons mais externos podem servir de elemento de ligação com outros átomos, de outros elementos químicos. Desta maneira o normal na natureza é encontrarmos os átomos combinados, formando moléculas, compostos iônicos, metais, etc. Átomos isolados não são comuns na natureza.

Portanto, é a carga elétrica negativa do elétron que pode ser mais facilmente retirada ou acrescida a um átomo.

Diz-se **neutro** o átomo que possui a mesma quantidade de prótons e elétrons. Um átomo em que há mais elétrons do que prótons é chamado de **íon negativo**, uma vez que a quantidade de cargas elétricas negativas é maior do que a quantidade de cargas elétricas positivas. Um átomo em que há menos elétrons do que prótons é chamado de **íon positivo**, uma vez que a quantidade de cargas elétricas negativas é menor do que a quantidade de cargas elétricas positivas. Este processo de crescer ou retirar elétrons de átomos é denominado de **ionização**.

Um corpo de dimensões macroscópicas pode ser eletrizado ao se retirar ou adicionar elétrons. A diferença entre a quantidade de cargas elétricas positivas e negativas é chamada de carga resultante. É importante ter-se em mente que a carga resultante de um corpo é uma quantidade muito pequena da carga total existente no corpo neutro.

Há processos de eletrização envolvendo cátions e ânions, como é o caso do funcionamento das baterias de automóvel, que não serão objeto de nossa abordagem.

Alguns materiais facilitam o deslocamento das cargas elétricas de uma região para outra; são os chamados condutores. Outros materiais dificultam este deslocamento das cargas elétricas e são chamados isolantes.

Os metais permitem a migração das cargas elétricas e são bons condutores.

Em um corpo constituído de cobre, como um fio, por exemplo, um ou mais elétrons por átomo podem se liberar da atração do núcleo e movimentar-se livremente na estrutura de

íons de cobre que compõem este condutor. A esta quantidade de elétrons livres denominamos **mar de elétrons**.

Num material isolante praticamente não há elétrons livres e as cargas elétricas que podem ser transferidas através do material são desprezíveis do ponto de vista da condução de energia elétrica.

#### 4. LEI DE COULOMB

Utilizando uma balança de torção, Charles Augustin de Coulomb (1736-1806) estudou a força de interação entre partículas carregadas e verificou que a força elétrica entre elas é inversamente proporcional ao quadrado da distância entre as partículas carregadas, ou seja, quando a distância dobra a força se reduz a um quarto de seu valor inicial; se a distância for reduzida à metade a força se torna quatro vezes maior que o seu valor inicial.

O valor da força elétrica também depende da carga elétrica de cada corpo, sendo verificado que há uma relação diretamente proporcional entre o valor do produto das cargas e a força elétrica: ao se dobrar o valor de uma das cargas também se duplica a força.

A relação estabelecida ficou conhecida como lei de Coulomb:

*“O módulo da força elétrica entre duas cargas puntiformes é diretamente proporcional ao produto das cargas e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre elas.” [2, pág. 6]*

A expressão matemática da lei de Coulomb é dada por:

$$F = \frac{kq_1q_2}{r^2}$$

onde  $q_1$  e  $q_2$  são os valores das cargas envolvidas,  $r$  é a distância entre as cargas,  $F$  é o módulo da força elétrica, e  $k$  é uma constante de proporcionalidade cujo valor é  $k = 8,988 \times 10^9$  N.m<sup>2</sup>/C<sup>2</sup>. No Sistema Internacional de Unidades (SI), a carga elétrica é dada em coulombs, a distância em metros e a força em newtons.

## 5. CAMPO ELÉTRICO

O campo elétrico é produzido ao redor de um corpo carregado eletricamente. Ao se colocar um outro corpo carregado na região do campo elétrico ele sofre ação da força elétrica correspondente.

A força elétrica e o campo elétrico são grandezas vetoriais. Define-se campo elétrico  $\vec{E}$  em determinado ponto como a força elétrica  $\vec{F}$  que atua sobre uma carga unitária  $q$  neste ponto.

Expressão matemática de campo elétrico:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$$

A unidade SI de campo elétrico é o newton por coulomb (N/C). Assim como o módulo da força elétrica, o módulo do campo elétrico também varia com o inverso do quadrado da distância.

O campo elétrico é uma grandeza física de caráter vetorial. Para indicar sua orientação adota-se a convenção de que a carga puntiforme positiva origina campo elétrico apontando radialmente para fora (Figura 1 a); para a carga puntiforme negativa, o campo elétrico aponta radialmente para dentro (Figura 1 b).

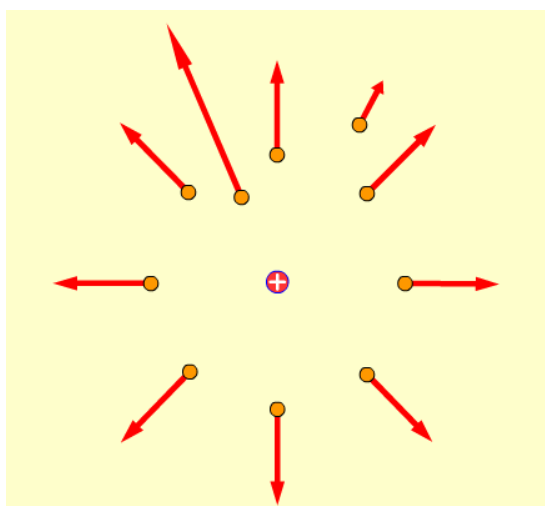


Figura 1 (a): Orientação do campo elétrico para carga positiva [3].

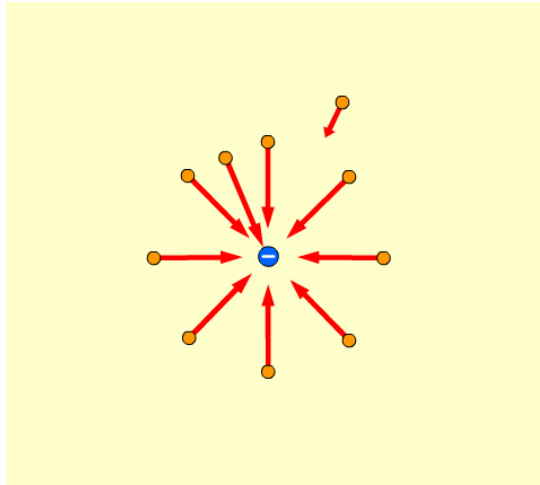


Figura 1 (b): Orientação do campo elétrico para carga negativa [3].

Podemos agora imaginar uma carga de prova colocada em um ponto onde existe um campo elétrico. Como cargas de mesmo sinal se repelem e cargas de sinal contrário se atraem, a carga positiva tende a se deslocar no mesmo sentido do campo e a carga negativa tende a se deslocar no sentido contrário.

## 6. DIPOLOS ELÉTRICOS

Um par de cargas puntiformes com mesmo valor em módulo, mas de sinais contrários, separadas por uma distância  $d$ , é conhecido como dipolo elétrico.

Muitos sistemas físicos podem ser descritos como dipolos elétricos, desde moléculas até antenas transmissoras e receptoras de radiofrequência.

*“Os átomos e as moléculas, em que os centros de cargas positivas e negativas coincidem, também são afetados por um campo elétrico. Em virtude de a força elétrica sobre uma carga positiva estar na orientação oposta à da carga negativa, o campo elétrico tende a separar, ou a polarizar, estas cargas. Estes sistemas então têm um dipolo induzido quando estão num campo elétrico, e também experimentam uma força resultante num campo elétrico não uniforme. A força provocada por um campo elétrico não uniforme sobre um sistema de cargas eletricamente neutro é a responsável pela conhecida atração de pequeninos pedaços de papel, eletricamente descarregados, por um pente eletricamente carregado.” [4, pág. 617]*

Um dipolo elétrico, colocado num campo elétrico não uniforme, sofre uma força resultante. Esta força depende da orientação do dipolo no campo elétrico e da taxa de variação do campo no espaço.

Para representar a orientação do campo elétrico utilizamos o conceito de **linhas de força** (Figura 2). Desta maneira podemos indicar a orientação do campo em qualquer ponto do espaço.

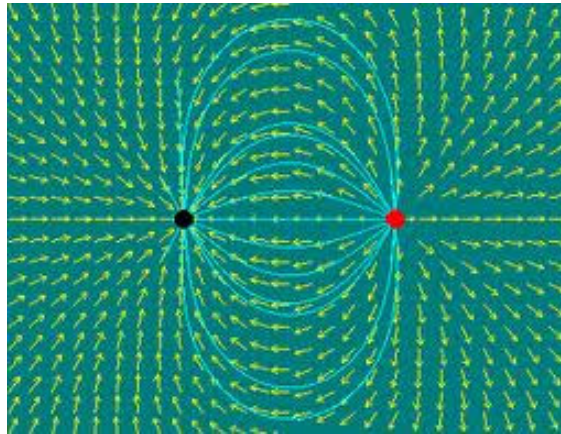


Figura 2: Dipolo elétrico com representação de linhas de força (carga vermelha positiva, carga preta negativa) [5].

## 7. POTENCIAL ELÉTRICO

Uma partícula carregada, ao se deslocar num campo elétrico, o faz por ação de uma força que o campo exerce sobre a carga e que realiza um trabalho.

Este trabalho realizado pode ser expresso em termos de energia potencial elétrica.

Assim como a energia potencial gravitacional depende da altura em que se encontra uma massa em relação à superfície terrestre, a energia potencial elétrica depende da posição da partícula no campo elétrico.

Na descrição da energia potencial elétrica usamos um conceito chamado de potencial elétrico, ou mais simplesmente como potencial. Ao se trabalhar com circuitos elétricos ou eletrônicos, a diferença de potencial entre dois pontos é chamada de tensão.

O conhecimento da tensão de funcionamento dos mais variados equipamentos, tais como lâmpadas, geladeiras, televisores, rádios, é fundamental para sua utilização. No estado do Rio Grande do Sul, normalmente, a tensão da energia elétrica nas residências é de 127 volts na capital e de 220 volts no interior.



## 8. CAMPO MAGNÉTICO

O aspecto mais comum e conhecido do magnetismo é associado a um par de ímãs permanentes que se atraem ou se repelem e, ainda, a um ímã permanente que atrai objetos de ferro não imantados, tais como os ímãs permanentes presos na porta da geladeira de sua casa.

A força magnética é muito mais do que isso. Motores elétricos, televisores, fornos de microondas, alto-falantes, impressoras, discos rígidos de computadores, todos estes e muitos outros equipamentos funcionam com base no magnetismo. Uma corrente elétrica num condutor, um ímã permanente, ou uma carga em movimento podem criar um campo magnético.

As usinas hidrelétricas geram eletricidade graças a uma interação eletromagnética de eletroímãs e bobinas de fios que giram de maneira concêntrica, impulsionadas através de turbinas que se movimentam pela força das águas represadas.

Em uma bússola, temos uma interação magnética entre sua agulha e o campo magnético terrestre.

Para o estudo do magnetismo usaremos, também, o conceito de campo, como fizemos com o campo elétrico; porém, há aqui uma diferença fundamental: enquanto o campo elétrico gera uma força elétrica sobre toda carga elétrica presente, a força magnética só atua sobre cargas elétricas em movimento, ou sobre um condutor percorrido por uma corrente elétrica.

Em função das características de interação das bússolas com o campo magnético da Terra, os ímãs permanentes foram definidos como tendo um polo **norte** e um polo **sul**, sendo a interação magnética repulsiva entre polos de mesmo nome e atrativa entre polos de nomes diferentes. Nesta lógica, o polo norte da bússola aponta para o polo sul magnético da Terra. Ou seja, o polo norte geográfico está próximo do polo sul magnético e o polo sul geográfico está próximo do polo norte magnético.

O polo norte geográfico não coincide exatamente com o polo sul magnético. Há uma diferença de localização, chamada de declinação magnética, que, para a região do Rio Grande do Sul varia em torno de 14°, e é prevista nos mapas e cartas de navegação.

Já vimos que existem cargas elétricas negativas e positivas isoladamente, porém não ocorre o mesmo em relação aos polos magnéticos. Quando um ímã é separado, cada uma das partes resultantes possuirá um polo norte e um polo sul. Pesquisas foram realizadas com a finalidade de detectar o **monopolo magnético**, mas não há nenhum resultado que evidencie sua existência; assim sendo, os polos magnéticos são sempre detectados aos pares.

Mas de onde vem o magnetismo? No interior de toda matéria existem correntes elétricas elementares, produzidas pelos movimentos dos elétrons nos átomos. As correntes

elementares formam pequenos campos magnéticos, como se toda matéria fosse constituída de ímãs elementares. No interior de um material não magnetizado estes ímãs elementares encontram-se orientados totalmente ao acaso, de maneira que seus campos magnéticos se anulam mutuamente, o que resulta em um campo magnético total nulo. Entretanto, se o material for colocado em um campo magnético externo, este atuará sobre os ímãs elementares alinhando-os.

A maioria das substâncias existentes na natureza, papel, cobre, madeira, chumbo, etc., sofre pequena alteração no campo magnético total resultante quando submetidas a um campo magnético externo. Estas substâncias são divididas em dois grupos; paramagnéticas e diamagnéticas.

As substâncias paramagnéticas, ao serem colocadas em um campo magnético, tendem a alinhar seus ímãs elementares no mesmo sentido do campo externo, mas o campo resultante é pouco maior do que o inicial. São exemplos, o alumínio, o magnésio, a platina.

As substâncias diamagnéticas têm seus ímãs elementares tendendo a se alinhar em sentido contrário ao do campo externo, com pequena variação do valor inicial da intensidade do campo magnético resultante. São exemplos o bismuto, a água, a prata, o ouro.

Um pequeno grupo de substâncias se imantam fortemente ao serem expostas a um campo magnético. São os materiais ferromagnéticos. O campo magnético estabelecido por estes materiais é muitas vezes maior do que o campo aplicado, atingindo centenas e até milhares de vezes o valor do campo magnético inicial.

Substâncias ferromagnéticas são o ferro, o cobalto e o níquel, além das ligas metálicas que contêm estes elementos.

O campo magnético é uma grandeza vetorial. A intensidade depende da quantidade e do tipo de material imantado. A direção e o sentido definem-se apontando do polo norte para o polo sul.

O símbolo  $\vec{B}$  é usado para designar campo magnético, sendo sua unidade, no Sistema Internacional (SI), o **tesla**, abreviado por **T**.

A intensidade  $F$  da força magnética exercida por um campo magnético sobre uma carga em movimento tem sua expressão matemática dada por:

$$F = qvBsen\alpha$$

onde  $q$  é o módulo da carga,  $v$  é o módulo da velocidade da carga,  $B$  é o módulo do campo magnético e  $a$  é o ângulo entre  $\vec{v}$  e  $\vec{B}$ . A força magnética é simultaneamente perpendicular a  $\vec{v}$  e  $\vec{B}$ .

## 9. ONDAS ELETROMAGNÉTICAS

As ondas eletromagnéticas foram previstas pelo físico escocês James Clerk Maxwell, na segunda metade do século XIX. Utilizando os conhecimentos de Coulomb, Faraday e Ampère, e introduzindo uma concepção própria, desenvolveu um conjunto de equações, hoje conhecidas como equações de Maxwell, que desempenham na eletricidade um papel tão importante quanto as leis de Newton para a mecânica.

Dos trabalhos de Maxwell, o que obteve maior repercussão no meio científico foi a determinação da velocidade de propagação de uma onda eletromagnética, como sendo a mesma velocidade de propagação da luz,  $3 \times 10^8$  m/s, o que o levou a teorizar que a luz seria uma onda eletromagnética, o que hoje é plenamente comprovado.

Ao se introduzir uma espira metálica num campo magnético variável uma corrente será induzida na espira; a este fenômeno chamamos de campo elétrico induzido, criado pela variação do campo magnético.

De maneira análoga se um campo elétrico, existente em certa região, sofrer uma variação, esta variação faz aparecer, nesta região, um campo magnético induzido. Estas eram as idéias de Maxwell, um campo magnético pode ser produzido não só por uma corrente elétrica, mas também por um campo elétrico variável.

A maior consequência destas idéias é a existência de ondas eletromagnéticas, que podem ser obtidas, por exemplo, alimentando-se as espiras de um eletroímã com uma fonte de corrente alternada. Nestas espiras surgirá um campo magnético oscilante, variando seu módulo e sentido no decorrer do tempo. Como há variação do campo magnético, aparecerá nas proximidades do eletroímã um campo elétrico induzido. Este campo, também variando no tempo, dará origem a um campo magnético induzido, e assim sucessivamente. Então devemos ter a propagação pelo espaço de uma sucessão de campos induzidos, variáveis, elétricos e magnéticos, que se irradiam em todas as direções.

Maxwell deduziu, pelas suas equações, que esta perturbação eletromagnética, ao se propagar pelo espaço, deveria apresentar características de um movimento ondulatório, podendo, portanto, sofrer reflexão, refração, difração e interferência, como qualquer onda.

A esta perturbação, que é uma sequência de campos elétricos e magnéticos propagando-se no espaço, damos o nome de **onda eletromagnética**.

A oscilação dos campos elétrico e magnético ocorre de maneira ondulatória, sendo que os campos são perpendiculares entre si e, também, perpendiculares à direção de propagação da onda.

#### 10. ANTENA: UM DIPOLO ELÉTRICO OSCILANTE

O modelo básico de antena é a antena dipolo, construída de material metálico, preferencialmente o cobre ou o alumínio. A estrutura física da antena é montada com hastes de metal eletrizadas por uma corrente alternada, que submete os elétrons livres do metal a campos elétricos de sentidos contrários.

Os elétrons livres, ao serem submetidos a um campo elétrico alternado, deslocam-se de uma região para outra no metal. Esta movimentação oscilante das cargas gera a radiação eletromagnética, a onda de rádio.

Pode-se ter a falsa impressão de que a onda eletromagnética irradiada por uma antena seja de baixa intensidade por estarmos sempre falando de cargas elétricas, no caso elétrons oscilando pelo fio, mas não podemos esquecer que a quantidade de elétrons livres, mesmo num fino tubo de alumínio, é da ordem de  $10^{23}$ . Todas estas cargas deslocando-se, induzidas pela variação do campo elétrico, geram uma superposição de ondas com alta energia.

Como exemplo podemos citar emissoras de rádio comerciais que possuem sistemas irradiantes que transmitem com uma potência de 600 mil watts, ou mais.

Para as atividades desenvolvidas na Estação Radioamadora PY3CM do Colégio Militar de Porto Alegre as transmissões serão emitidas dentro da faixa de 125 W a 1.000 W, de acordo com as normas de potência permitidas pela ANATEL[1].

#### 11. PRINCIPAIS TIPOS DE ANTENAS

As antenas utilizadas pelos radioamadores podem ser omnidirecionais ou direcionais.

Dentro da classificação omnidirecional há um tipo básico, a antena vertical. Como o nome diz, é constituída de um elemento vertical de um quarto de onda de tamanho, sendo que o outro um quarto de onda necessário para completar o tamanho de meio comprimento de onda é constituído de estrutura metálica, rígida, ou maleável.

As antenas vistas instaladas em automóveis são do tipo vertical e usam o chassi metálico do veículo como complemento de elemento irradiante. As estações de rádio AM comerciais transmitem seus sinais utilizando uma antena vertical, constituída de uma torre com um quarto de onda de altura e uma rede de malhas de cobre instaladas no solo também com comprimento de um quarto de onda.

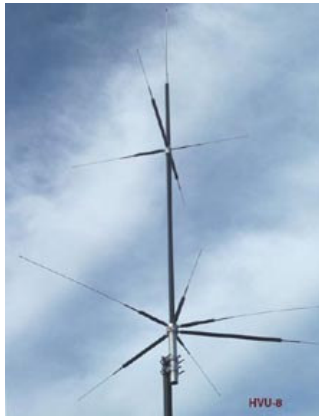
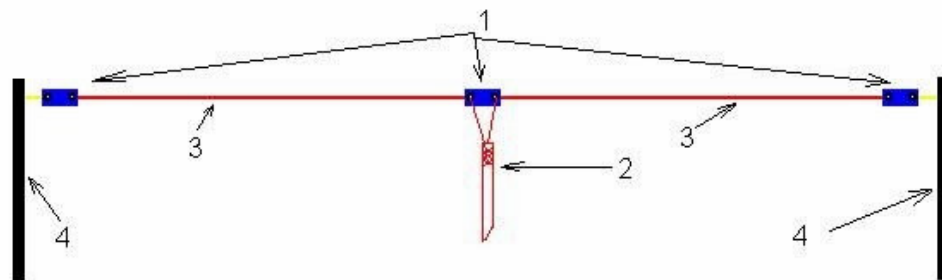


Figura 3 – Antena vertical. Foto obtida em [6].

Quando estudamos as antenas direcionais, nos deparamos com vários tipos e tamanhos. Citaremos aqui os principais, a saber:

a. Dipolo – é constituída de duas hastes metálicas de um quarto de onda cada. A direção de propagação é perpendicular à direção das hastes.



Antena dipolo

1 - Isoladores

2 - Linha de transmissão

3 - Condutores da antena

4 - Mastros da antena

Figura 4 – Antena dipolo. Conforme descrito em [7].

b. YAGI – além do dipolo irradiante, com tamanho de meio comprimento de onda, possui um elemento refletor, e elementos diretores, dispostos num mesmo plano. A direção de propagação é perpendicular à linha dos elementos, com transmissão e recepção prioritária no sentido dos elementos diretores. Normalmente é construída para uma frequência específica. É equipamento de alta direcionalidade e com alta eficiência, tanto na transmissão como na recepção dos sinais de rádio.



Figura 5 – Torre com quatro antenas YAGI, cada uma construída para determinada frequência. Foto obtida em [8].

c. Log-Periódica – utiliza uma estrutura parecida com a antena YAGI, porém com elementos de tamanhos variados e abrange, por vezes, toda uma faixa de frequência, por exemplo, a faixa HF, de 3 a 30 MHz. Leva o nome de log-periódica por usar escala logarítmica na determinação do tamanho das hastes. É direcional no sentido das hastes de menor tamanho.



Figura 6 –Antena Log-periódica para faixa de HF. Foto obtida em [9].

d. Triangular (Delta Loop) – como o nome diz, forma um triângulo, com perímetro aproximado de um comprimento de onda. Ao ser montada, a base do triângulo fica paralela ao solo e o vértice oposto na vertical. Sua direcionalidade é ortogonal ao plano que delimita o triângulo.

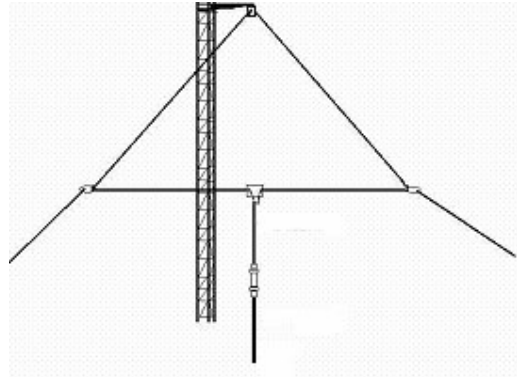


Figura 7 – Antena triangular (Delta Loop). Figura obtida em [10].

e. Fio longo (Long Wire) – antena composta de um fio metálico, com tamanho de um comprimento de onda. A conexão com o transceptor é feita por uma das extremidades. A direção de propagação é ao longo do fio.

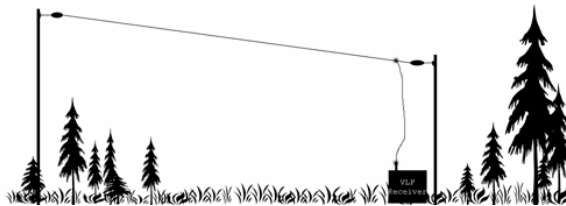


Figura 8 – Antena de fio longo (Long Wire). Foto obtida em [11].

f. Parabólica – possui um receptor localizado no foco de uma parábola. Uma seção da parábola, construída de metal, concentra no receptor o sinal recebido em toda sua área. Muito útil para sinais de baixa intensidade e alta direcionalidade. Sua aplicação mais visível são as antenas de recepção de sinais de TV via satélite, com faixa de frequência próxima dos 10 GHz. As antenas parabólicas são utilizadas também na radioastronomia e nas sondas espaciais.

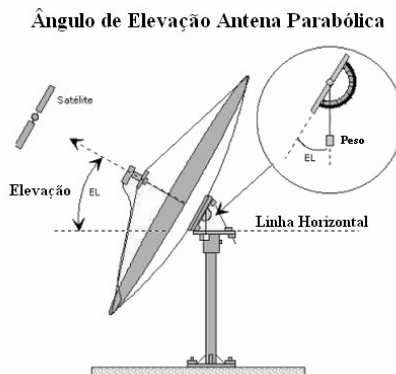


Figura 9 – Antena parabólica para recepção de sinais de TV via satélite. Figura obtida em [12].

## 11. CONCLUSÃO

A antena é o componente dos equipamentos rádio responsável pela transmissão e recepção efetiva dos sinais de radiofrequência.

Sua construção requer cuidados técnicos e estudos continuados para se obter a eficiência e desempenho necessários para estabelecer comunicação com outras estações localizadas em âmbito regional, nacional e internacional.

Para as atividades práticas do nosso projeto iremos construir três tipos de antenas; vertical, dipolo e uma antena diretiva tipo Yagi. O tamanho das antenas obedecerá à frequência de operação nas faixas permitidas aos radioamadores.

## 12. REFERÊNCIAS

1. BRASIL. Anatel. Ministério Das Comunicações (Org.). **Agência Nacional de Telecomunicações**. Disponível em: <<http://www.anatel.gov.br/>>. Acesso em: 13 maio 2010.
2. YOUNG, Hugh D.; SEARS, Francis W.; ZEMANSKY, Mark W.. *Física III*. 10. ed. São Paulo: Pearson Addison Wesley, 2004.
3. USA. Universidade do Colorado. Physics Education Technology (Org.). **Simulação de orientação de campo elétrico**. Disponível em: <[http://phet.colorado.edu/sims/charges-and-fields/charges-and-fields\\_en.html](http://phet.colorado.edu/sims/charges-and-fields/charges-and-fields_en.html)>. Acesso em: 7 set. 2010.



4. TIPLER, Paul A. *Física*. 2ª edição. Rio de Janeiro. Guanabara Dois, 1984.
5. ARAÚJO, Carlos César de (Org.). **Dipolo elétrico**: Linhas de força. Disponível em: <<http://www.gregosetroianos.mat.br/dipolo/index.html>>. Acesso em: 27 set. 2010.
6. UNIVERSAL RADIO INC (Usa) (Org.). **Antena vertical**. Disponível em: <<http://www.universal-radio.com/catalog/hamants/2139.jpg>>. Acesso em: 1 maio 2010.
7. LEITHOLD, Angelo Antonio. **Antena dipolo**. Disponível em: <[http://sites.google.com/site/aantenadipolo/3\\_8\\_Dipolo\\_py5aal-full.JPG](http://sites.google.com/site/aantenadipolo/3_8_Dipolo_py5aal-full.JPG)>. Acesso em: 1 maio 2010.
8. ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DE AMADORES DE RÁDIO PARA A INVESTIGAÇÃO EDUCAÇÃO E DESENVOLVIMENTO (Portugal). Amrad (Org.). **Antena YAGI**. Disponível em: <[http://www.amrad.pt/instalacao\\_observatorio08.jpg](http://www.amrad.pt/instalacao_observatorio08.jpg)>. Acesso em: 1 maio 2010.
9. ARMY TECHNOLOGY (Inglaterra). Net Resources International (Org.). **Antena log-periódica**. Disponível em: <[http://www.army-technology.com/contractor\\_images/radiant-antennas/3-hf-log.jpg](http://www.army-technology.com/contractor_images/radiant-antennas/3-hf-log.jpg)>. Acesso em: 1 maio 2010.
10. BUTLER, Donald I. **Antena delta loop**: Triangular. Disponível em: <<http://www.hamuniverse.com/vertdeltaloop.GIF>>. Acesso em: 2 maio 2010.
11. KRAMER, Laurence. **Antena long wire**: Antena de fio longo. Disponível em: <[http://home.pon.net/785/equipment/antenna/long\\_wire\\_diagram\\_sm.gif](http://home.pon.net/785/equipment/antenna/long_wire_diagram_sm.gif)>. Acesso em: 2 maio 2010.
12. ELECTRÓNICA (Portugal) (Org.). **Antena parabólica**. Sinais de TV. Disponível em: <<http://www.electronica-pt.com/satelite/elevacao-parabolica.jpg>>. Acesso em: 2 maio 2010.

## **Apêndice G**

MINISTÉRIO DA DEFESA  
EXÉRCITO BRASILEIRO  
D E C Ex – D E P A  
COLÉGIO MILITAR DE PORTO ALEGRE  
“COLÉGIO CASARÃO DA VÁRZEA”  
ESTAÇÃO RADIOAMADORA PY3CM

FUNDAMENTOS DE ELETRICIDADE E ELETRÔNICA

Prof. Gentil César Bruscato

Porto Alegre

2010

## 1. INTRODUÇÃO

É necessário ter conhecimentos básicos de eletricidade e eletrônica para o desenvolvimento dos trabalhos na estação rádio. O estudo da eletricidade e da eletrônica é extenso e complexo, podendo ser efetivado em diversos níveis, de acordo com a necessidade. No nosso caso, é preciso saber características básicas como nome, função, faixa de valores, emprego prático dos componentes, associação de resistores e capacitores. Precisamos conhecer algumas relações matemáticas simples entre as grandezas fundamentais da eletricidade e da eletrônica.

## 2. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS

### Corrente elétrica

A corrente elétrica são os elétrons em movimento. Considere um material condutor composto de metal como o cobre, por exemplo. O átomo de cobre tem número atômico 29. Em seu núcleo há 29 prótons e 35 neutrons. Quando neutro, sua eletrosfera contém 29 elétrons, distribuídos em quatro camadas: K com 2 elétrons, L com 8 elétrons, M com 17 elétrons e N com 2 elétrons.

Os elétrons das camadas internas estão fortemente ligados ao núcleo, porém os elétrons da última camada podem ser retirados de suas órbitas com pouca energia; quando isto ocorre, eles passam a constituir os chamados elétrons livres.

*“Em circuitos formados por fios de metal, são os elétrons que formam a corrente. Isto porque um ou mais elétrons de cada átomo do metal estão livres para se mover através da rede atômica. Estes portadores de carga são chamados elétrons de condução.”* [1, pág. 393]

Dentro da estrutura de um fio de cobre os muitos elétrons livres constituem o denominado mar de elétrons. Dentro deste mar, os elétrons livres apresentam movimento aleatório. Porém, quando existe uma diferença de potencial entre as extremidades deste fio haverá um fluxo de elétrons, a **corrente elétrica**. Quanto maior o fluxo dos elétrons, maior será a corrente elétrica.

*“Em fluidos condutores – tais como o líquido usado na bateria dos carros – entretanto, são íons positivos que normalmente constituem o fluxo de carga elétrica.”* [1, pág. 393].

No SI a intensidade de corrente elétrica ( $I$ ) é medida em ampères (A).

### Tensão

Um corpo eletrizado, tanto positiva como negativamente, produz na sua vizinhança um campo elétrico. Ao se colocar uma carga de prova nesta vizinhança, sobre esta carga será aplicada uma força elétrica. Se a carga de prova se deslocar devido à aplicação da força elétrica, de um ponto  $x$  para um ponto  $y$ , então esta força realizará um trabalho. A força elétrica está transferindo uma certa quantidade de energia para a carga de prova. A razão entre o trabalho realizado pela força sobre a carga, para deslocá-la de  $x$  para  $y$ , e o valor da carga é denominada diferença de potencial (d.d.p.), tensão, ou voltagem entre os pontos  $x$  e  $y$ .

A diferença de potencial  $V_{xy}$  é a tensão entre os pontos  $x$  e  $y$ , e é definida por:

$$V_{xy} = \frac{\tau_{xy}}{q},$$

onde  $\tau_{xy}$ , é o trabalho realizado pela força elétrica para levar a carga de prova do ponto  $x$  para o ponto  $y$  e  $q$  é o valor da carga que foi deslocada.

No SI,  $\tau_{xy}$  é medido em joules (J),  $q$  em coulombs (C), e  $V_{xy}$  em volts (V).

### Resistência

A resistência elétrica é a característica dos materiais se oporem à passagem da corrente elétrica.

Na análise da resistência dos materiais há duas classificações, os ôhmicos e os não-ôhmicos. O nosso interesse de estudo será restrito aos materiais ôhmicos, por abrangerem a maioria dos metais. Os materiais ôhmicos são aqueles em que a resistência elétrica independe da corrente elétrica que os percorre. No caso de um fio condutor de cobre, a resistência é uma constante de proporcionalidade entre a diferença de potencial aplicada nas extremidades deste condutor e a corrente elétrica que o percorre. Neste caso, a diferença de potencial  $V$  é dada por:

$$V = RI,$$

onde  $R$  é a resistência e  $I$  é a intensidade da corrente elétrica.

No SI,  $R$  é medido em ohms ( $\Omega$ ).

*“Nos materiais ôhmicos, a resistência de um fio condutor é proporcional ao comprimento do fio e inversamente proporcional à área de sua seção reta. A constante de proporcionalidade é a resistividade do condutor.”* [2, pág. 686]

Se  $\rho$  é a resistividade (resistência elétrica específica), então:

$$R = \rho \frac{L}{A}.$$

No SI,  $\rho$  é medida em ohm-metro ( $\Omega.m$ ). Nesta expressão,  $L$  é o comprimento do fio e  $A$  é a área da seção reta do condutor.

A temperatura também influencia na resistência do fio condutor; porém, para os nossos padrões de estudo, esta variação é desprezível. Alguns valores de resistividade estão apresentados na tabela 1.

Material	Resistividade ( $\Omega.m$ )
Prata	$1,68 \times 10^{-8}$
Cobre	$1,69 \times 10^{-8}$
Alumínio	$2,75 \times 10^{-8}$
Tungstênio	$5,25 \times 10^{-8}$
Ferro	$9,68 \times 10^{-8}$
Platina	$10,6 \times 10^{-8}$
Manganina	$48,2 \times 10^{-8}$
Silício Puro	$2,5 \times 10^3$
Vidro	$10^{10} - 10^{14}$

Tabela 1: Alguns valores de resistividade a 20°C [3].

Nota: A resistividade  $\rho$  é uma característica microscópica de cada material, já a resistência  $R$  é uma característica macroscópica do condutor (resistor), que leva em conta sua geometria determinada pelo comprimento e área da seção reta.

### Potência

Potência é a rapidez com a qual uma certa quantidade de energia é transformada, ou a rapidez com que o trabalho é realizado.

Sempre que uma força produz algum tipo de movimento, dizemos que está sendo realizado um trabalho.

Em um circuito elétrico submetido a uma diferença de potencial, há o deslocamento de elétrons, ou seja, uma corrente elétrica. A força elétrica está movimentando os elétrons e, portanto, está sendo realizado um trabalho para deslocar estes elétrons.

Em um paralelo com a mecânica, onde, quanto maior for a rapidez para executar um trabalho, maior será a potência mecânica, temos que, na eletricidade, quanto maior a rapidez com que é realizado o trabalho para movimentar os elétrons, maior será a potência elétrica.

A unidade de potência no SI é o watt (W). Como diferença de potencial ( $V$ ) é razão do trabalho pelo valor da carga, e corrente elétrica ( $I$ ) é a carga que atravessa um condutor na unidade de tempo, então a potência ( $P$ ) é dada por:

$$P = VI .$$

### Capacitância

A capacidade de um dispositivo de armazenar e fornecer carga elétrica é denominada capacitância. Esta característica faz com que a capacitância se oponha às variações de tensão no circuito.

Os condutores e isolantes podem adquirir carga elétrica, podendo ser carga negativa se há excesso de elétrons ou carga positiva se há falta de elétrons.

Se aplicarmos uma tensão a um par de placas condutoras próximas uma da outra, mas sem se tocarem, entre as placas se estabelecerá uma diferença de potencial correspondente à tensão aplicada. Ao se remover a fonte as placas permanecem com a carga elétrica. Caso se conecte as placas a um condutor, estas voltam a ter carga nula. Este dispositivo é chamado de capacitor.

O valor da capacitância ( $C$ ) é determinado pela razão entre a carga elétrica armazenada e a tensão entre as placas, definida por:

$$C = \frac{q}{V},$$

onde  $q$  é a carga elétrica e  $V$  é a diferença de potencial entre as placas.

No SI a capacitância  $C$  é medida em farad (F).

Por ser uma unidade muito grande para os valores utilizados em circuitos elétricos e eletrônicos, utiliza-se na prática os submúltiplos do farad, como o microfarad ( $\mu\text{F}$ ),  $10^{-6}$  F, o nanofarad (nF),  $10^{-9}$  F e o picofarad (pF),  $10^{-12}$  F.

Uma vez que o capacitor armazena cargas elétricas, é legítimo pensar que quanto maior a área das placas maior a capacitância, pois maior será a quantidade de material sujeito a ceder ou receber elétrons.

Quanto menor a distância entre as placas, maior será a força elétrica, aumentando assim a capacitância.

Se a distância entre as placas influencia no valor da capacitância, um material isolante colocado entre as placas, que permita que fiquem mais próximas, sem ocorrer a descarga, também aumenta a capacitância. Este aumento da capacitância promovido pela utilização de um material dielétrico costuma ser comparado ao o ar como dielétrico. Ou seja, se a utilização de uma substância como dielétrico multiplicar por quatro o valor da capacitância em relação ao ar, dizemos que esta substância tem **constante dielétrica** quatro.

O fatores que influem no valor da capacitância ( $C$ ) respeitam a seguinte relação matemática:

$$C = \frac{KA}{D},$$

onde  $K$  é a constante dielétrica,  $A$  é a área das placas e  $D$  a espessura do dielétrico, ou seja, a distância de separação entre as placas.

Logo, o valor da capacitância é diretamente proporcional à área das placas e à constante dielétrica e inversamente proporcional à distância entre elas.

### Indutância

Num condutor onde não há corrente elétrica os elétrons livres deslocam-se aleatoriamente e seus campos magnéticos se anulam. Ao aplicarmos uma corrente elétrica nas extremidades do condutor os elétrons livres passam a se movimentar de maneira ordenada e seus campos magnéticos se superpõem, produzindo campo magnético em torno do condutor.

Por outro lado, se um condutor se move na região de influência de um campo magnético, estabelece-se uma corrente induzida neste condutor. O campo magnético influencia os elétrons, fazendo com que se movam ordenadamente. Este movimento de elétrons é chamado de diferença de potencial induzida. O valor da d.d.p. induzida varia em função da rapidez relativa do condutor através do campo, do sentido do movimento do condutor em relação ao campo, do comprimento do condutor e ainda da intensidade do campo magnético.



Esta interação entre o campo magnético e o movimento relativo do condutor é que produz, no condutor, os efeitos elétricos do que chamamos de indutância, o componente respectivo sendo o indutor.

Na ausência da corrente elétrica os elétrons movimentam-se aleatoriamente. Quando há uma corrente elétrica percorrendo um condutor os elétrons livres são forçados a deslocarem-se ordenadamente. Estes elétrons oferecem uma oposição inicial a este movimento ordenado. Assim como, também, ao cessar a corrente os elétrons ainda permanecerão, por breve instante, em movimento ordenado antes de voltarem ao seu movimento naturalmente aleatório. Esta característica, comparável a um tipo de “inércia” elétrica, é a razão pela qual dizemos que a indutância se opõe à variação de corrente no circuito.

O símbolo de indutância é ( $L$ ), e sua unidade no SI é o Henry (H).

### Impedância

Normalmente um equipamento eletrônico é construído com vários componentes. que submetem a corrente elétrica circulante aos efeitos de resistência, capacitância e indutância, sendo que cada uma destas características elétricas é responsável por gerar algum tipo de efeito sobre a corrente elétrica.

A soma dos efeitos que resistores, capacitores, indutores, semicondutores, etc., produzem na corrente elétrica, gera um efeito chamado de impedância, que é a oposição total que uma corrente sofre ao percorrer um circuito.

O símbolo de impedância é ( $Z$ ), e sua unidade no SI é o ohm ( $\Omega$ ).

## 3. COMPONENTES BÁSICOS

### Resistor

Todos os dispositivos eletrônicos e elétricos apresentam resistência à passagem de corrente elétrica. Quando esta resistência não é suficiente para o que necessitamos, fazemos uso de resistores para atingir os valores esperados de tensão e corrente elétrica num circuito. Os resistores são componentes que são utilizados para aquecer, limitar a corrente elétrica ou produzir queda de tensão.

Os valores usuais de um resistor podem variar de décimos de ohms a centenas de megaohms. Além da indicação do valor da resistência propriamente dita, também se faz necessária a indicação da potência máxima que o resistor pode dissipar.

Como exemplo de resistores podemos citar aqueles de uso típico na eletrônica com potência máxima de dissipação de 1/8 de watt, e os resistores de chuveiros elétricos que podem atingir 7.500 watts de potência dissipada.

Há uma grande variedade de resistores com valores fixos e variáveis fabricados com fios especiais para resistores, compostos de carvão e película metálica (Figura 1).

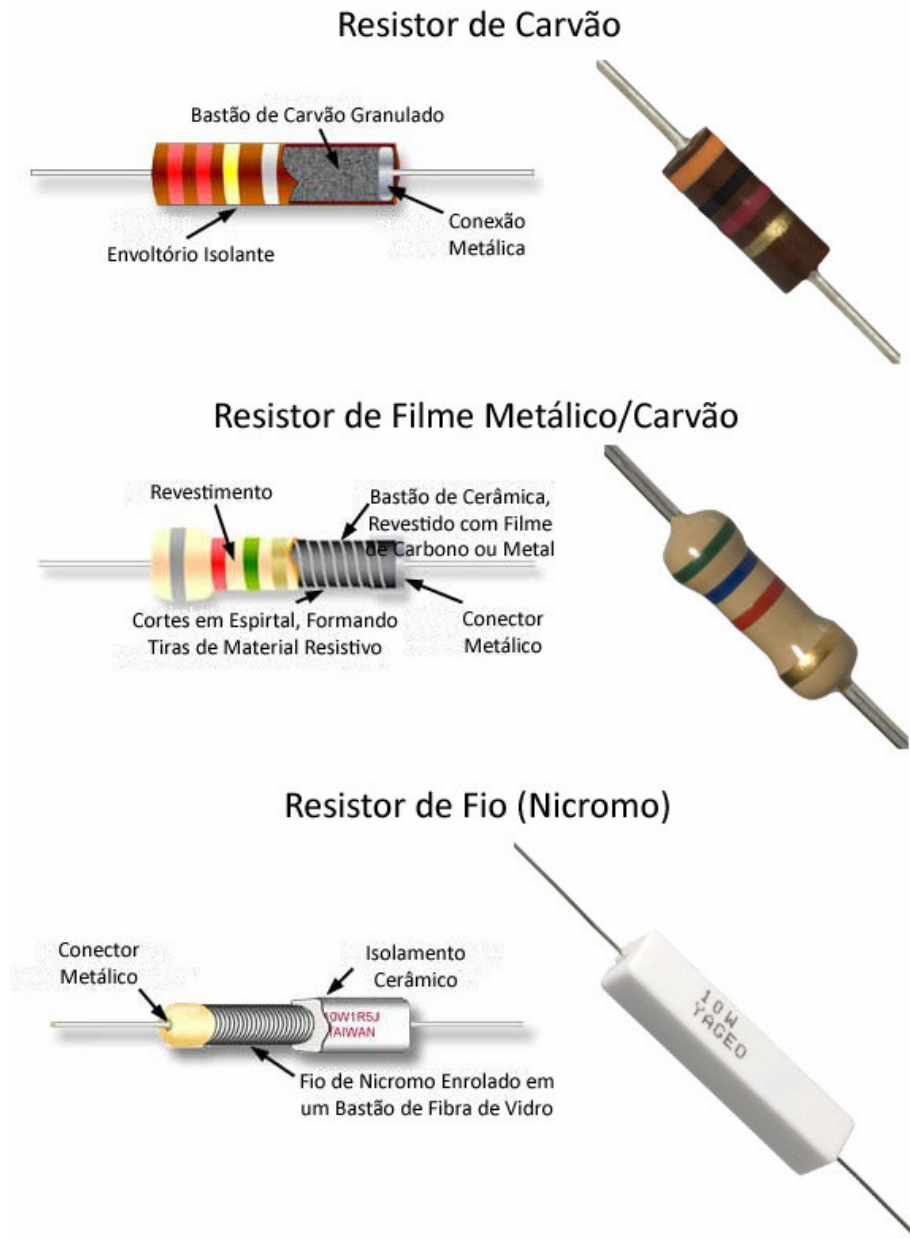


Figura 1. Exemplo de tipos diferentes de resistores [4].

Os resistores de maior tamanho têm suas especificações de resistência e potência dissipada impressos no corpo. Porém há resistores pequenos, onde fica inadequado escrever os valores. Utiliza-se, então, um código de cores, (Figura 2), para indicação do valor da resistência do resistor, e estima-se o valor da potência dissipada pelo tamanho.

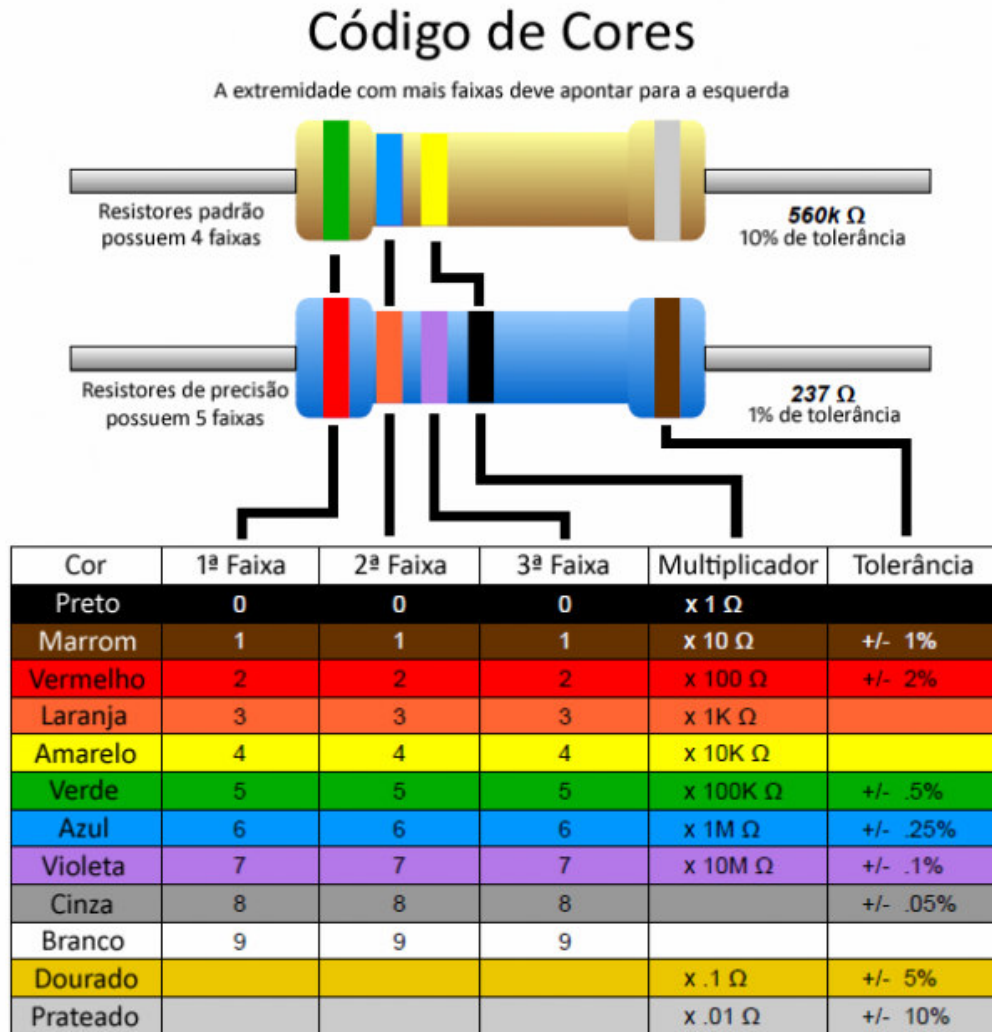


Figura 2: Código de cores para resistores [4].

Símbolos de resistores:



Resistor fixo (acima) e variável (abaixo)



Associação de resistores:

Na associação de resistores em paralelo, todos estão submetidos à mesma tensão. A relação matemática é:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \dots,$$

onde  $R_{eq}$  é o valor da resistência equivalente, e  $R_1, R_2, R_3, \dots$  são as resistências que fazem parte da associação.

Na associação de resistores em série, todos estão submetidos à mesma intensidade de corrente. A relação matemática é:

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 \dots,$$

onde  $R_{eq}$  é o valor da resistência equivalente, e  $R_1, R_2, R_3, \dots$  são as resistências que fazem parte da associação.

### Capacitor

Os capacitores são construídos, basicamente, com duas placas condutoras que podem armazenar carga elétrica e são separadas por um isolante.

Os primeiros capacitores foram construídos com placas de metal maciço. Mais modernamente usa-se folhas de alumínio para compor as placas, e como dielétricos são usados plásticos, mica, papel, cerâmica, óleo, óxidos metálicos e ar.

Há muitos tipos de capacitores (Figura 3), que normalmente são classificados pelo seu valor de capacitância, seus dielétricos e se são fixos ou variáveis.

Os capacitores típicos são utilizados em circuitos com corrente alternada, e possuem baixo valor de capacitância. Quando se faz necessário utilizar valores maiores de capacitância deve-se recorrer aos capacitores eletrolíticos, que só funcionam em circuitos de corrente contínua. Estes são chamados de eletrolíticos pois um líquido denominado eletrólito é depositado sobre o dielétrico.

Símbolos de capacitores:

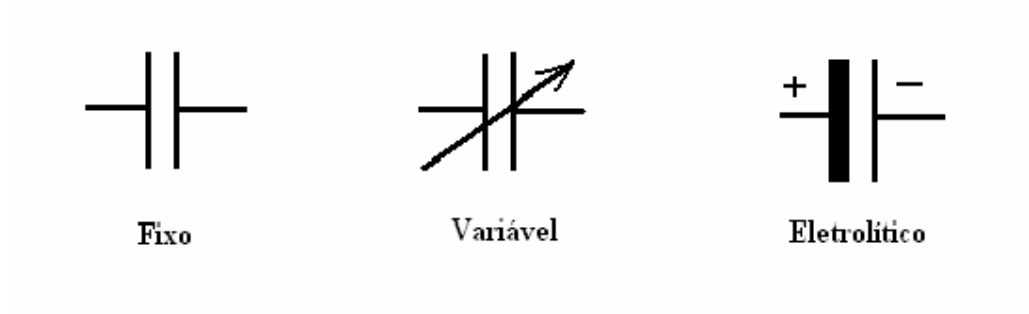
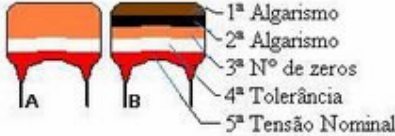


Figura 3: Diferentes tipos de capacitores [5].

Como são variados os tipos de encapsulamento e de identificação dos capacitores, é útil conhecer o código de cores para capacitores (Figura 4), assim como o código alfanumérico para capacitores (Figura 5). Estão disponíveis na rede mundial de computadores tabelas completas, como, por exemplo, em, [6].



	1ª Algarismo	2ª Algarismo	3ª N° de zeros	4ª Tolerância	5ª Tensão
PRÊTO	0	0	-	± 20%	-
MARROM	1	1	0	-	-
VERMELHO	2	2	00	-	250V
LARANJA	3	3	000	-	-
AMARELO	4	4	0000	-	400V
VERDE	5	5	00000	-	-
AZUL	6	6	-	-	630V
VIOLETA	7	7	-	-	-
CINZA	8	8	-	-	-
BRANCO	9	9	-	± 10%	-

Figura 4: Tabela de cores para capacitores [7].



Figura 5: Exemplo de código alfanumérico de capacitores [7].

Associação de capacitores:

Na associação de capacitores em paralelo há um aumento do valor da capacitância em função do aumento da área da placas que podem ser carregadas. A relação matemática é:

$$C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3 \dots,$$

onde  $C_{eq}$  é o valor da capacitância equivalente, e  $C_1, C_2, C_3, \dots$  são as capacitâncias que fazem parte da associação.

Na associação de capacitores em série a capacitância diminui, porque aumenta a distância entre as placas. A relação matemática é:

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} \dots,$$

onde  $C_{eq}$  é o valor da capacitância equivalente, e  $C_1, C_2, C_3, \dots$  são as capacitâncias que fazem parte da associação.

## Indutor

Os indutores são componentes elétricos, normalmente em forma de bobinas, e têm como principal função o armazenamento de energia elétrica no campo magnético formado pela corrente elétrica que por eles circula.

Vários são os fatores que influenciam no valor da indutância, tais como, número de espiras da bobina, material do núcleo, forma da bobina, espaçamento entre as espiras, etc. Também são inúmeros os tipos e modelos de indutores (Figura 6).

Sensores, filtros de fonte de alimentação, divisores de frequência e circuitos ressonantes, são alguns dos exemplos de aplicações dos indutores.



Figura 6: Exemplos de tipos de indutores [8].

A determinação do valor da indutância de cada indutor só pode ser determinado com o auxílio de instrumento de medida.

Associação de indutores:

Na associação de indutores em paralelo todos estão submetidos à mesma tensão. A relação matemática é:

$$\frac{1}{L_{eq}} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3} \dots,$$

onde  $L_{eq}$  é o valor da indutância equivalente, e  $L_1, L_2, L_3, \dots$  são as indutâncias que fazem parte da associação.

Na associação de indutores em série todos estão submetidos à mesma intensidade de corrente. A relação matemática é:

$$L_{eq} = L_1 + L_2 + L_3, \dots,$$

onde  $L_{eq}$  é o valor da indutância equivalente, e  $L_1, L_2, L_3, \dots$  são as indutâncias que fazem parte da associação.

### Fusível

O fusível é um componente elétrico construído com a finalidade de proteção dos circuitos elétricos. Sua função é interromper o circuito, caso este seja percorrido por um valor de corrente elétrica acima do especificado.

Os fusíveis são construídos com lâmina ou filamento de um material, geralmente metal, que pode se fundir pelo aquecimento causado pelo excesso de corrente. Temos a seguir alguns exemplos de fusíveis; na Figura 7, para utilização em equipamentos eletrônicos e, na Figura 8, para utilização em painéis de fusíveis de automóveis.

As especificações de um fusível levam em conta três fatores preponderantes: corrente de ruptura, tensão de trabalho e encapsulamento que pode ser de vidro, cerâmica, plástico, papel, etc.

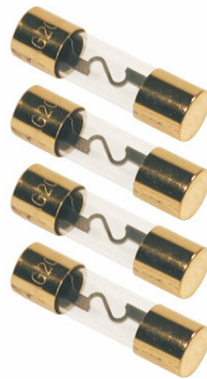


Figura 7: Fusíveis com encapsulamento de vidro [9].



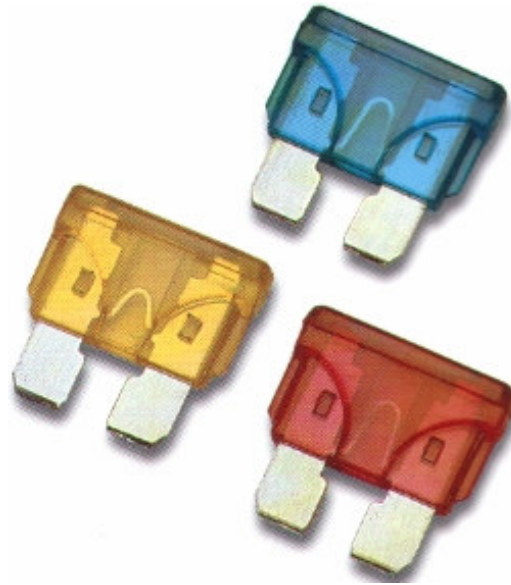


Figura 8: Fusíveis com encapsulamento de plástico [10].

Símbolos de fusível:



### Disjuntor

O disjuntor é um componente que possui a função de oferecer proteção ao circuito elétrico contra sobrecarga de intensidade de corrente elétrica.

Assim como o fusível, o disjuntor interrompe o fornecimento de energia elétrica caso o nível de intensidade de corrente elétrica exceda o valor previsto. Porém, o fusível precisa ser substituído a cada interrupção do circuito; já o disjuntor é um dispositivo eletromecânico que interrompe o circuito quando circula uma corrente elétrica excessiva e após a normalização do circuito pode ser religado sem necessidade de substituição.

As características que definem qual disjuntor a ser utilizado são, basicamente, tensão e corrente do circuito. Abaixo, na Figura 9, há um disjuntor aberto com descrição de suas partes principais.

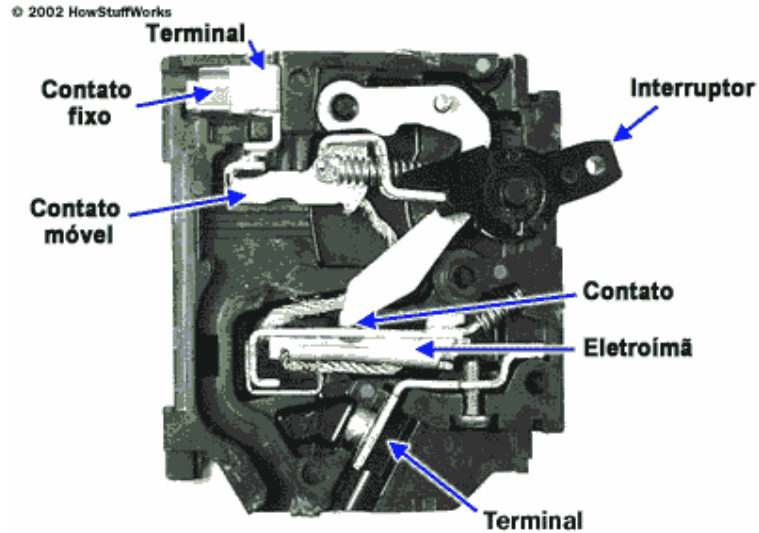


Figura 9: Principais partes de um disjuntor [11].

### Potenciômetro

O potenciômetro nada mais é do que um resistor ajustável. O modelo básico consta de cilindro com resistor ajustável, três terminais para conexão no circuito e eixo para ajuste do valor da resistência.

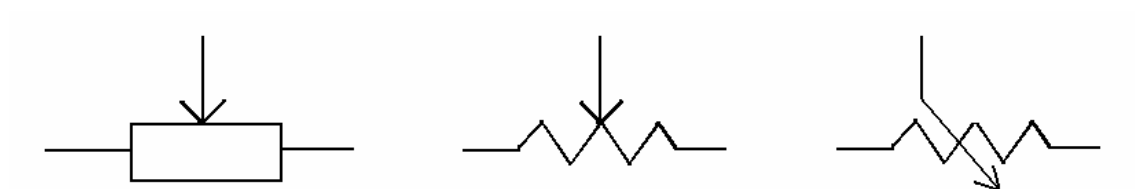
Trata-se de componente de diversificada fabricação e larga utilização. Mostramos alguns exemplos de potenciômetro na Figura 10. A aplicação mais visível do potenciômetro no uso diário é o controle de intensidade sonora em aparelhos de áudio.

A classificação dos potenciômetros se dá pela definição da faixa de variação da resistência, que pode ser de unidades de ohm até megaohms, e pela máxima potência elétrica controlável, comumente entre 1/8 de watts e 5 watts, o tipo de encapsulamento e a tolerância.



Figura 10: Exemplos de potenciômetros [12].

Símbolos de potenciômetro:



### Transformador

Os transformadores são componentes elétricos que se destinam a fornecer energia elétrica entre diferentes circuitos modificando valores de tensão e corrente. Por usarem a indução magnética, seu funcionamento exige corrente alternada.

Nas usinas de geração de energia elétrica são utilizados para elevar a tensão das linhas de transmissão para até centenas de milhares de volts, o que permite transportar altas potência com baixa corrente, diminuindo as perdas no transporte da energia. Antes de chegar às nossas residências os transformadores diminuem os valores de tensão para níveis adequados de segurança e utilização.

Os transformadores também têm larga utilização para adequar a tensão de equipamentos à tensão da rede de energia elétrica. São os transformadores que modificam a tensão de 110 volts para 220 volts e vice-versa.

Normalmente um transformador possui uma entrada de tensão, chamada de primário e uma saída, chamada de secundário. Tanto o primário como o secundário são bobinas enroladas em um núcleo de material condutor.

A relação entre o número de espiras das bobinas e a tensão, no primário e no secundário, é a seguinte:

$$N_p V_s = N_s V_p,$$

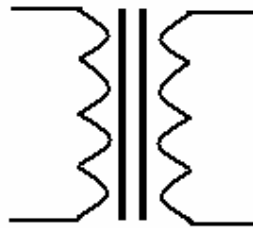
onde  $N_p$  é o número de espiras do primário,  $V_s$  é a tensão do secundário,  $N_s$  é o número de espiras do secundário e  $V_p$  é a tensão do primário.

Outra importante relação matemática das características do transformador é a relação corrente-tensão:

$$I_p V_s = I_s V_p,$$

onde  $I_p$  é a intensidade de corrente do primário,  $V_s$  é a tensão do secundário,  $I_s$  é a intensidade de corrente do secundário e  $V_p$  é a tensão do primário.

Símbolo de transformador:



### Interruptor

Os interruptores são componentes elétricos que têm a função de interferir no fornecimento de energia elétrica de um circuito.

Certamente você já operou um interruptor. Toda vez que ligamos ou desligamos uma lâmpada, por exemplo, estamos operando um interruptor.

Estão à disposição do consumidor inúmeros tipos de interruptores, para uso residencial (Figura 11) e para uso industrial (Figura 12).

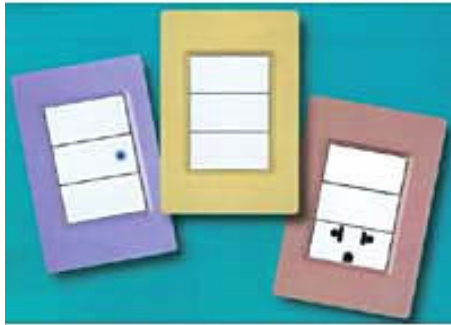


Figura 11: Interruptores para uso residencial [13].



Figura 12: Interruptores para uso industrial [14].

Os principais parâmetros utilizados para definir um interruptor são: aplicação a que se destina, tensão e corrente.

Símbolo de interruptor:



### Válvula eletrônica

A válvula eletrônica é um componente eletrônico construído com dois ou mais eletrodos que são encapsulados em uma ampola de vidro onde se faz vácuo. Entre os eletrodos circula corrente controlada externamente por um dispositivo elétrico.

O princípio de funcionamento das válvulas eletrônicas baseia-se no aquecimento de um metal, possibilitando que seus elétrons de condução sejam removidos com baixos níveis de energia; é o chamado efeito termoiônico.

Construída de maneira adequada, a válvula eletrônica só conduz corrente elétrica num sentido. Esta característica é que lhe rendeu o nome de válvula.

São muitos os tipos, modelos e aplicações das válvulas. A Figura 13 mostra um exemplo de válvula eletrônica, com a descrição dos componentes internos.

A válvula eletrônica foi um dos primeiros componentes que possibilitaram um controle efetivo dos níveis de tensão e de potência, permitindo o que denominamos, normalmente, de amplificação.

Com a evolução dos componentes eletrônicos a válvula foi sendo substituída pelo transistor.

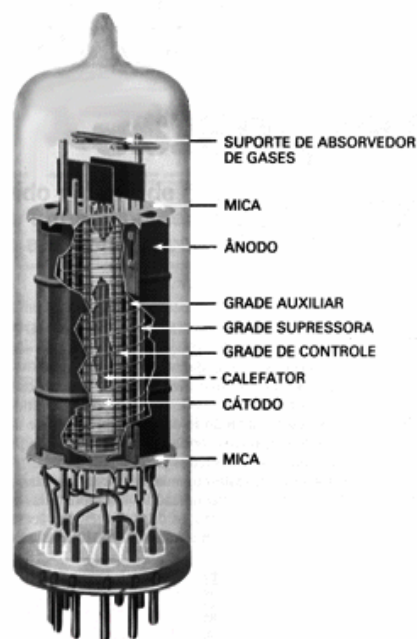


Figura 13: Exemplo de válvula eletrônica [15].

### Transistor

A função primordial do transistor é amplificar. Esta é também a função da válvula eletrônica, porém o transistor não possui filamentos, são componentes em estado sólido que

amplificam os sinais fracos de modo mais eficiente, com menor aquecimento e tamanho (Figura 14). Um transistor é constituído de três camadas de semicondutores, geralmente silício, sendo a camada central, chamada de base, enriquecida com carga contrária às extremidades, chamadas de emissor e coletor. O transistor possibilita controlar uma grande potência entre coletor-emissor através de uma pequena potência, controlada externamente, aplicada na base.

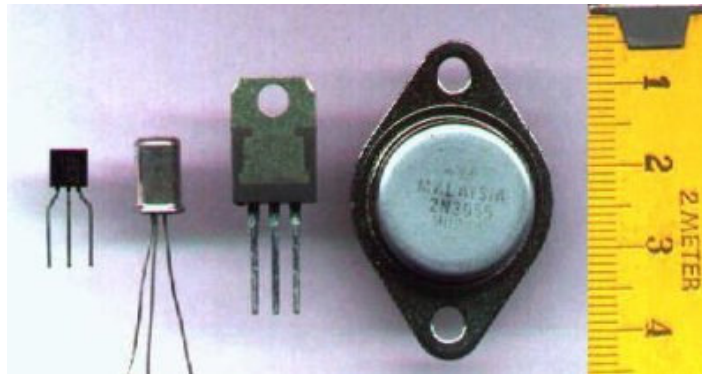


Figura 14: Diferentes modelos de transistores [16].

Se a camada central for enriquecida com elétrons o transistor é denominado PNP. Se há falta de elétrons na camada central o transistor é do tipo NPN, (Figura 15).

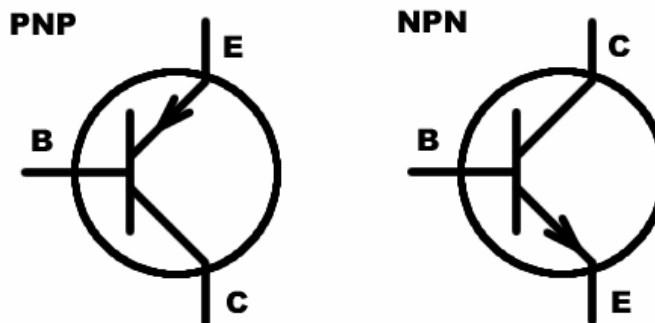


Figura 15: Símbolos de transistores PNP e NPN [17].

### Diodo

Dentre os componentes eletrônicos semicondutores o dispositivo mais simples é o diodo. Utiliza uma junção semicondutora, geralmente silício, composta de uma face com carga líquida positiva e outra face com carga líquida negativa, chamada junção PN.

Dentro de níveis de tensão especificados o diodo só permite passagem de corrente elétrica num único sentido.

Sua aplicação mais simples é na construção de circuitos que transformam corrente alternada em corrente contínua, chamados de circuitos retificadores. Também é utilizado em diversos tipos de circuito analógicos e digitais.

Alguns diodos levam nomes específicos em função de sua aplicação, tais como: diodo túnel, Varicap, SCR, Zener, fotodiodo e diodo emissor de luz (LED). As Figuras 16 e 17 mostram alguns exemplos de diferentes tipos de diodos, a Figura 18 mostra os símbolos dos diodos.

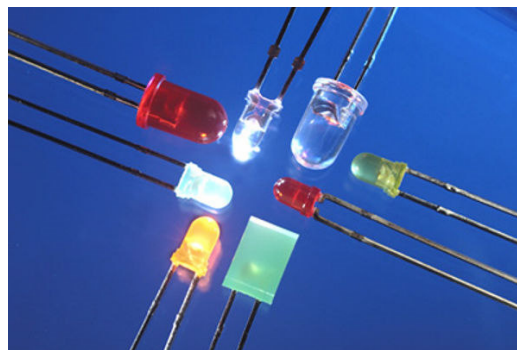


Figura 16: Diversos modelos de LED [18].

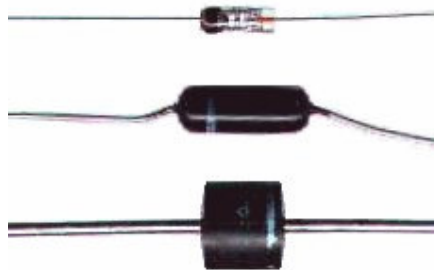


Figura 17: Diodos com diferentes encapsulamentos [19].



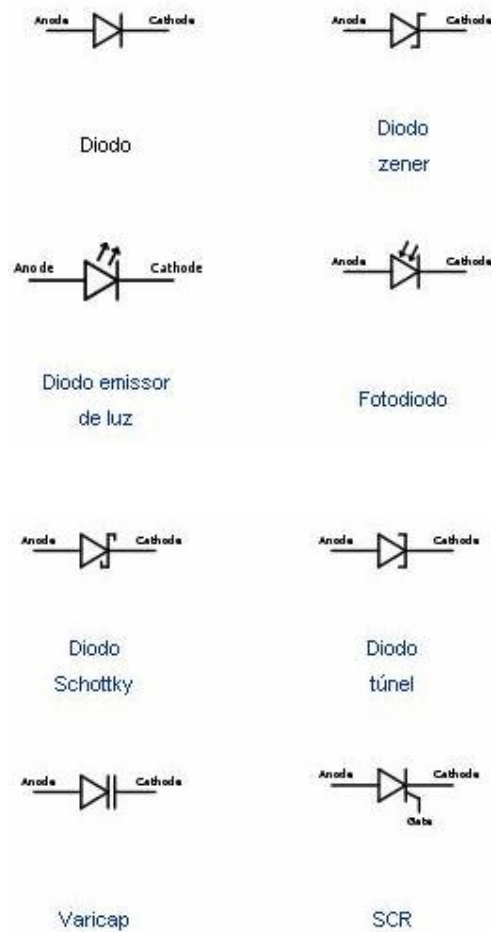


Figura 18: Símbolos de diferentes tipos de diodo [20].

### Circuito integrado

Como o próprio nome diz, um circuito integrado é constituído pela integração, num mesmo componente, de conjuntos de transistores, resistores, capacitores, diodos, etc. A construção dos circuitos integrados foi fundamental para o desenvolvimento da eletrônica, que está presente cada vez mais em todas as atividades do ser humano.

Os circuitos integrados permitiram uma miniaturização excepcional nos circuitos eletrônicos. Computadores, controladores de vôo, eletrônica embarcada em automóveis, aviões, televisores, telefones celulares, amplificadores, etc, são alguns dos exemplos de equipamentos eletrônicos que seriam impensáveis não fosse a invenção dos circuitos integrados. A seguir, alguns exemplos de circuitos integrados (Figura 19).

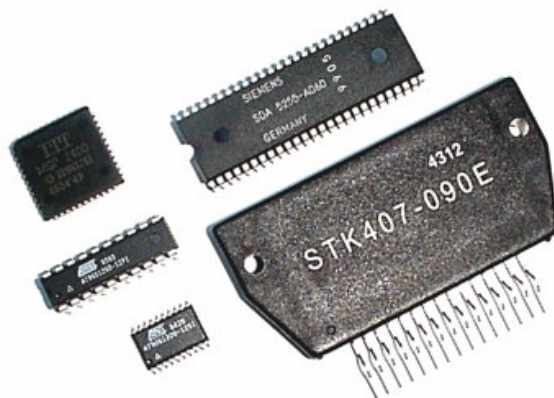


Figura 19: Diferentes circuitos integrados [21].

#### 4. CONCLUSÃO:

A eletricidade e a eletrônica desenvolvem-se com base em pesquisas, trabalhos e experimentação onde a física está presente de maneira indissociável. O conhecimento das características e funcionamento dos componentes elétricos e eletrônicos só é possível com o aprendizado dos conceitos físicos envolvidos no seu planejamento e construção.

Como o nosso trabalho na estação rádio inclui a construção de receptores e transmissores de baixa potência para a faixa de frequência dos radioamadores, faz-se necessária uma compreensão mínima dos conceitos físicos relacionados ao funcionamento de cada componente, o que foi o objetivo desta apostila.

#### 5. REFERÊNCIAS:

1. HEWITT, Paul G. *Física Conceitual*. 9. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.
2. TIPLER, Paul A.. *Física*. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1984.
3. BRASIL. Jefferson Adriany Ribeiro da Cunha. Portal do Professor. **Resistência e resistividade dos materiais**. Disponível em: <<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=379>>. Acesso em: 12 set. 2010.
4. BRASIL. Caldeira Digital. Blog Física (Org.). **Resistores**. Disponível em: <<https://caldeiradigital.wordpress.com/2010/08/30/resistor/>>. Acesso em: 20 set. 2010.

5. SERGIO PAIVA (Brasil). Radioamadores Sem Fronteiras. **Capacitores**. Disponível em: <<http://qapdarf.blogspot.com/2011/04/capacitores-parte-4-final.html>>. Acesso em: 20 set. 2010.
6. LUIZ FERRAZ NETTO (Brasil). Feira de Ciências. **Tabela de capacitores**. Disponível em: <[http://www.feiradeciencias.com.br/sala15/15\\_28.asp](http://www.feiradeciencias.com.br/sala15/15_28.asp)>. Acesso em: 23 set. 2010.
7. APRENDER ELETRÔNICA (Brasil) (Org.). **Código de capacitores**. Disponível em: <<http://www.aprenderelectronica.com.br/codigos-de-capacitores.php>>. Acesso em: 20 set. 2010.
8. TECNOTRAFO (Brasil) (Org.). **Indutores**. Disponível em: <<http://www.tecnotrafo.com.br/paginas/produtos/indutores.htm>>. Acesso em: 21 set. 2010.
9. CHIPPLAZA (Portugal). Informática e Electrónica (Org.). **Fusíveis**. Disponível em: <[http://www.chiplaza.com.pt/acessorios\\_auto1.htm](http://www.chiplaza.com.pt/acessorios_auto1.htm)>. Acesso em: 21 set. 2010.
10. CHE YEN INDUSTRIAL CO LTD (Taiwan) (Org.). **Fusíveis**. Disponível em: <<http://www.che-yen.com.tw/product.html>>. Acesso em: 21 set. 2010.
11. HARRIS, Tom. **Disjuntores**. Disponível em: <<http://eletronicos.hsw.uol.com.br/disjuntores1.htm>>. Acesso em: 22 set. 2010.
12. NORT COMP (São Paulo). Comercial Eletrônica. **Potenciômetros**. Disponível em: <<http://www.nortcomp.com.br/produtos.asp?Ordem=codigofabric+asc>>. Acesso em: 21 set. 2010.
13. TL PUBLICAÇÕES ELETRÔNICAS LTDA (São Paulo) (Org.). **Interruptores**. Disponível em: <<http://www.nei.com.br/produto/2007/10/interruptores+e+tomadas+siemens+ltda.html>>. Acesso em: 22 set. 2010.
14. EMICOL ELETRO ELETRÔNICA SA (São Paulo) (Org.). **Interruptores industriais**. Disponível em: <<http://www.emicol.com.br/Emicol/Web/Onde/Default.aspx?IdCatMenuOnd=015>>. Acesso em: 22 set. 2010.
15. WILLIAN SOLER CHUI (São Paulo). Universidade Presbiteriana Mackenzie (Org.). **Válvulas**. Disponível em: <<http://200.19.92.57/wschui/cix/valvulas.htm>>. Acesso em: 22 set. 2010.
16. WIKISPACES (Usa). Creative Commons (Org.). **Válvulas**. Disponível em: <<http://electro2.wikispaces.com/informe+transistores>>. Acesso em: 23 set. 2010.
17. WIKIMEDIA (Usa). Creative Commons (Org.). **Símbolo de transístores**. Disponível em: <[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Transistor\\_PNP\\_symbol.png](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Transistor_PNP_symbol.png)>. Acesso em: 23 set. 2010.
18. AQUALIZE (Recife) (Org.). Diodo emissor de luz. Disponível em: <<http://www.aqualize.com.br>>. Acesso em: 23 set. 2010.

19. HARRIS, Tom . **Diodos**: Disponível em: <<http://eletronicos.hsw.uol.com.br/led1.htm>>. Acesso em: 23 set. 2010.
20. APRENDER ELETRÔNICA (Brasil) (Org.). **Símbolos de diodos**. <<http://www.aprenderelectronica.com.br/electronica-tipos-de-diodo.php>>. Acesso em: 23 set. 2010.
21. CENTRO ELETRÔNICO (Portugal). **Circuitos integrados**. Disponível em: <[http://www.cec-coimbra.pt/index.php?cPath=1\\_172&osCsid=fssn9tsub8aulevf4uinouille7](http://www.cec-coimbra.pt/index.php?cPath=1_172&osCsid=fssn9tsub8aulevf4uinouille7)>. Acesso em: 23 set. 2010.

## **Apêndice H**

MINISTÉRIO DA DEFESA  
EXÉRCITO BRASILEIRO  
D E C Ex – D E P A  
COLÉGIO MILITAR DE PORTO ALEGRE  
“COLÉGIO CASARÃO DA VÁRZEA”  
ESTAÇÃO RADIOAMADORA PY3CM

ALFABETO FONÉTICO DA OTAN  
E  
CÓDIGO INTERNACIONAL “Q”

Prof. Gentil César Bruscato

## 1. INTRODUÇÃO

As comunicações via rádio, não raras vezes, são estabelecidas em condições de baixa qualidade sonora. Os motivos para esta situação são diversos. Os principais são; distância entre as estações, horários inadequados para tráfego em determinada frequência, mau tempo, má propagação provocada pela deficiência das características de reflexão das ondas eletromagnéticas na ionosfera.

Para minorar esta baixa qualidade sonora o mundo radioamadorístico utiliza-se do alfabeto fonético da OTAN, cuja função é relacionar uma letra a um som específico. Para se referir à letra “a” diz-se *alfa*, para a letra “s” diz-se *sierra*, etc. Sempre que necessário soletrar alguma informação o alfabeto fonético mostra-se muito útil [1].

*“O alfabeto fonético da OTAN é o alfabeto de soletração mais utilizado no mundo. Embora chamados de "alfabetos fonéticos", alfabetos de soletração não têm conexão com sistemas de transcrição fonética como o alfabeto fonético internacional. Ao invés disso, o alfabeto da OTAN define palavras-chave para letras do alfabeto inglês por meio de um princípio acrofônico (Alfa para A, Bravo para B, etc.) para que combinações críticas de letras (e números) possam ser pronunciadas e entendidas por aqueles que transmitem e recebem mensagens de voz por rádio ou telefone, independente de seu idioma nativo, especialmente quando a segurança de navegação ou de indivíduos é essencial.”*

## 2. CÓDIGO INTERNACIONAL “Q”

O Código Internacional “Q” [2] compõe-se de uma sequência de três letras, sempre iniciando pela letra “Q”, onde cada sequência possui um significado pré-determinado. Inicialmente criado para ser utilizado pelas forças armadas britânicas, logo se internacionalizou. Atualmente, o código é muito utilizado nas comunicações com radioamadores de outras línguas, uma vez que o significado da sequência das três letras é de conhecimento mundial. Como as letras têm uma pronúncia diferente em cada idioma, utiliza-se o Alfabeto Fonético Internacional para soletrar as letras do código “Q”. Por exemplo, num contato entre um radioamador brasileiro e um japonês, pode o brasileiro usar a sequência QTH, que significa a pergunta “Qual sua localização?”, soletrando as letras Q, T e H de acordo com o alfabeto fonético da seguinte maneira; *Q (quebec)*, *T (tango)*, *H (hotel)*. Ao que o radioamador japonês responderia *Q (quebec)*, *T (tango)*, *H (hotel)*, e na continuidade soletraria o nome da cidade, por exemplo; *tango*, *oscar*, *kilo*, *yankee*, *oscar*, formando a

palavra Tokyo. O aluno interessado encontrará o Código Internacional “Q” na referência [2].

#### ALFABETO FONÉTICO DA OTAN

Letra	Código	Pronúncia em todas as línguas
A	alpha	al fa
B	bravo	bra vo
C	charlie	txar li
D	delta	del ta
E	echo	é cô
F	foxtrot	fox trot
G	golf	golf
H	hotel	ho tel
I	india	in dĩa
J	juliet	dju li et
K	kilo	qui lô
L	lima	li ma
M	mike	maec
N	november	no vem ber
O	oscar	oss car
P	papa	pa pa
Q	quebec	qué bec
R	romeo	ro mi ô
S	sierra	si er a
T	tango	tam gô
U	uniform	iu ni form
V	victor	vic tor
W	whiskey	uís qui
X	x-ray	ecs rei
Y	yankee	iam qui
Z	zulu	zu lu

### 3. CONCLUSÃO

Criados inicialmente para uso em sistemas militares, o Alfabeto Fonético da OTAN e o Código Internacional “Q” rapidamente foram adotados por instituições civis, tais como, União Internacional de Telecomunicações (UIT), Organização Marítima Internacional (OMI), Federal Aviation Administration (FAA) e também pelos radioamadores. Permitir que pessoas de idiomas diferentes possam se comunicar, sem ser necessário saber o idioma do local do outro operador, é o ponto alto destes sistemas pensados para agilizar e dinamizar as



comunicações via rádio, seja em radiofonia ou em radiotelegrafia. A utilização correta do Alfabeto Fonético da OTAN e do Código “Q” reflete o nível de preparação do operador de rádio.

#### 4. REFERÊNCIAS

1. WIKIPÉDIA (Usa). Alfabeto fonético da OTAN. Disponível em: <[http://pt.wikipedia.org/wiki/Alfabeto\\_fon%C3%A9tico\\_da\\_OTAN#Alfabeto\\_e\\_pron.%20C3.BAncia](http://pt.wikipedia.org/wiki/Alfabeto_fon%C3%A9tico_da_OTAN#Alfabeto_e_pron.%20C3.BAncia)>. Acesso em: 28 mar. 2010.
2. WIKIPÉDIA (Usa). Código Internacional Q. Disponível em: <[http://pt.wikipedia.org/wiki/C%C3%B3digo\\_Internacional\\_Q](http://pt.wikipedia.org/wiki/C%C3%B3digo_Internacional_Q)>. Acesso em: 28 mar. 2010.

## **Apêndice I**

MINISTÉRIO DA DEFESA  
EXÉRCITO BRASILEIRO  
D E C Ex – D E P A  
COLÉGIO MILITAR DE PORTO ALEGRE  
“COLÉGIO CASARÃO DA VÁRZEA”  
ESTAÇÃO RADIOAMADORA PY3CM

CÓDIGO MORSE: O INÍCIO DA TELEGRAFIA MODERNA

Prof. Gentil César Bruscato

Porto Alegre

2010

## 1. INTRODUÇÃO

Em 24 de maio de 1844 foi transmitida a primeira mensagem à distância através do telégrafo, entre as cidades de Washington e Baltimore nos Estados Unidos, numa distância de aproximadamente 64 km. A mensagem foi:

*"What hath God wrought"* ("O que Deus tem forjado").

O telégrafo através de fios e o Código Morse formaram o primeiro sistema de comunicações a longa distância que o mundo conheceu.

O Código Morse foi inventado pelos norte-americanos Samuel Morse e Alfred Vail, seu assistente, por volta de 1840. O código original foi simplificado em 1851, e de chamado código Morse Internacional, que é composto de pontos e traços, formando a base de um sistema binário que, combinados de diferentes maneiras, conseguem representar todas as letras do alfabeto e os números, tendo sido aceito rapidamente em todo o mundo.

Outro grande e ilustre personagem para a criação do telégrafo foi Guglielmo Marconi. Este, baseado em descobertas do físico Heinrich Hertz sobre as ondas eletromagnéticas, que tomaram o nome de ondas hertzianas, criou a radiotelegrafia que veio aumentar significativamente o alcance e a eficiência das transmissões. Pôde-se, desse modo, estabelecer pela primeira vez a comunicação radiotelegráfica entre a Europa e a América, através do Oceano Atlântico, no ano de 1901.

Cabe lembrar que, no Brasil, o padre-cientista Roberto Landell de Moura em 1893, na cidade de São Paulo, já havia feito experimentos bem sucedidos em radiofonia através de ondas eletromagnéticas e também da recepção e transmissão de sinais telegráficos e de voz através da modulação de raios de luz. A demonstração de seus inventos foi realizada do alto da Av. Paulista até o alto de Santana numa distância de 8 km.

O cientista Landell de Moura teve muitas dificuldades em fazer-se acreditar perante as autoridades brasileiras da época, com respeito ao pioneirismo e genialidade de seus inventos. Outro fato que influenciou negativamente a continuidade dos trabalhos de Landell de Moura foi a invasão e destruição de muitos de seus inventos na oficina que mantinha na cidade de Campinas - SP, para onde fora nomeado pároco em uma igreja da cidade.

Além da telegrafia manual o Código Morse serviu de base para o aparecimento de outras formas de envio e recepção de mensagens, tais como: telégrafo automático, em que os sinais são emitidos e registrados automaticamente, em um sistema de registro, onde o sinal codificado fica gravado em uma fita de papel em movimento, telégrafos impressores e

telefoto. Com o avanço da tecnologia, surgiram também o teletipo, o telex e o fac-símile.

## 2. A TELEGRAFIA NO BRASIL

No Brasil, o telégrafo através de fio foi inaugurado em 11 de maio de 1852, entre a Quinta Imperial e o Quartel General no Campo da Aclamação, atual Campo de Santana, no Rio de Janeiro. Já no ano seguinte, o sistema telegráfico constituía uma pequena rede, incluindo o Quartel-General, o Morro do Castelo, o Quartel de Permanentes e os Arsenais de Guerra e da Marinha. Em 1857 inaugurou-se a linha telegráfica para Petrópolis, seguiram-se as construções das linhas para Cabo Frio, Bahia, Pernambuco, Maranhão e Rio Grande do Sul (Rio Grande, Pelotas e Porto Alegre) as três últimas consideradas indispensáveis e urgentes, em virtude de encontrar-se o País em guerra com o Paraguai.

Em 1847 foi inaugurado o cabo submarino para a Europa e, no mesmo ano, foram construídas as linhas para o norte, que alcançaram a Paraíba, em 1875, Fortaleza, em 1881 e Belém, em 1886. Em 1906 foi resolvida a ligação de Mato Grosso ao Amazonas, com vários ramais, serviço este chefiado pelo então Major Rondon, que prestaria inestimável ajuda à integração do território brasileiro através da telegrafia.

## 3. O CÓDIGO MORSE

O Código Morse é composto de pontos e traços que, ao se combinarem, formam os caracteres previamente estabelecidos. A aprendizagem da “magia dos pontos e traços” requer que se inicie com uma velocidade de transmissão baixa; com o avanço da destreza, aumenta-se a velocidade. A velocidade de transmissão ou recepção da telegrafia mede-se em palavras por minuto (PPM), tendo como padrão uma palavra com cinco caracteres. Normalmente, no início o aprendiz começa com velocidade de cinco PPM.

Há uma relação temporal variável entre a duração dos pontos e traços. Como é o sinal com menor duração, a base de tempo é o ponto, considerado com duração de um *tempo*, o traço deverá ter três *tempos*, o espaçamento entre os caracteres três *tempos* e o espaço entre as palavras cinco *tempos*. Com o aumento da velocidade de tráfego dos sinais do Código Morse a base de tempo vai diminuindo, tornando mais rápida a transmissão e recepção dos sinais.

O Código Morse pode ser transmitido de várias maneiras, podendo ser através do som, sinais luminosos e mesmo sinais de braço ou de bandeirola. Neste trabalho trataremos apenas dos sinais telegráficos sonoros.

Para se transmitir os sinais do Código Morse o operador utiliza-se de um manipulador, que nada mais é do que uma chave interruptora que ao ser acionada produz um som contínuo com frequência próxima a 1 kHz. O abrir e fechar sincronizado desta chave e o consequente som gerado é que compõem os sinais telegráficos. Há diversos tipos de manipuladores, desde os mecânicos até equipamentos eletrônicos com regulagem da base de tempo.

Para se tornar inteligível é necessário que a transmissão do Código Morse obedeça a três aspectos práticos, que são: cadência, espaço e ritmo, abreviados pela sigla CER.

Cadência é a constância com que o operador aciona o manipulador de maneira a não cometer alterações na velocidade de transmissão.

Espaço é a correta separação entre os caracteres e entre as palavras. Uma vez que o Código Morse funciona com a combinação de diversos pontos e traços é fundamental para o entendimento do caractere saber o início e término deste caractere.

Ritmo é a característica que indica uma continuidade na transmissão como se o transmissor e o receptor estivessem sintonizados numa mesma frequência. Uma vez conseguido estabelecer o ritmo é como se os operadores de transmissão e recepção estivessem *conversando* em telegrafia.

#### Sinais do Código Morse (auditivos ou visuais)

##### LETRAS:

<b>A</b>	. _	<b>B</b>	_ . . .	<b>C</b>	_ . _ .	<b>D</b>	_ . .
<b>E</b>	.	<b>F</b>	. . _ .	<b>G</b>	_ _ .	<b>H</b>	. . . .
<b>I</b>	. .	<b>J</b>	. _ _ _	<b>K</b>	_ . _	<b>L</b>	. _ . .
<b>M</b>	_ _	<b>N</b>	_ .	<b>O</b>	_ _ _	<b>P</b>	. _ _ .
<b>Q</b>	_ _ . _	<b>R</b>	. _ .	<b>S</b>	. . .	<b>T</b>	_
<b>U</b>	. . _	<b>V</b>	. . . _	<b>W</b>	. _ _	<b>X</b>	_ . . _
<b>Y</b>	_ . _ _	<b>Z</b>	_ _ . .				

## NÚMEROS:

<b>1</b>	. _ _ _ _ _	<b>2</b>	.. _ _ _ _	<b>3</b>	... _ _ _	<b>4</b>	.... _ _	<b>5</b>	.....
<b>6</b>	_ . . . . .	<b>7</b>	_ _ . . . .	<b>8</b>	_ _ _ . . .	<b>9</b>	_ _ _ _ .	<b>0</b>	_ _ _ _ _

## SINAIS ESPECIAIS DE SERVIÇO:

(Mais utilizados)

<b>Ponto (.)</b>	. _ . _ .	<b>Interrogação (?)</b>	.. _ _ . .	<b>Convite para transmitir</b>	_ . _
<b>Vírgula (,)</b>	_ _ . . _ _	<b>Barra de fração ou divisão (/)</b>	_ .. _ .	<b>Aspas (“)</b>	. _ . . . .
<b>Espere</b>	. _ . . .	<b>Separação ou troca de linha</b>	_ . . . .	<b>Abre e Fecha parênteses</b>	_ . _ _ . _
<b>Término de mensagem</b>	. _ . . .	<b>Continue</b>	_ . . . .		

## 4. CONCLUSÃO

A utilização do Código Morse pelo radioamador pode parecer de difícil entendimento à primeira vista, porém com poucas horas de treinamento em baixas velocidades de transmissão já é possível ao aprendiz transmitir e receber mensagens com razoável desenvoltura. A utilização do Código Morse, nos dias atuais, pode parecer desnecessária em razão dos diversos meios de comunicação de alta velocidade de tráfego; porém, nunca é demais lembrar que a telegrafia é o meio de comunicações que consegue manter contato nas piores condições possíveis. Em situações de calamidade pública tais como enchentes, vendavais, etc. quando os sistemas de comunicações, tais como, telefone fixo, celulares, internet, estão inoperantes, não raro são os radioamadores, através da telegrafia, o único meio de comunicações para informar as autoridades sobre a situação da região atingida e onde prestar socorro em primeiro lugar.

## 5. LEITURA COMPLEMENTAR

1. LAURA ANTUNES MACIEL (Brasil). Revista Brasileira de História. **Cultura e tecnologia: a constituição do serviço telegráfico no Brasil**. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-01882001000200007&script=sci\\_arttext&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-01882001000200007&script=sci_arttext&tlng=en)>. Acesso em: 28 mar. 2010.



## **Apêndice J**

MINISTÉRIO DA DEFESA  
EXÉRCITO BRASILEIRO  
D E C Ex – D E P A  
COLÉGIO MILITAR DE PORTO ALEGRE  
“COLÉGIO CASARÃO DA VÁRZEA”  
ESTAÇÃO RADIOAMADORA PY3CM

LEGISLAÇÃO, TÉCNICA E ÉTICA OPERACIONAL DO RADIOAMADOR

Prof. Gentil César Bruscato

Porto Alegre

2010

## 1. INTRODUÇÃO

O serviço de radioamadorismo existe no mundo todo. A concessão da autorização de funcionamento de estações rádio é atribuição, no Brasil, da Agência Nacional de Telecomunicações, a ANATEL [1].

Para organizar, fiscalizar e controlar as milhares de estações rádio existentes em todo mundo há uma legislação mundial estabelecida de maneira conjunta entre os países que compõem a associação internacional de radio emissão, IARU (*Internacional Amateur Radio Union*), incluindo o Brasil.

## 2. ÓRGÃOS DE CONTROLE

IARU – *Internacional Amateur Radio Union* [2] – É o órgão internacional que regulamenta o serviço de radioamadorismo em todo mundo.

ANATEL – Missão, atribuições e características.

*A missão da Anatel é promover o desenvolvimento das telecomunicações do País de modo a dotá-lo de uma moderna e eficiente infraestrutura de telecomunicações, capaz de oferecer à sociedade serviços adequados, diversificados e a preços justos, em todo o território nacional.*

*Compete à Agência adotar as medidas necessárias para o atendimento do interesse público e para o desenvolvimento das telecomunicações brasileiras, atuando com independência, imparcialidade, legalidade, impessoalidade e publicidade.*

*Dentre as atribuições da Anatel, merecem destaque:*

- implementar, em sua esfera de atribuições, a política nacional de telecomunicações;*
- administrar o espectro de radiofrequências e o uso de órbitas, expedindo as respectivas normas. [1]*

A Liga de Amadores Brasileiros de Rádio Emissão - LABRE Brasil, é filiada à IARU e reconhecida por portaria do Ministério das Comunicações, como associação de radioamadores de âmbito nacional.

Tem sua atuação definida pelo Estatuto Social da LABRE Nacional [3], e sua finalidade definida pelo artigo abaixo.

*“ Artigo 2º do Estatuto Social da Labre Nacional:*

*A LABRE e as Labres Estaduais, tem por finalidade promover e estimular:*

- I. o desenvolvimento do radioamadorismo, em todas as suas modalidades;*
- II. a pesquisa científica e o desenvolvimento técnico-operacional de seus associados, no campo das telecomunicações;*
- III. as atividades filantrópicas, sociais, assistenciais, culturais, de ensino educativas, recreativas, desportivas, visando desenvolver o espírito associativo, a harmonia e a coesão do quadro social;*
- IV. a colaboração com os órgãos governamentais de telecomunicações, na forma da legislação pertinente, e a representação do radioamadorismo junto a essas autoridades governamentais;*
- V. o intercâmbio técnico científico, social e cultural com entidades congêneres;*
- VI. a perfeita integração administrativa e operacional das Labres Estaduais entre si e com a LABRE;*
- VII. a defesa dos direitos dos associados na área administrativa, respeitada a autonomia das Labres Estaduais;*
- VIII. as atividades cívicas, morais e intelectuais, visando o culto à pátria, às instituições, à família e a dignificação do homem;*
- IX. a representação e defesa do radioamadorismo brasileiro junto às autoridades brasileiras e organizações internacionais de radioamadores;*
- X. a criação, o desenvolvimento e a consolidação de escolas destinadas à formação e desenvolvimento de radioamadores em todas as modalidades de operação;*
- XI. a participação do radioamadorismo brasileiro em competições nacionais e internacionais;*
- XII. a manutenção de uma publicação técnica para divulgação de assuntos de eletrônica, eletricidade, e atividades sociais da entidade e do radioamadorismo em geral; e*
- XIII. o serviço assistencial, desinteressado, à coletividade sempre que a situação o exigir ou as autoridades o solicitarem.” [3].*

LABREs Estaduais.

As Labres Estaduais possuem administração própria e são as entidades filiadas à LABRE Nacional que coordenam as atividades do radioamadorismo em âmbito estadual.

A denominação das Labres Estaduais obedece à legislação abaixo:

*“ Artigo 1º - Parágrafo 2º: As Labres Estaduais terão obrigatoriamente denominação uniforme em todo território nacional, ou seja, Liga de Amadores Brasileiros de Rádio Emissão, seguida do nome LABRE e da sigla da Unidade da Federação Brasileira em que estiver sediada. (Exemplo: Liga de Amadores Brasileiros de Rádio Emissão – LABRE-DF)” [3].*

A atuação das Labres Estaduais obedece à legislação abaixo:

*“Artigo 2º - Parágrafo 2º. As Labres Estaduais terão total grau de autonomia, limitada ao estipulado no presente Estatuto, quanto à elaboração de seus próprios Estatutos e quanto aos seus patrimônios, sendo que a administração da prática do radioamadorismo em sua área de jurisdição é de sua co-responsabilidade, bem como o zelo, administração de seus associados.” [3].*

### 3. TÉCNICA E ÉTICA OPERACIONAL

Durante as operações de uma estação de radioamador, não raro, vários radioamadores estão presentes na mesma frequência. Para se evitar atropelos, constrangimentos e mesmo a impossibilidade de efetivação de contatos, torna-se fundamental o estabelecimento de técnicas de operação para se criar procedimentos éticos de respeito e consideração para o bom desenvolvimento das atividades do radioamadorismo.

As técnicas de operação de radioamadorismo são, normalmente, aprendidas no contato com radioamadores mais capazes. O código de ética para a operação do serviço de radioamador pode ser acessado em [4].

### 4. LEGISLAÇÃO BÁSICA.

A legislação de telecomunicações aplicável ao Serviço de Radioamador, compreende:

- Estatuto Social da LABRE Nacional [3].
- Lei Geral de Telecomunicações, Lei n.º 9.472, de 16/7/1997 [5].
- Regulamento de Radiocomunicações da União Internacional de Telecomunicações (UIT) [6].
- Resolução 303 da ANATEL, de 02 de julho de 2002 [7].
- Resolução 449 da ANATEL de 17 de novembro de 2006 (Regulamento do Serviço de Radioamador) [8].
- Resolução 452 da ANATEL de 11 de dezembro de 2010 (Aprova o Regulamento sobre Cond. de Uso de radiofrequência) [8].
- Lei 8.919/1994 (Dispõe sobre a instalação do sistema de antenas por titulares de licença de estação de radiocomunicações) [8].

### 5. CONCLUSÃO

A legislação, as técnicas e éticas operacionais necessárias ao funcionamento do serviço de radioamador fazem parte da aprendizagem dos atributos indispensáveis à integração do cidadão a uma determinada comunidade.

O respeito às normas, regulamentos e procedimentos mostram ao candidato a ser radioamador que temos de nos adequar a todos ambientes de nossa sociedade.

## 6. REFERÊNCIAS

1. BRASIL. Anatel. Ministério Das Comunicações (Org.). **Agência Nacional de Telecomunicações**. Disponível em: <<http://www.anatel.gov.br>>. Acesso em: 28 set. 2010.
2. IARU (Usa) (Org.). **Internacional Amateur Radio Union**. Disponível em: <<http://www.iaru.org/>>. Acesso em: 28 set. 2010.
3. LABRE (Brasil) (Org.). **Liga de Amadores Brasileiros de Rádio Emissão**. Disponível em: <<http://www.labre.org.br/>>. Acesso em: 28 set. 2010.
4. HALÁSZ, Ivan Thomas. **Código de ética do radioamador**. Disponível em: <[http://69.16.226.196/zz1nja/etica\\_do\\_radioamador.htm](http://69.16.226.196/zz1nja/etica_do_radioamador.htm)>. Acesso em: 28 set. 2010.
5. BRASIL. Presidência da República. Bbb (Org.). **Lei Geral das Telecomunicações**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19472.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19472.htm)>. Acesso em: 20 jun. 2010.
6. FRANÇA. Itu. (Org.). **Regulamento de Radiocomunicações da União Internacional de Telecomunicações**. Disponível em: <<http://www.itu.int/en/pages/default.aspx>>. Acesso em: 28 set. 2010.
7. BRASIL. Anatel. Ministério Das Comunicações (Org.). **Regulamento sobre Limitação da Exposição a Campos Elétricos, Magnéticos e Eletromagnéticos**. Disponível em: <<http://www.satfm.org/res303/>>. Acesso em: 28 set. 2010.
8. SÃO PAULO. Labre-sp. Labre (Org.). **Legislação do radioamador**. Disponível em: <<http://www.labre-sp.org.br/diversos.php?xid=4>>. Acesso em: 28 set. 2010.

## **Apêndice K**

## CLUBE DE RADIOAMADORES CMPA

# CONVITE

Sempre buscando novas maneiras de motivar o processo ensino-aprendizagem com forte apelo prático, o CMPA conta desde 22 de dezembro de 2009 com uma estação radioamadora para fins didáticos.

Sempre buscando novas maneiras de motivar o processo ensino-aprendizagem com forte apelo prático, o CMPA conta desde 22 de dezembro de 2009 com uma estação radioamadora para fins didáticos.

**Convidamos** os alunos e alunas do CMPA a fazerem parte do

### **CLUBE DE RADIOAMADORES DO CMPA – ESTAÇÃO RÁDIO PY3CM**

A proposta de trabalho é realizar atividades na modalidade extracurricular com um encontro semanal de duas horas das 14h às 16h às quintas-feiras.

Já temos autorização e indicativo fornecidos pela ANATEL para funcionamento do clube. A sala destinada à estação rádio localiza-se acima da Seção Psicopedagógica.

Atividades:

- Uso de ferramentas e instrumentos eletrônicos. (multímetro, osciloscópio, medidor de intensidade de campo, etc.)
- Aprendizagem de conceitos básicos de eletricidade e eletrônica.
- Montagem mecânica e elétrica de bancada de serviço.
- Aprendizagem e construção de antenas.
- Estabelecimento de contatos via rádio com outros estados e países.
- Experimentação de atividades de reflexão lunar.
- Aprendizagem da influência solar nas comunicações.

Aqueles que quiserem conhecer melhor a proposta das atividades a serem realizadas no Clube de Radioamadores do CMPA compareçam ao Laboratório de Física no dia 12 de agosto de 2010 às 14h.



## **Apêndice L**

MINISTÉRIO DA DEFESA  
EXÉRCITO BRASILEIRO  
D E C Ex – D E P A  
COLÉGIO MILITAR DE PORTO ALEGRE

**CLUBE DE RADIOAMADORES DO CMPA - ESTAÇÃO RÁDIO PY3CM**

FICHA DE INSCRIÇÃO

O Clube de Radioamadores - Estação Rádio PY3CM do Colégio Militar de Porto Alegre - agradece sua participação nesta inovadora atividade de motivação do processo ensino-aprendizagem.

Preencha seus dados abaixo solicitados.

Nome: \_\_\_\_\_ nº \_\_\_\_\_ Turma: \_\_\_\_\_

Endereço: \_\_\_\_\_

Telefone: \_\_\_\_\_ e-mail: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_\_

Autorizo o meu responsabilizado(a), acima identificado, a participar das atividades do Clube de Radioamadores do CMPA – Estação Rádio PY3CM do Colégio Militar de Porto Alegre, que realizará seus encontros às quintas-feiras das 14h às 16h, nas dependências do CMPA.

\_\_\_\_\_  
Nome completo do responsável

\_\_\_\_\_  
Assinatura do responsável

## **Apêndice M**

MINISTÉRIO DA DEFESA  
EXÉRCITO BRASILEIRO  
D E C Ex – D E P A  
COLÉGIO MILITAR DE PORTO ALEGRE  
**CLUBE DE RADIOAMADORES - ESTAÇÃO RÁDIO PY3CM**

QUESTIONÁRIO INICIAL

Al: nº \_\_\_\_\_ Nome: \_\_\_\_\_ Turma: \_\_\_\_\_

O Clube de Radioamadores - Estação Rádio PY3CM do Colégio Militar de Porto Alegre - agradece sua participação nesta inovadora atividade de motivação do processo ensino-aprendizagem.

Para ter uma noção dos seus conhecimentos prévios responda as questões abaixo.

1. Quais são as suas expectativas com relação às propostas de atividades a serem realizadas na estação rádio?

\_\_\_\_\_

2. Você ouve rádio? Quais estações mais costuma escutar?

\_\_\_\_\_

3. Qual é a diferença de emissões de rádio em AM e FM?

\_\_\_\_\_

4. Por que é necessário um equipamento receptor para ouvir as estações rádio?

\_\_\_\_\_

5. Algumas estações rádio comercial transmitem sua programação em uma faixa de frequência chamada ondas curtas. Durante a noite é possível ouvir as transmissões a milhares de quilômetros de distância. Como isto ocorre?

---

6. O que faz um radioamador?

---

7. Você tem conhecimento de alguma situação em que os radioamadores foram chamados a auxiliar a população de áreas atingidas por desastres naturais, como inundações, terremotos, furacões, etc?

---

## **Apêndice N**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE FÍSICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA  
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

**GUIA PARA MONTAGEM DE ESTAÇÃO RADIOAMADORA COM FINS  
EDUCACIONAIS, EM ESPECIAL PARA O ENSINO DA FÍSICA**

Prof. Gentil César Bruscato

Porto Alegre

2011

## 1. INTRODUÇÃO

Este guia tem o objetivo de orientar professores, diretores, coordenadores de atividades extraclasse e demais membros da comunidade escolar, em como proceder para utilizar uma estação radioamadora para fins educacionais em seu ambiente de ensino.

Foi elaborada uma série de dez apostilas com o intuito de fornecer dados básicos sobre as diversas fases de implantação deste projeto. O material foi utilizado e testado na implantação do Clube de Radioamadores do Colégio Militar de Porto Alegre e mostrou-se suficiente, como base teórica, para a condução dos trabalhos.

O objetivo central do desenvolvimento de uma atividade deste tipo junto aos alunos é que haja uma forte motivação para o estudo de Física dentro de um ambiente contextualizado, que possa responder, em parte, àquela tradicional pergunta: “Professor, onde é que eu vou utilizar isto que estamos aprendendo?”

A idéia de utilização do radioamadorismo para ensinar Física busca mostrar aos estudantes que há meios de telecomunicações com possibilidades de atingir distâncias de até milhares de quilômetros utilizando equipamentos de baixa complexidade. Os meios de comunicações colocados à nossa disposição como telefone fixo, celulares, e-mail, etc. exigem complexa rede de conexões e estável fornecimento de energia elétrica. Como faríamos para nos comunicar com locais distantes se esses meios não estivessem disponíveis?

Há equipamentos rádio que podem ser instalados em automóveis e que, por muitas vezes, são os únicos meios de comunicações funcionando em situações de desastres naturais, como inundações e terremotos, onde toda complexa infraestrutura de comunicações comercial fica inoperante.

Este guia orienta a realização de atividades práticas, tais como, construção de extensões, montagem de tomadas, solda de fios, realização de emendas, cálculo, construção e içamento de antenas, transmissão e recepção de sinais de rádio.

Também está prevista a construção de transmissores e receptores de baixa potência, seguindo projetos disponibilizados em revistas de eletrônica, livros, artigos e sítios da internet especializados em radioamadorismo.

## 2. LEGISLAÇÃO BÁSICA

O radioamadorismo segue as normas estabelecidas pela Agência Nacional de Telecomunicações, ANATEL [1], principalmente o Regulamento do Serviço de Radioamador, anexo à resolução da ANATEL, nº 449, de 17 de novembro de 2006,



Regulamento de Uso do Espectro de Radiofrequências, anexo à resolução da ANATEL nº 259 de 19 de abril de 2001 e Regulamento sobre Condições de Uso de Radiofrequências pelo Serviço de Radioamador, anexo à resolução 452 da ANATEL, de 11 de dezembro de 2006. Todas essas normas estão disponíveis no site da ANATEL, em [1]. Os radioamadores brasileiros possuem uma associação em âmbito nacional, a Liga de Amadores Brasileiros de Radioemissão – LABRE [2], definida legalmente pela portaria 498 de 06 de junho de 1975 do Ministério das Comunicações, que congrega as LABREs Estaduais. Por ser o radioamadorismo uma atividade realizada em centenas de países, foi estabelecida de maneira conjunta a associação internacional de rádio emissão, *Internacional Amateur Radio Union – IARU* [3], responsável pela fiscalização e controle das estações radioamadores em âmbito mundial. A LABRE nacional é filiada à IARU, sendo responsável por divulgar as deliberações daquela associação em nosso País e representar o Brasil nas tomadas de decisões.

O conhecimento dessa legislação é necessário para se ter exata noção dos direitos e deveres do Serviço de Radioamador. Citamos, aqui, o Art. 3º do Regulamento do Serviço de Radioamador.

*“Art. 3º. O Serviço de Radioamador é o serviço de telecomunicações de interesse restrito, destinado ao treinamento próprio, intercomunicação e investigações técnicas, levadas a efeito por amadores, devidamente autorizados, interessados na radiotécnica unicamente a título pessoal e que não visem qualquer objetivo pecuniário ou comercial.” [1]*

O Estatuto Social da LABRE traz, em seu Artigo 2º:

*“A LABRE e as Labres Estaduais, têm por finalidade promover e estimular:*

*I. o desenvolvimento do radioamadorismo, em todas as suas modalidades;*

*II. a pesquisa científica e o desenvolvimento técnico-operacional de seus associados, no campo das telecomunicações;...*

*V. o intercâmbio técnico científico, social e cultural com entidades congêneres;...*

*X. a criação, o desenvolvimento e a consolidação de escolas destinadas à formação e desenvolvimento de radioamadores em todas as modalidades de operação...” [2].*

### 3. SEQUÊNCIA DE ATIVIDADES

Neste capítulo enumeramos a sequência de etapas para implementação do projeto de

ensino de Física através do radioamadorismo em ambientes educacionais.

Alguns itens legais e administrativos ligados às exigências da ANATEL para a permissão de utilização de equipamentos transmissores de ondas de rádio são obrigatórios. As demais etapas podem sofrer as devidas adaptações, respeitando as características de cada instituição de ensino.

Sequência de atividades:

1) Identificar um radioamador registrado na ANATEL.

Para se ter uma estação radioamadora é necessária licença da ANATEL. A exigência primeira é que haja um responsável técnico pela estação radioamadora, que deve ser um radioamador habilitado, com a formação necessária para realizar as primeiras atividades de transmissão de sinais de rádio.

2) Solicitação formal à ANATEL de licença para funcionamento de estação de radioamador. Acessando o site da ANATEL, deve-se imprimir o REQUERIMENTO DO SERVIÇO DE RADIOAMADOR [1], que deve ser entregue preenchido em um dos escritórios regionais da ANATEL, pessoalmente ou via correio.

Também é necessário efetuar o pagamento de taxas exigidas pela ANATEL. O Capítulo V – (Das Taxas e Preços Públicos) do Regulamento do Serviço de Radioamador [1] especifica as taxas a serem recolhidas para fiscalização das instalações, expedição de licença e outras.

Na página principal da ANATEL, no item “Comunicações via rádio”, sub-item “Radioamador” há vários links relacionados com informações sobre como proceder para obtenção de autorização para instalação de estação radioamadora, a saber: - Consulta de Indicativos (EASP), Endereço da ANATEL nos Estados, Procedimentos para obtenção do Certificado de Operador de Estação de Radioamador - COER, - Sistema de Controle do Serviço de Radioamador (SCRA), Sistema de Emissão de Certificado de Operador de Estação de Radioamador (SEC).

Está disponível no site da LABRE [2], extensa informação sobre radioamadorismo.

3) Aquisição do material necessário.

Para o funcionamento da estação rádio existem alguns equipamentos básicos, tais como, ferramental, Figura 1, mastros ou torres, Figura 2, rádio transceptor e wattímetro,

Figura 3, cabos coaxiais, fios de cobre, conectores e isoladores, Figura 4. No entanto, há uma extensa diversidade de materiais que podem compor uma estação de radioamador. A aquisição de novos materiais pode ser complementada durante o funcionamento da estação rádio. Nesta tarefa a orientação do responsável técnico é fundamental.



Figura 1: Ferramental básico.



Figura 2: Mastros, bases, estais e estacas. (O alicate está colocado na figura para fins de comparação de dimensões.)



Figura 3: Transceptor (direita), microfone (centro) e wattímetro (esquerda).





Figura 4: Antena dipolo constituída de isolador central, linha de transmissão e elementos de antena feitos de fios de cobre 2,5 mm<sup>2</sup> de área de seção reta. (Na imagem aparece em destaque o isolador central de cor bege, a ligação com os elementos da antena dipolo - cada fio de cobre tem aproximadamente 5 metros -, e a linha de transmissão, que é um cabo coaxial na cor preta.)

4) Montagem da infraestrutura básica com equipamentos rádio e antenas em condições de funcionamento.

Caso a escola tenha dificuldades iniciais em disponibilizar os equipamentos para a instalação da estação rádio, pode-se visitar alguma estação radioamadora já em operação, na sua cidade, ou obter os materiais necessários com outros radioamadores que se disponham a levar os seus equipamentos até a escola e montar a estação rádio.

5) Organizar, com a direção, professores e alunos, visita às instalações da estação rádio com vistas a apresentar o projeto, divulgar horário de funcionamento e convidar a comunidade escolar para participar.

Também é muito válida a participação da escola, mesmo de maneira incipiente, em

concursos de radioamadorismo coordenados pelo responsável técnico.

Visando definir a atividade do projeto e contextualizar o ambiente de trabalho deve-se criar um clube de radioamadores na escola, cujos integrantes serão os responsáveis pelo funcionamento da estação rádio.

Exemplo do convite confeccionado para participar do Clube de Radioamadores do Colégio Militar de Porto Alegre é mostrado no Apêndice K.

6) As atividades da estação rádio ocorreram no horário de contraturno das atividades de ensino dos alunos.

Por ser uma atividade de ensino de Física extraclasse não prevista no currículo tradicional das escolas, e por utilizar uma metodologia diferenciada para desenvolver o processo ensino-aprendizagem, faz-se necessário que a estação rádio funcione em horário diverso das aulas tradicionais. A sugestão inicial de horário de funcionamento do clube de radioamadores é de um encontro semanal com duração de duas horas.

7) Para o desenvolvimento da implementação do projeto de ensino de Física através do radioamadorismo foi produzido material instrucional na modalidade de apostilas com dez volumes. Sugere-se aplicar o material na seguinte ordem:

1. Segurança com Ferramentas Manuais – Apêndice A.
2. Normas Básicas de Segurança em Eletricidade – Apêndice B.
3. Montagem de Bancadas para Eletrônica – Apêndice C.
4. Faixa de Frequência para Radioamadores – Apêndice D.
5. Propagação de Ondas Eletromagnéticas – Apêndice E.
6. Antenas de Radiocomunicações – Apêndice F.
7. Fundamentos de Eletricidade e Eletrônica – Apêndice G.
8. Alfabeto Fonético da OTAN e Código Internacional “Q” – Apêndice H.
9. Código Morse: O Início da Telegrafia Moderna – Apêndice I.
10. Legislação, Técnica e Ética Operacional do Radioamador – Apêndice J.

8) No encontro inicial do clube de radioamadores, após as apresentações, pede-se que os alunos preencham uma ficha de inscrição, Apêndice L, onde consta, também, autorização dos responsáveis para a participação do aluno na atividade extraclasse.

É fator muito importante na motivação dos alunos que já no primeiro encontro sejam realizadas atividades práticas, como a apresentação do ferramental e entrega da apostila de

Segurança com Ferramentas Manuais, e a realização, por exemplo, do corte de um fio isolado, remoção da capa protetora e solda das extremidades separadas para restabelecer a ligação elétrica. Para muitos alunos esta será a primeira oportunidade em que poderão manusear, com segurança, alicates, chaves de fenda, chaves de boca, ferro de solda, etc.

9) Construção de extensões utilizando tomadas e flechas usando material em conformidade com a portaria do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - INMETRO nº 85 de 03 de abril de 2006, padrão brasileiro de plugues e tomadas.

10) Construção de bancada para eletrônica, dispondo de: tomadas elétricas, iluminação adequada, proteção contra curto circuito através de disjuntor eletromecânico e tampo forrado com material isolante elétrico. Relembramos que durante a construção da bancada todas as atividades práticas devem ser acompanhadas da explicação e discussão por parte do professor e dos alunos dos fenômenos físicos envolvidos, tais como, potência dos equipamentos, tensão aplicada, corrente necessária, calibre dos fios, etc.

O processo ensino-aprendizagem dos conceitos físicos acontece quando da realização das atividades práticas. Para tanto, o professor coordenador do encontro deve ficar atento. Caso os alunos estejam trabalhando sem questionar os conceitos físicos envolvidos, é tarefa do professor coordenador evidenciar, explicar e discutir quais conceitos físicos estão envolvidos naquela atividade.

11) Apresentação das faixas de frequência e modalidades de transmissão autorizadas aos radioamadores, resolução da ANATEL nº 452 de 11 de dezembro de 2006 [1]. Nesta atividade faz-se uma discussão sobre o cálculo do comprimento de onda eletromagnética e também análise dos tamanhos das antenas das emissoras comerciais de rádio de frequência modulada - FM, amplitude modulada – AM, e televisão tanto em *very high frequency* – VHF como em *ultra high frequency* – UHF, em função do comprimento de onda de suas frequências de operação.

12) No ensino da propagação das ondas eletromagnéticas, faz-se necessário trabalhar organizadores prévios relativos à atmosfera terrestre, com ênfase na ionosfera, e suas subdivisões, diferenças do comportamento da ionosfera de dia e à noite, bem como a que altitude da superfície terrestre ocorrem as camadas ionosféricas, o principal fator de influência na ionização da ionosfera que é a atividade solar, e quais fatores existentes no Sol interferem



na ionosfera e estudo de ciclos solares. Também, é tratada a faixa de frequências de interesse dos radioamadores que sofre reflexão ionosférica, além dos caminhos que a onda eletromagnética pode percorrer do transmissor até o receptor.

13) Com a apostila destinada a antenas é possível abordar os principais tipos, modelos e locais de instalação, como se calcula as dimensões dos elementos irradiantes e quais materiais podem ser usados na construção das antenas. Nesta fase dos trabalhos deve-se discutir com os alunos a escolha de um modelo de antena que possa ser utilizado e realizar a construção para futura instalação e operação.

14) O estudo referente aos conceitos básicos de eletricidade e eletrônica é, sem dúvida o que demanda mais tempo, seja pela extensão dos assuntos e dos diversos conceitos físicos abordados, como também pelo interesse que desperta nos alunos. Deve-se incluir neste momento o estudo das propriedades dos semicondutores. Sugere-se que seja convidado um técnico em eletrônica que pode, por exemplo, abrir a tampa traseira de um monitor de computador com tubo e mostrar os diversos componentes eletrônicos ali presentes, bem como suas características de funcionamento.

15) Os radioamadores têm uma linguagem própria em suas comunicações, que pode ser aprendida com um pouco de estudo e rápida prática junto de operadores mais experimentados. Para integrar esta linguagem dos radioamadores faz-se uso do Alfabeto Fonético da OTAN, que associa palavras específicas a letras e números, e o Código Internacional “Q”, em que uma sequência de três letras, sempre iniciando pela letra Q, possui significado pré-determinado. Estes dois sistemas são largamente utilizados em todas as comunicações via rádio.

16) No início das comunicações à distância, ou seja, das telecomunicações, uma maneira simples de transmitir as letras e números através de conjuntos de sinais audíveis ou visuais, composto de pontos e traços, revolucionou a maneira e a velocidade com que as pessoas se comunicavam. Trata-se do código Morse, criado por Samuel Morse e seu assistente Alfred Vail, que teve seu marco inicial em 24 de maio de 1843. Até hoje o código Morse fascina e encanta pela sua simplicidade e pelo alcance atingido pelos sinais radiotelegráficos. Muitos podem se perguntar: “Mas, em um mundo informatizado não é um retrocesso se pensar em código Morse?” Pensamos que não há incompatibilidade alguma

entre o uso de métodos computacionais e o saber se comunicar através do que já foi chamado de a “magia dos pontos e traços”. Há nos sites ligados ao radioamadorismo diversos métodos e cursos para se aprender a telegrafia através do código Morse.

17) Um estudo mais aprofundado sobre as possibilidades e imposições legais referentes ao serviço de radioamador abrange conhecimentos sobre as classes de radioamadores, frequências passíveis de utilização, potência máxima utilizável, os requisitos que deve preencher o radioamador para obter o Certificado de Operação de Estação de Radioamador – COER, como se distribuem os indicativos de chamada em todo o mundo, etc. A apostila disponibilizada sobre Legislação, Técnica e Ética Operacional do Radioamador, Apêndice J, traz informações básicas sobre os aspectos legais, tanto na esfera nacional como na internacional, que precisam ser respeitadas pelos radioamadores. A visita de um radioamador experimentado pode muito contribuir para o estudo e melhor entendimento deste assunto.

18) Operação da estação rádio montada pelos alunos.

Como motivação para esta atividade pode-se inscrever a estação rádio na participação de concursos de radioamadorismo, nacionais e internacionais, operada por radioamadores experientes, para que os alunos sejam iniciados no tráfego rádio em momentos de menor densidade, dispondo assim de maior tempo no estabelecimento do contato com outro radioamador.

19) Montagem, por parte do aluno, de receptores e transmissores de baixa potência.

Já estando familiarizado com os componentes eletrônicos e suas funções, os alunos iniciam a fase de busca, identificação, planejamento e construção de, primeiro um receptor e depois um transmissor de radiofrequência que será seu equipamento inicial na prática radioamadorística. Se for possível, o aluno pode instalar os equipamentos construídos em sua casa. Nesta fase o professor coordena, com os alunos que já possuem o seu equipamento instalado em casa, um horário para se estabelecer contato rádio entre casa de aluno e escola.

20) Convite aos demais integrantes da comunidade escolar, alunos, professores, familiares, para conhecer as instalações, e participarem do projeto.

21) Durante as fases de evolução do projeto faz-se uso de mapas conceituais visando

avaliar os alunos, corrigir erros conceituais e retomar pontos fracos.

A produção dos mapas conceituais deve ser executada ao final do desenvolvimento de uma série de assuntos correlatos, com a participação de todos os alunos. Recomendamos a construção de mapas conceituais no quadro-negro usando o seguinte procedimento: um aluno escreve no quadro-negro o conceito geral e inclusivo; após, os alunos sugerem e todos avaliam os conceitos intermediários que se conectam com o conceito geral e os conceitos pouco inclusivos que se conectam com os conceitos intermediários. Esta atividade é discutida pelo grupo de alunos e pelo professor até que se chegue à conclusão de que aquele mapa conceitual exhibe corretas relações de subordinação entre os conceitos.

O uso pedagógico de mapas conceituais está descrito em Moreira [4]. Nesta referência, à pg. 9, lê-se:

*“De uma maneira ampla, mapas conceituais são apenas diagramas que indicam relações entre conceitos. Mais especificamente, podem ser interpretados como diagramas hierárquicos que procuram refletir a organização conceitual de um corpo de conhecimento ou de parte dele. Ou seja, sua existência deriva da estrutura conceitual de um conhecimento.”*

Durante a construção dos mapas conceituais pode surgir a pergunta: “Professor, qual é o mapa conceitual certo? Nós já fizemos tantas modificações com os mesmos conceitos.” Para responder, deve-se explicar que não há somente um mapa conceitual correto, qualquer que seja o assunto, o que há é uma correta relação entre os conceitos estudados. Também conforme Moreira [4], pág. 10:

*“Existem várias maneiras de traçar um mapa conceitual, ou seja, há diferentes modos de representar uma hierarquia conceitual em um diagrama. Além disso, mapas conceituais traçados por diferentes especialistas em uma mesma área de conhecimento, provavelmente, refletirão pequenas diferenças de compreensão e interpretação das relações entre conceitos-chave dessa área. O ponto importante é que um mapa conceitual deve ser visto como “um mapa conceitual”, não como “o mapa conceitual” de um determinado conjunto de conceitos.”*

Como fonte de pesquisa sobre mapas conceituais citamos a referência [4], além de páginas na internet, como [5] e [6].

#### 4. CONCLUSÃO

A elaboração deste “Guia para montagem de estação radioamadora com fins educacionais, em especial para o ensino da Física” buscou orientar de maneira prática

procedimentos que objetivam o ensino de Física através do radioamadorismo, a começar pelos documentos necessários à regularização e autorização de funcionamento da estação rádio, incluindo a legislação a que se deve atender junto à ANATEL, passando por propostas de procedimentos para a motivação inicial dos alunos, e apresentando uma sugestão de sequência de atividades e fornecimento de material necessário para o desenvolvimento dos trabalhos no clube de radioamadores.

Esperamos que este projeto possa contribuir para o desenvolvimento afetivo, psicomotor e cognitivo dos alunos sob a responsabilidade daqueles que se interessarem em implantar a ideia em seu ambiente educacional.

Esperamos, também, que você, que se interessou por nosso trabalho, possa ensinar Física dentro de uma atmosfera motivadora e contextualizada, rica em significados e que algum dia ouça a seguinte frase: “- Professor! Agora eu vejo sentido em estudar Física.”

Bom trabalho!

## 5. REFERÊNCIAS

1. BRASIL. Anatel. Ministério Das Comunicações (Org.). **Agência Nacional de Telecomunicações**. Disponível em: <<http://www.anatel.gov.br>>. Acesso em: 28 set. 2010.
2. LABRE (Brasil) (Org.). **Liga de Amadores Brasileiros de Rádio Emissão**. Disponível em: <<http://www.labre.org.br/>>. Acesso em: 28 set. 2010.3.
3. IARU (Usa) (Org.). **Internacional Amateur Radio Union**. Disponível em: <<http://www.iaru.org/>>. Acesso em: 28 set. 2010.
4. MOREIRA, Marco Antonio. *Mapas Conceituais e Diagramas V*. Porto Alegre: Editora do Autor, 2006.
5. BRASIL. Marco Antonio Moreira. IF-UFRGS. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa**. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>>. Acesso em: 14 abr. 2011.
6. MINAS GERAIS. Renata Lacerda Caldas Martins. UFMG. **Mapas conceituais como instrumento de avaliação e aprendizagem de conceitos físicos sobre mecânica de vôo**. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências. Disponível em: <<http://www.fae.ufmg.br/abrapec/revistas/V9N1/v9n1a3.pdf>>. Acesso em: 15 abr. 2011.

## APÊNDICES

- Apêndice A – Apostila Segurança com Ferramentas Manuais.
- Apêndice B – Apostila Normas Básicas de Segurança em Eletricidade.
- Apêndice C – Apostila Montagem de Bancadas para Eletrônica.
- Apêndice D – Apostila Faixa de Frequência para Radioamadores.
- Apêndice E - Apostila Propagação de Ondas Eletromagnéticas.
- Apêndice F – Apostila Antenas de Radiocomunicações.
- Apêndice G – Apostila Fundamentos de Eletricidade e Eletrônica.
- Apêndice H – Apostila Alfabeto Fonético da OTAN e Código Internacional “Q”.
- Apêndice I – Apostila Código Morse: O Início da Telegrafia Moderna.
- Apêndice J - Apostila Legislação, Técnica e Ética Operacional do Radioamador.
- Apêndice K – Convite do Clube de Radioamadores do Colégio Militar de Porto Alegre.
- Apêndice L – Ficha de Inscrição no Clube de Radioamadores do CMPA.
- Apêndice M – Questionário Inicial.