



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA
CATARINA, CÂMPUS ARARANGUÁ
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS DA NATUREZA COM HABILITAÇÃO
EM FÍSICA**

TIAGO VELHO BEZ

**ELABORAÇÃO E ANÁLISE DE PROPOSTA DE AULA COM ENFOQUE
EXPERIMENTAL SOBRE O TEMA ONDAS DE RÁDIO**

**Araranguá
2019**

Tiago Velho Bez

**ELABORAÇÃO E ANÁLISE DE PROPOSTA DE AULA COM ENFOQUE
EXPERIMENTAL SOBRE O TEMA ONDAS DE RÁDIO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Licenciatura em Ciências da Natureza com Habilitação em Física, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, câmpus Araranguá, como requisito da disciplina de TCC II.

Orientador: Prof. Me. Bruno Leal Dias

Araranguá
2019



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA
CÂMPUS ARARANGUÁ
CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA

ATA DE DEFESA

Ata de defesa de Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) do curso de Licenciatura em Física

Aos 13 dias do mês de dezembro de 2019, com início às 13h00min e término às 14h00min, no câmpus Araranguá do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), teve lugar a sessão pública da defesa de TCC de **Tiago Velho Bez**, matrícula 1110000049, intitulada "ELABORAÇÃO E ANÁLISE DE PROPOSTA DE AULA COM ENFOQUE EXPERIMENTAL SOBRE O TEMA ONDAS DE RÁDIO" para a obtenção de graduado(a). Foram membros da banca os **Prof. Lucas Telichevesky**, **Profª. Mônica Knöpker** e **Prof. Bruno Leal Dias**. Esse último orientador(a) que como presidente deu início ao ato com a apresentação da Banca, seguido pela exposição oral do trabalho pelo(a) autor(a). Na sequência, os componentes da banca fizeram suas arguições. Que foram respondidas pelo(a) aluno(a). Ao término da defesa, a banca, após deliberação sigilosa, atribuiu o seguinte conceito: 9,0 e, à vista desses resultados, o(a) Presidente declarou encerrada a defesa, lavrando-se a presente ata que vai assinada pelos professores, membros da banca examinadora, e que será entregue à Coordenação do Curso.

Araranguá, 13 de dezembro de 2019.

Assinatura dos membros da Banca:

Banca examinadora:

1. Bruno Leal Dias

Bruno Leal Dias (presidente)
assinatura

2. Lucas Telichevesky

Lucas Telichevesky
assinatura

3. Mônica Knöpker

Mônica Knöpker
assinatura



CÂMPUS ARARANGUÁ
Av XV de Novembro, 61 - Aeroporto
88905-112 - Araranguá/SC
Fone: (48) 3311-5000
www.ararangua.ifsc.edu.br

AGRADECIMENTO

A minha formação no curso de Licenciatura em Ciências da Natureza com Habilitação em Física do IFSC câmpus Araranguá e o desenvolvimento deste Trabalho de Conclusão de Curso contaram direta e indiretamente com a ajuda de diversas pessoas, dentre as quais agradeço:

Aos meus professores, pela paciência e disponibilidade de me ensinar, em especial ao meu orientador Prof. Me. Bruno Leal Dias.

Às escolas que me abriram as portas para realização dos estágios.

Aos colegas que conheci em sala de aula.

Aos servidores do IFSC, próprios e terceirizados.

A alguns colegas de trabalho da Celesc Distribuição S.A, pela ajuda quando necessitei de trocas de turnos em situações e que o horário de trabalho me impossibilitava de frequentar a faculdade.

E enfim, a todos que de uma forma ou outra me fizeram evoluir como ser humano durante esta jornada.

A estes, o meu muito obrigado.

RESUMO

Este trabalho apresenta como objeto central uma proposta de aula sobre o tema ondas de rádio, com intuito de promover a interação dos alunos e a contextualização dos conceitos ministrados, numa tentativa de melhor qualificar o ensino de Física. Quanto à metodologia, a pesquisa qualitativa foi realizada com alunos dos cursos de Licenciatura em Física e Especialização em Educação Científica e Tecnológica do IFSC câmpus Araranguá, com a aplicação de questionários coletando dados antes e depois de aulas em sala e em campo, a fim de verificar a aceitação da proposta por parte dos docentes e futuros docentes, analisar a sua potencialidade como proposta de ensino e verificar a evolução conceitual de cada indivíduo envolvido. Diante da boa aceitação da proposta e da evolução conceitual percebida, concluiu-se que os resultados foram satisfatórios e sinalizaram a importância e o efeito positivo da experimentação nas aulas de Física.

Palavras-chave: Ensino de Física. Experimentação. Rádio de Galena.

ABSTRACT

This work presents as a central object a class proposal on the theme of radio waves, with the aim of promoting student interaction and the contextualization of the concepts taught, in an attempt to better qualify the teaching of Physics. As for the methodology, the qualitative research was carried out with students from the BSc in Physics and Specialization in Science and Technological Education courses at IFSC campus Araranguá, with the application of questionnaires collecting data before and after classes in class and in the field, in order to verify the acceptance of the proposal by teachers and future teachers, analyze its potential as a teaching proposal and verify the conceptual evolution of each individual involved. Given the good acceptance of the proposal and the perceived conceptual evolution, it was concluded that the results were satisfactory and signaled the importance and positive effect of experimentation in Physics classes.

Keywords: Teaching physics. Experimentation. Galena Radio.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	4
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	7
3	REFERENCIAL TEÓRICO	10
3.1	VYGOTSKY.....	10
3.2	GASPAR (experimentação).....	13
3.3	RÁDIO.....	14
3.3.1	História e definições	14
3.3.2	Funcionamento	18
4	METODOLOGIA	27
4.1	CONSTRUÇÃO DE UM RÁDIO DE GALENA	27
4.2	PROPOSTA, PLANO DE AULA E QUESTIONÁRIO	35
4.2.1	Turma da Especialização em Educação Científica e Tecnológica	35
4.2.2	Sexta fase da Licenciatura em Física	37
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
5.1	ANÁLISE QUALITATIVA DA APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA DE AULA, DO QUESTIONÁRIO DE CONCEPÇÕES PRÉVIAS E DE POSSÍVEIS MUDANÇAS CONCEITUAIS.....	41
5.2	ANÁLISE DOS QUESTIONÁRIOS INVESTIGANDO A VIABILIDADE DA PROPOSTA	48
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	60
	REFERÊNCIAS	61

1 INTRODUÇÃO

Acredito ser importante salientar minha curiosidade pelo campo do eletromagnetismo, em especial pelas ondas de rádio: desmontar rádios investigando seus mecanismos na tentativa de entender seu funcionamento e visitar vizinhos proprietários de estações radioamadoras foi um hábito desenvolvido ainda muito cedo. O interesse continuou com o passar dos anos, levando-me a trabalhar em uma oficina de reparos em aparelhos eletrônicos, como rádios e televisores, ocasião na qual construí conhecimento empírico suficiente para me capacitar a fazer montagens em eletrônica. Ademais, devido a fatores como o contato com pessoas interessadas pelo assunto, melhoria das minhas condições financeiras, popularização dos aparelhos destinados ao radioamadorismo e a facilidade de aquisição destes com o advento da internet, tive oportunidade de montar uma estação radioamadora.

Com o ingresso no curso de Licenciatura em Ciências da Natureza com Habilitação em Física, esse conhecimento pôde ser complementado de maneira mais aprofundada e formal, e, ao findar o curso, eu e meu orientador vislumbramos a possibilidade de utilização de minha experiência prática com montagens eletrônicas e o interesse por essa área da física para elaboração de um Trabalho de Conclusão de Curso.

Aproveitando o fato de que próximo à unidade do IFSC campus Araranguá opera uma emissora comercial de rádio AM, decidimos montar um rádio de galena. É um rádio primitivo e rústico, que utiliza poucos componentes para sua construção. Distanto da emissora no máximo em até cinquenta quilômetros, funciona produzindo som audível apenas com a energia do sinal AM captado, sem a necessidade de alimentação externa como pilhas ou rede elétrica. Esse comportamento, a princípio intrigante, chama atenção e pode ser explorado para fins didáticos com alunos ou outros expectadores.

A escola, enquanto instituição promotora de conhecimentos, muitas vezes não atinge o esperado em termos de aprendizagem, haja vista que a formação do aluno não prossegue com estratégias de experimentação em detrimento de exposição de teorias que acabam o afastando de um aprendizado de fato eficaz. Quanto aos processos de ensino de Ciências, essa situação prossegue do ensino fundamental até o ensino médio. Campos, Fernandes e Souza (2012) afirmam que a

prática pedagógica deve oportunizar a interação social com o conteúdo da sala de aula. Também praticamente não são realizados os procedimentos didáticos de experimentação (GASPAR, 2005), reunindo a teoria e a prática para auxiliar no ensino e aprendizagem.

Justifica-se este estudo considerando-se que nas escolas, na maioria das vezes, não há maior preocupação com a aprendizagem significativa e contextualizada dos conteúdos ensinados, nem com a interação social que promova a discussão dos assuntos estudados (BRUSCATO; MORS, 2014).

Ao compreender a necessidade da prática pedagógica por meio de experimentações, lembramo-nos de Gaspar (2008) que se refere a equívocos em sala de aula: a experiência vem depois da explicação teórica, e os professores não despertam a curiosidade dos alunos quando apresentam conteúdos pré-estabelecidos, estanques.

Para estruturar este estudo em termos pedagógicos, buscaram-se referenciais em Gaspar (2008), como referencial metodológico, que é um autor reconhecido no campo da teoria da experimentação no ensino de Ciências e Física e em Vygotsky, defensor da teoria da interação social, esta que foi utilizada para fundamentar a proposta, bem como autores com publicações de artigos em revistas conceituadas, tais como Braz (2013), Pimenta e Lima (2019), Ribeiro e Freitas (1997), Rezende (2009), Ribeiro Jr., Cunha e Laranjeiras (1997), além de obras diversas sobre a temática proposta.

Identificou-se, através de revisão bibliográfica, como será visto no capítulo 2, que há poucas publicações sobre esse assunto voltadas para a área de ensino de Física.

O tema levou à formulação do problema: *como seria ensinar Física utilizando o tema ondas de rádio através de um enfoque experimental?*

Considera-se que seja possível elaborar, implementar e avaliar uma proposta de ensino com experimentação de um rádio como tema, uma vez que, provavelmente, a maioria dos alunos conheça um aparelho de rádio, tenha feito sintonia de emissoras, trocado a faixa de recepção, esticado ou mudado a posição da antena em busca de melhor recepção ou simplesmente ligado ou desligado um deles. Esses pequenos conhecimentos podem ser objeto de construção de novos saberes.

O capítulo 3, fundamentação teórica, foi dividido nas seções: Vygotsky, discorrendo-se sobre a interação social como caminho para a aprendizagem e Gaspar, que traz definições e considerações sobre a experimentação como ferramenta didática nas aulas de Física. Na seção rádio situam-se a história, definições, funcionamento e conteúdos físicos acerca do rádio situando-o no tempo e espaço, com o objetivo de apresentar sua importância enquanto tecnologia capaz de transformar a sociedade em termos de informações, reiterando a possibilidade de tais subsídios contribuírem com o despertar dos alunos para o estudo da Física, sendo baseada em Ferrareto (1968), Perles (2019), Breitenbach (2000), Castro (2016), entre outros.

No capítulo 4 será apresentada a metodologia da pesquisa: o passo a passo da montagem de um rádio de galena e o teste de funcionamento. Também será visto como ocorreu a apresentação de uma aula com tópicos de eletromagnetismo relacionados a ondas de rádio para uma turma de Especialização em Educação Científica e Tecnológica em nível de pós-graduação e para a sexta fase da Licenciatura em Física, concomitante com experimentação em campo, finalizando com a aplicação dos questionários avaliativos acerca da proposta apresentada.

Nas considerações finais, capítulo 5, serão apresentados quais e como ocorreram os aprendizados e os resultados alcançados, assim como as opiniões dos envolvidos acerca da viabilidade da proposta de ensino. Também verificaremos a avaliação dos futuros docentes quanto à metodologia proposta e as perspectivas futuras da utilização do tema como forma de ensino de Ciências e Física.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para a revisão bibliográfica deste trabalho buscou-se artigos científicos e trabalhos publicados que pudessem auxiliar sua elaboração, que contemplassem palavras-chave sobre o tema escolhido e que propusessem alguma proposta do ensino de Física utilizando temas pertinentes a radio transmissão ou radiorrecepção, e também sob um enfoque experimental, por meio da utilização de rádios.

As palavras-chave utilizadas para a realização da revisão foram rádio, ondas de rádio e radioamadorismo, combinadas com indicadores como ensino de Física, experimentos, experimentação e rádio de galena. A pesquisa foi realizada em alguns periódicos da área do ensino de Ciências e Física, considerando o recorte temporal dos últimos 20 anos, quais sejam: Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF), Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF), Física na Escola e no não periódico biblioteca da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). O quadro 01 apresenta os artigos encontrados em cada fonte.

Quadro 01: Lista de publicações encontradas em cada periódico e biblioteca UFSC

RBEF	BRUSCATO; MORS, 2014
CBEF	PENA, 2013
FE	Zero trabalhos
BIBLIOTECA UFSC	RUZZA; ANDREOLA, 2013 SOUZA, 2013

Fonte: Autoria própria, 2019

Na RBEF foi encontrado o artigo “Ensinando Física através do radioamadorismo”, dos autores Bruscato e Mors (2014), relatando a experiência realizada no Colégio Militar de Porto Alegre, quando o tema radioamadorismo foi utilizado para ensino extracurricular, na última série do ensino fundamental e nas três séries do ensino médio, como tentativa de melhor qualificar a aprendizagem de Física. A metodologia consistiu na montagem de uma estação radioamadora com a participação dos alunos, orientados por instruções contidas em apostilas que abordavam os temas envolvidos, tais como normas básicas de segurança com eletricidade, montagem de bancada para trabalhos e eletrônica, propagação de ondas eletromagnéticas e faixa de frequências de radioamadorismo. Os resultados, para os professores e alunos, se mostraram acima do esperado. Tal afirmação se confirma, por exemplo, por relato de um dos alunos que diz: “*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. Não esperava que o tema fosse tão interessante, já que sabia que radioamadores eram coisas ultrapassadas”, e também pela observação dos professores, de que quando um tema era discutido, vários outros, paralelos, vinha à tona e se tornavam objeto de estudo. O trabalho enfatiza que o tema tem potencial para ser usado com fins didáticos e que, apesar disso, é pouco utilizado no Brasil, na contramão do que acontece em países como Portugal, Argentina e Estados Unidos.

No CBEF foi encontrado apenas o trabalho intitulado “Por que a onda de rádio, seja ela de Amplitude Modulada (AM) ou de Frequência Modulada (FM), é chamada de portadora? O que é uma onda portadora?”. Pena (2013) apresenta esta publicação que, de maneira sucinta, mostra as técnicas de modulação de sinais de rádio em amplitude modulada (AM) e frequência modulada (FM), bem como as diferenças básicas entre as duas técnicas, assim como de que maneira o sinal de áudio é inserido no sinal eletromagnético que o transportará e como esse sinal de áudio é extraído quando o sinal eletromagnético atinge rádio receptor.

Por fim, na biblioteca UFSC, encontramos a publicação descrita anteriormente no CBEF e mais duas, quais sejam: Ruzza e Andreola (2014) e SOUZA (2013). Ruzza e Andreola (2014) apresentam em seu trabalho, que é um roteiro para ser utilizado em feira de ciências, os temas onda eletromagnética, rádiofrequência e radorrecepção de maneira experimental, concomitante com a montagem de um rádio de galena, demonstrando seu funcionamento e o que acontece quando um sinal de rádio atinge o receptor e atravessa as etapas de seu circuito. Sugerem que se a experimentação descrita for apresentada a alunos, ela pode influenciar positivamente na aprendizagem destes, pois trata de fenômenos (propagação de sinais de rádio) que não são percebidos pelos olhos dos alunos (são comprimentos de onda fora do espectro visível) e representam a base de funcionamento de vários outros aparelhos receptores de sinais eletromagnéticos.

Souza (2013) apresenta em sua dissertação de mestrado os resultados da comparação entre alunos participantes e não participantes do clube de radioamadorismo no agrupamento de escolas em Gouveia, Portugal, no que

concerne ao desempenho escolar. São apresentados dados que comprovam que no grupo participante do clube de radioamadorismo houve melhor desempenho escolar em Português, Inglês e Geografia, assim como desenvolvimento da capacidade de expressão oral, menor evasão escolar e relatos de alunos de que a participação no grupo despertou prazer em se frequentar a escola. Conforme a pesquisa, a temática demonstra-se como potencial geradora de interesse pelo estudo de Ciências e Física.

A proposta didática deste trabalho, utilizando aula experimental relacionada a conceitos de radio transmissão, é inovadora e aborda temáticas da área da Física de maneira quase que totalmente conceitual, o que é importante para desmistificar a disciplina, notoriamente temida no meio escolar devido a sua suposta complexidade (afirmação baseada em experiência como aluno do ensino médio e estagiário docente, quando percebia os envolvidos no processo com medo da disciplina), e por tratar de fenômenos ondulatórios às vezes desconhecidos ou mal compreendidos, pois não são vistos a olho nu, já que estão fora da faixa visível do espectro eletromagnético, e também por utilizar conhecimentos específicos do autor sobre tecnologias que possuem funcionamento simples e que, apesar de serem consideradas obsoletas, são a base de funcionamento de várias outras atuais e modernas, podendo assim produzir melhores entendimentos.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 VYGOTSKY

Vygotsky considera a interação social no desenvolvimento humano de extrema importância, o que contribui para a psicologia e para a educação explicando como ocorre o processo de desenvolvimento da aprendizagem, como os saberes são socialmente construídos e como a aprendizagem e o desenvolvimento se inter-relacionam, para isso focando no aspecto histórico-social (da psicologia), por meio de quatro pontos. São eles: a mediação, a internalização do conhecimento, a zona de desenvolvimento proximal e a formação de conceitos (GASPAR, 2005).

Mediação: por mediação entende-se a etapa do desenvolvimento do pensamento centrada na presença de estímulos e signos, o que faz com que o indivíduo modifique as suas atividades psíquicas. O professor é figura essencial no processo por representar um elo intermediário entre o aluno e o conhecimento disponível no ambiente (GASPAR, 2005).

O elemento mediador “signo” é exclusivamente humano. Signo é qualquer objeto, forma ou fenômeno que representa algo diferente de si mesmo. A linguagem, por exemplo, é toda composta de signos: a palavra cadeira remete ao objeto concreto cadeira. Podemos imaginar uma agora mesmo sem a necessidade de vê-la. Para o homem, a capacidade de construir representações mentais que substituam os objetos do mundo real é um traço evolutivo importante: possibilita libertar-se do espaço e do tempo presentes, fazer relações mentais na ausência das próprias coisas, fazer planos e ter intenções (GASPAR, 2005).

Acreditamos que a aplicação deste trabalho como possibilidade de ensino de Física produza o referido desenvolvimento da aprendizagem, visto que as atividades previstas contemplam todas as etapas dos processos citados pelos renomados autores da área da educação.

Internalização do conhecimento: para Vygotsky (2005), a interação social é que provoca a alteração e o desenvolvimento das funções psíquicas superiores. Para ele, o desenvolvimento do pensamento do indivíduo e formação vai do social para o individual, considerando este um ser social desde o momento do seu nascimento e a linguagem, uma marca histórico-cultural.

Neste trabalho também se verifica possibilidade de internalização do conhecimento. A atividade proposta será executada no estacionamento do câmpus, em grupo, o que poderá encorajar os alunos a interagirem entre si, com o professor e com o experimento, sentindo-se à vontade e mais estimulados em prever o que acontecerá durante a atividade.

Zona de desenvolvimento proximal: é a denominação dada por Vygotsky a uma espécie de desnível cognitivo que cada pessoa tem para adquirir algo novo com a colaboração de um parceiro mais capaz, como é o caso do professor ou colegas. Seria uma espécie de distância cognitiva a ser identificada no cérebro do indivíduo, entre o que ele já construiu e o que precisa ser construído para viabilizar o processo de ensino. Seria como identificar que não há como ensinar equação do segundo grau se o aluno ainda não aprendeu a resolver as de primeiro grau. Vygotsky vincula esse conceito à relação entre aprendizagem escolar e desenvolvimento. É esse, talvez, o fator principal da sua teoria, tendo como pressuposto básico a existência de uma diferença entre o nível de aprendizado obtido quando o indivíduo desempenha uma tarefa sozinho e quando a desempenha com a ajuda de outro indivíduo mais capacitado (GASPAR, 2005).

Nesse contexto, Rosa (1999) expõe que [...] isso fica evidente nas suas discussões acerca do que ele denomina zona de desenvolvimento proximal, caracterizado como a distância entre o nível do desenvolvimento real do indivíduo, determinado pelas capacidades de resoluções de problemas de forma independente e o nível de desenvolvimento potencial, que representa aquilo que o indivíduo consegue realizar com a ajuda de companheiros mais capazes (ROSA; ROSA, 1999, p. 5).

Diante do exposto, este cenário se torna mais eficiente na aprendizagem escolar envolvendo maior número de alunos, sendo que ao exercitarem a cooperação entre todos do grupo, Vygotsky destaca que os “mais capazes” auxiliam os “menos capazes”. “[...] Aquilo que o indivíduo pode realizar com assistência hoje, ele será capaz de fazer sozinho amanhã (ROSA e ROSA, 1999, p. 113)”.

Neste contexto, segundo Rosa e Rosa (1999), em se tratando da Física, o fato de ensinar a disciplina voltada para a troca de ideias entre professores e alunos resulta na aprendizagem coletiva, haja vista que esta acontece com a aquisição do conhecimento como um processo cognitivo e não mecânico.

Formação de conceitos: A questão relativa à formação de conceitos é, para Vygotsky, uma extensão do processo de internalização, caracterizando-se pelo

confronto entre o conhecimento espontâneo e o científico. Por conceito espontâneo entendem-se aqueles que o ser aprende no seu dia a dia, no contato com os objetos e suas derivações no seu próprio ambiente de convivência. Já por científico entende-se o conceito assimilado de forma sistematizada, transmitido intencionalmente por metodologias específicas e decorrentes do processo ensino-aprendizagem desenvolvido no ambiente escolar (GASPAR, 2005).

Segundo Rosa e Rosa (1999), cabe ao professor considerar sempre que o aluno não é uma “tabula rasa”, pois carrega algum tipo de conhecimento e deve ter espaço efetivo de expor suas opiniões, ideias e argumentações e confrontar esse conjunto de elementos deve ser sempre o objetivo principal do ensino em sala de aula ou a principal variável dependente usada na avaliação da eficácia do ensino, que, de fato, leva a um verdadeiro conhecimento acerca do assunto discutido. Isso tem relação com a proposta investigativa do trabalho já que o questionário pré-aplicação da proposta visa justamente mapear essas opiniões e ideias prévias e o questionário pós-aplicação visa mapear possíveis formulações de conceitos científicos.

A maneira como os conceitos científicos são trabalhados na escola abre caminho para a revisão e a melhor compreensão dos conceitos espontâneos (prévios) que cada aluno traz dentro de si. Assim, refletindo o cotidiano de sua classe social, o aluno leva para a escola, sob forma de conceitos espontâneos, certos conhecimentos e valores, dos quais vão adquirindo progressiva consciência através desse movimento (MOYSÉS, 1997, p. 38).

A literatura acerca do ensino da Física mostra que uma das dificuldades é mostrar aos alunos sua relação com os fenômenos presentes no seu dia a dia, o que torna o ensino cada vez mais desinteressante tanto para quem ensina como para quem aprende, sendo comum o professor simplesmente seguir a ordem dos livros didáticos abordando o conteúdo primeiramente pelos conceitos do objeto de estudo, e tais conceitos discutidos são sempre revestidos de fórmulas e seguidos de uma infinidade de exercícios numéricos para serem resolvidos, como se a Física fosse, essencialmente, Matemática aplicada. A proposta consiste de partir da experimentação e dos conceitos prévios dos alunos que, após a socialização, discussão e explicação do professor vão confrontar os conceitos prévios com aqueles adquiridos. Rosa e Rosa (1999, p. 7) advertem que “essa ênfase demasiada dada ao ensino da Física, como aquele capaz de resolver problemas numéricos

propostos por livros didáticos é outro fator que tem contribuído para afastar os alunos dessa ciência”.

3.2 - GASPAR (experimentação).

Segundo Alberto Gaspar (2005), as atividades experimentais enquanto recurso didático, mesmo diante do potencial que representam no ensino, vem sendo cada vez mais desvalorizadas, o que se configura em contradição com a postura didática e profissional do professor.

O autor representa relevante papel no estudo da Física, sendo mencionado com frequência em publicações científicas, representando um significativo referencial, defendendo esta metodologia (experimentação), como interação com a sociedade na qual os alunos estão inseridos, como agentes ativos e participantes do desenvolvimento de sua comunidade:

A atividade de demonstração experimental em sala de aula, particularmente quando relacionada a conteúdos de Física, apesar de fundamentar-se em conceitos científicos, formais e abstratos, tem por singularidade própria a ênfase no elemento real, no que é diretamente observável e, sobretudo, na possibilidade simular no microcosmo formal da sala de aula a realidade informal vivida pelo indivíduo no seu mundo exterior. Grande parte das concepções espontâneas, senão todas, que a criança adquire resultam das experiências por ela vividas no dia-a-dia, mas essas experiências só adquirem sentido quando ela as compartilha com adultos ou parceiros mais capazes, pois são eles que transmitem a essa criança os significados e explicações atribuídos a essas experiências no universo sociocultural em que vivem (GASPAR; MONTEIRO, 2005, p. 232).

Amplamente abordada no meio educacional, a questão do ensino-aprendizagem de Física necessita de metodologias que despertem o interesse do aluno.

De fato, na contemporaneidade busca-se possibilitar o estudo crítico da Física superando os dois aspectos da tecnologia aplicada na escola (livros didáticos e ciência aplicada).

Nessa perspectiva, a Física, ao que tudo indica, trata a tecnologia como uma aplicação e não como uma oportunidade de formalização de saberes, o que dificulta sua introdução como objeto de ensino. Nessa direção, Ricardo (2004) reforça que isso dificulta também a modernização dos programas de Física, haja vista que esta distinção entre ciência e tecnologia não pode ser considerada nítida.

A experimentação como ferramenta didática na educação, nos últimos cem anos, tem fomentado debates e desencadeado importantes e produtivas pesquisas. Sobre o uso da experimentação efetivamente, Gaspar e Monteiro (2005) apontam duas perspectivas: a primeira é o modo como ela vem sendo utilizada na educação básica e a segunda refere-se às razões pelas quais ela ainda permanece pouco expressiva no contexto educacional.

Gaspar (2008) pondera que embora haja a intenção dos professores na aplicação de atividades de experimentação na educação, dois equívocos ocorrem em sua utilização no ensino: o primeiro equívoco está associado à escola tradicional, na qual a experiência aparece apenas após a explicação de um conhecimento inicialmente abordado de forma teórica, a fim de memorizar e comprovar a informação dada; o segundo equívoco situa-se nos professores que apresentam conteúdos prontos, não oferecendo estímulo à curiosidade dos alunos.

Nessa direção, segundo a justificativa deste estudo, busca-se desenvolver a aprendizagem significativa e contextualizada dos conteúdos utilizando um rádio de galena como motivador e organizador prévio que promova a discussão dos assuntos abordados nas aulas de Física.

Assim, a proposta com foco na atividade experimental utilizando o rádio de galena configura-se em um potencial de construção de conhecimento de como são transmitidos eletricamente sinais e informações sem fios, que de forma implícita são, necessariamente, a base de funcionamento de aparelhos muito comuns no cotidiano, e, de acordo com pesquisa realizada pelos autores deste estudo, é um tema pouco utilizado no Brasil.

3.3 RÁDIO

3.3.1 História e definições

Sendo um rádio parte deste estudo é pertinente discorrer, ainda que brevemente, sobre seu papel na história da comunicação. O rádio veio transformar a vida das pessoas em sociedade, pois possibilitou a informação a distância e sem fio. Trata-se de um instrumento de comunicação que não desapareceu mediante ao surgimento de tecnologias mais avançadas, como a televisão e a internet.

Sabe-se que o homem reuniu sons e gestos para designar um objeto, originando o signo, ao que Bordenave (1982, p. 25), menciona que de posse de repertórios de signos e de regras para combiná-los, o homem criou a linguagem. Inicialmente, a linguagem era sons guturais do homem pré-histórico.

Também a comunicação visual gravada nas cavernas por meio de desenhos descrevia diversas mensagens. Surgiram também os signos sonoros e visuais como o berrante, o gongo e os sinais de fumaça, utilizados pelo homem a fim de vencer a distância. A invenção da escrita (século IV a.C) veio trazer a mensagem que poderia ser levada de um lugar para o outro.

Mais tarde (entre 1438 e 1440), surge a prensa inventada pelos chineses para imprimir os primeiros livros, posteriormente jornais, aumentando consideravelmente a comunicação. O telégrafo e o telefone foram posteriores à imprensa, e pela primeira vez possibilitaram comunicação à distância instantaneamente. O rádio possui essa característica, porém difere-se por utilizar a transmissão e recepção dos sinais através de ondas eletromagnéticas, que se auto propagam no espaço sem a necessidade de fios.

Atendendo à proposta de montagem de um rádio de galena como ferramenta de ensino-aprendizagem, é pertinente que se aborde como surgiu o rádio, desde as primeiras experiências.

O desenvolvimento tecnológico surge na era da eletricidade. O razoável domínio do eletromagnetismo possibilitou a criação do telégrafo de fios com a transmissão exclusiva do código Morse. Em 1900 foi feita a primeira ligação telegráfica de 300 km, entre Cornwall e a ilha de Wight, na Inglaterra. Nessa época, de acordo com os estudos do físico britânico James Clerk Maxwell, já aparecem indícios de que a transmissão de sinais poderia ser feita sem uso de fios. Vejamos:

Foi ele quem desenvolveu a teoria das ondas luminosas e estudou a relação entre a eletricidade e o magnetismo, ou seja, o eletromagnetismo. Em Cambridge, na Grã-Bretanha, o professor de Física James Clerk Maxwell demonstra no ano de 1863, por deduções matemáticas, que o efeito combinado da eletricidade e do magnetismo manifesta-se no espaço, originando um campo o qual se propaga sob a forma de vibração ondulatória com a velocidade da luz ($2,997925 \times 10^8$ m/s) (FERRARETO, 1968, p. 81).

Embora Maxwell seja mais conhecido por ter dado forma final à teoria moderna do eletromagnetismo, que une a eletricidade, o magnetismo e a óptica, ela

foi testada pelo cientista Heinrich Rudolf Hertz (FERRARETO, 1968, p. 81), evidenciando a existência da onda eletromagnética usando bobinas ligadas a dois faiscadores. O jovem físico alemão realizava suas experiências durante as aulas na Universidade de Kiel, produzindo num experimento efeito luminoso provocado pela circulação de corrente elétrica, demonstrando a essência da radiação eletromagnética.

Segundo Perles (2019), coube ao italiano Guglielmo Marconi a invenção do rádio, mas, na verdade, ele apenas patenteou, em 1896, o primeiro aparelho transmissor sem fios.

Seus estudos iniciaram por volta de 1894, quando conseguindo enviar sinais fracos para aproximadamente 100m de distância. Suas experiências iniciaram com os estudos elementares para transmissão radiotelegráfica. Outro ensaio realizado por Marconi aconteceu em 1894, demonstrando um equipamento chamado oscilador (antena) (PERLES, 2019).

Um pouco mais de dois anos depois os sinais do transmissor de Marconi já ultrapassavam a barreira de um quilômetro.

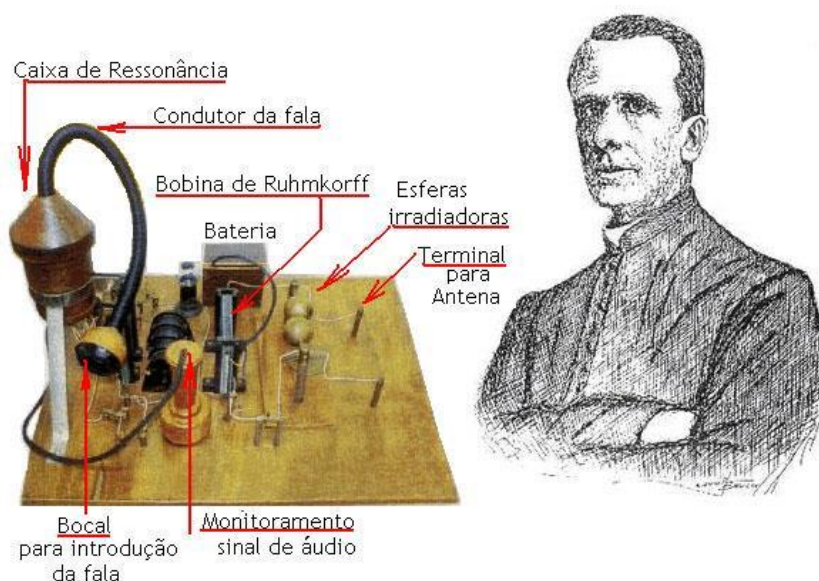
Em 1899, na Inglaterra, fez sucesso com a transmissão, sem fios, do código de Morse através do canal com os sinais radiotelegráficos:

Essa transmissão foi feita numa estação de rádio montada em Newfoundland, no Canadá, contando com a presença de membros do Exército e da Marinha da Inglaterra. Assim, pela primeira vez, recebia-se um sinal, a letra S, em código Morse, do Canadá até a localidade de Poldhu, na Grã-Bretanha. A mensagem de socorro transmitida pelo Atlântico foi ouvida a partir da sigla S.O.S. – *save our souls*¹.

Entretanto, Grecco (2006, p. 77), afirma que antes de Marconi realizar alguma experiência de sucesso, o padre brasileiro Roberto Landell de Moura já havia feito uma transmissão de voz por meio do eletromagnetismo: “há registros de que as primeiras experiências do padre Landell com transmissões de ondas portando a voz humana teriam ocorrido entre 1893 e 1894”.

¹ Salvem nossas almas.

Figura 1 – Rádio inventado por padre Landell



Fonte: (ARAÚJO, 2019, p. 1)

A experiência do padre brasileiro, segundo Gontuo (2004, p. 355) ocorreu entre a Avenida Paulista e o bairro Sant'ana, sem fios, com sua voz, por meio de irradiação de uma onda eletromagnética, em Junho de 1900, na presença de autoridades e imprensa, noticiado no Jornal do Commercio, na edição de 10 de Junho de 1900:

No domingo próximo passado, no alto de Sant'ana, cidade de São Paulo, o padre Roberto Landell, fez uma experiência particular com vários *apparelhos* de sua invenção, no intuito de demonstrar algumas leis por *elle* descobertas no estudo da propagação do som, da luz e da eletricidade *atravez* do espaço, da terra e do elemento aquoso, as *quaes* foram coroadas de brilhante êxito. (sic!) Estes *apparelhos* eminentemente *praticos* são como tantos *corollários* deduzidos das leis supracitadas. (Sic!) Assistirão á estas provas, entre outras pessoas, o Sr. P.C.P. Lupiton, representante do Governo Britânico e sua família. (sic!) (JORNAL DO COMMERCIO, 1930 apud PERLEZ, 2019, p. 9).

O advento do rádio marcou uma nova era nas comunicações, porque suas ondas possibilitaram a quebra de uma barreira que subsistiu à tecnologia da impressão: o analfabetismo, haja vista que os que não sabiam ler passaram a ouvir informações (PERLEZ, 2019).

É inegável que a consequência do advento do rádio ocasionou a massificação da informação, tornando-se instrumento político da época. No Brasil, a primeira transmissão radiofônica pública datou de sete de setembro de 1922, no Rio de

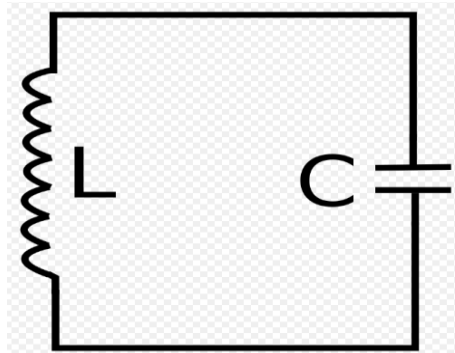
Janeiro, com o discurso do presidente Epitácio pessoa na Exposição do Centenário da Independência.

3.3.2 Funcionamento

A teoria eletromagnética diz que “uma carga elétrica acelerada deve emitir energia eletromagnética e o faz sob forma de luz e/ou onda eletromagnética” (GREF, 2017). A partir desse pressuposto, podemos deduzir então que um elétron, que é uma partícula possuidora de carga elétrica, sofrendo aceleração em um condutor, vai irradiar uma onda eletromagnética.

A energia elétrica fornecida para as residências brasileiras pelas concessionárias tem frequência de oscilação padronizada em 60 Hertz. Isso significa que os elétrons livres nos condutores oscilam acelerando e desacelerando 60 vezes por segundo. Embora essa seja uma forma de aceleração das cargas muito comum (geração comercial de eletricidade em corrente alternada), é uma frequência de oscilação baixa para fins de comunicação. Para uma mesma potência elétrica que obriga as cargas oscilarem, quanto maior a frequência de oscilação destas, maior é o alcance do sinal eletromagnético produzido. Um circuito que nos permite obter corrente alternada de alta frequência é constituído de uma bobina e de um capacitor ligados conforme ilustra a figura a seguir. Esse circuito recebe o nome de circuito “LC”, ou também circuito oscilante.

Figura 2 - Diagrama esquemático de um circuito oscilante sendo “L” um indutor e “C”, um capacitor

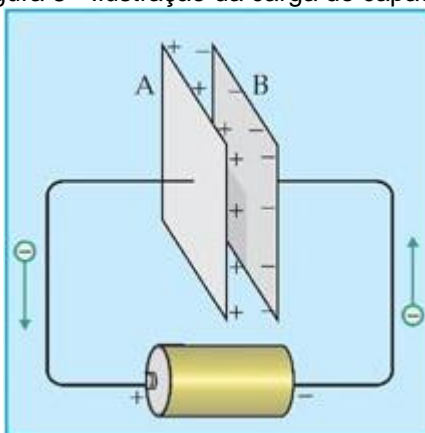


Fonte: Wikipédia

Um indutor constitui-se de um condutor enrolado e forma de espiral; um capacitor é constituído basicamente de duas placas condutoras próximas uma da outra, separadas por um material isolante.

Vejamos como se origina a corrente alternada nesse circuito: inicialmente é necessário carregar o capacitor ligando-o a uma fonte de energia elétrica como uma bateria. Feito isso, surge nesse componente um campo elétrico entre suas placas. Como entre as placas há um material isolante (ar, plástico), não há movimento de cargas em seu interior. O polo negativo da bateria “empurra” os elétrons, pois eles possuem cargas negativas, já que cargas de mesmo sinal se repelem, e o polo positivo da bateria atrai os elétrons, pois cargas de sinais opostos se atraem. Os elétrons vão se acumulando em uma das placas, enquanto que a outra placa vai ficando com falta de elétrons. Conseqüentemente, as placas do capacitor vão ficando carregadas: uma positivamente e a outra negativamente, e o movimento dos elétrons livres em direção a uma das placas continua até que o campo elétrico formado no capacitor em função do desequilíbrio entre as cargas nas placas tenha a mesma intensidade do campo criado pela fonte. Nesse momento, o capacitor estará totalmente carregado e a corrente no circuito cessará.

Figura 3 - Ilustração da carga do capacitor



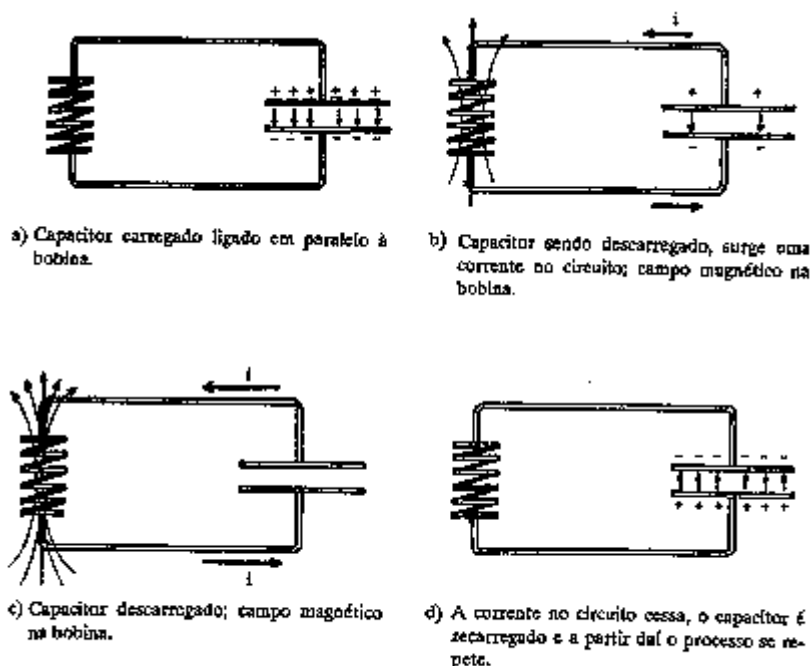
Fonte: <https://interna.coceducacao.com.br/ebook/pages/8048.htm>

Se conectássemos uma bobina condutora diretamente aos terminais das placas do capacitor carregado, surgiria nesse circuito uma corrente devido ao movimento de elétrons livres, acelerados em direção à placa positiva.

De acordo com o enunciado da Lei de Faraday ou Lei de Indução Eletromagnética, temos que “quando houver variação do fluxo magnético através de um circuito, surgirá nele uma força eletromotriz induzida” (GREF, 2017). À medida que o capacitor se descarrega, a corrente elétrica circulante na bobina obriga-a a acumular a energia em forma de campo magnético, e este é máximo no momento que o capacitor se descarregar totalmente. Quando cessada a corrente fornecida à

bobina, o campo magnético não terá mais condições de se auto sustentar e vai começar a perder sua intensidade, variando seu fluxo. Então, como reza o enunciado da lei de Faraday, a variação do fluxo magnético acontecendo será capaz de injetar corrente elétrica a um condutor “mergulhado” nas proximidades ou no próprio indutor, já que ele está “mergulhado” em seu próprio campo, e essa situação fará com que uma corrente surja nele próprio. Como seus terminais estão ligados ao capacitor, haverá um processo de recarga deste último, porém com polaridade invertida em relação à situação inicial (onde tínhamos placa carregada positivamente agora teremos carregada negativamente, e vice-versa). Com a extinção do campo magnético no indutor e a transferência da energia de volta ao capacitor, este ciclo se finda e outro novo está pronto para iniciar. Convém salientar que durante essas transferências de energia (nas formas de campo magnético e elétrico) entre os componentes, há perdas de energia por efeito Joule (devido à resistência ôhmica), e para que o processo se estabeleça continuamente, é necessária alguma forma de realimentação. Se devidamente realimentado, o circuito continuará a produzir oscilação das cargas elétricas e, conseqüentemente, irradiação de onda eletromagnética indefinidamente ao longo do tempo.

Figura 4 - Processo de transferência de energia entre indutor e capacitor

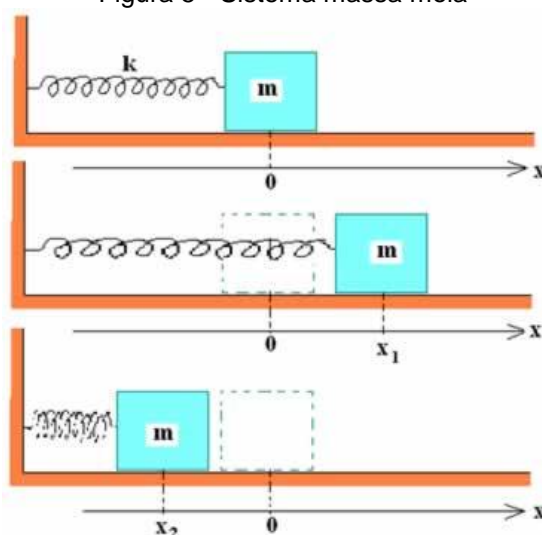


Corrente alternada no circuito oscilante.

Fonte: GREF, p. 240

A frequência da oscilação é determinada em função das capacidades do indutor e do capacitor. Para um capacitor de grandes placas, o processo de carga ou descarga é mais demorado do que em comparação com capacitor de placas menores. A situação é análoga para os indutores: um indutor de muitas espiras demorará mais tempo para formar ou perder seu campo magnético se comparado a outro de poucas espiras. Assim sendo, a velocidade do processo de transferência de energia e conseqüentemente a frequência da oscilação das cargas elétricas varia conforme as capacidades dos componentes. A dinâmica dos eventos é comparável a um sistema massa-mola, onde a frequência de oscilação depende de fatores como a massa da partícula oscilante e constante da mola.

Figura 5 - Sistema massa mola



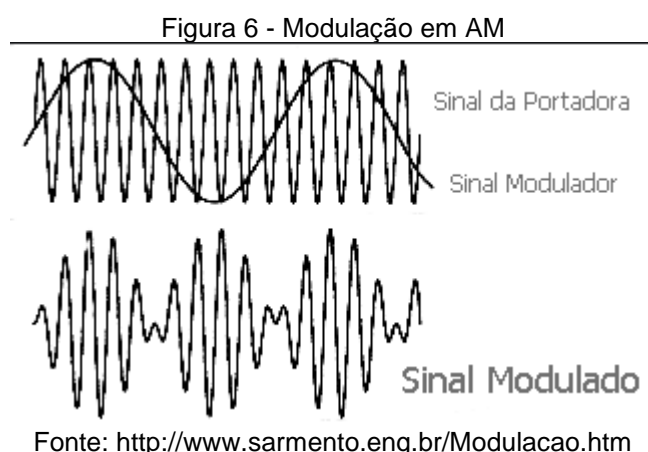
Fonte: <https://alunosonline.uol.com.br/fisica/mhs.html>

No oscilador mecânico a energia oscila entre energia cinética e potencial elástica. No oscilador eletromagnético, nosso circuito LC , a energia oscila entre energia elétrica (no capacitor) e magnética (no indutor). O indutor, quando atravessado por corrente elétrica, produz campo magnético. Cessada a passagem de corrente, cessa também a existência do campo magnético. Assim sendo, podemos dizer que o indutor é um eletroímã, ou seja, um ímã que pode ser ligado e desligado a qualquer momento.

Nos transmissores das rádios existe um circuito oscilante produzindo o sinal eletromagnético que é irradiado no espaço. A esse sinal (chamado também de onda portadora) são adicionados sinais de baixa frequência, como música ou voz, através

de microfones ou mesas de som do estúdio. Este processo de adição de informação ao sinal eletromagnético chama-se modulação.

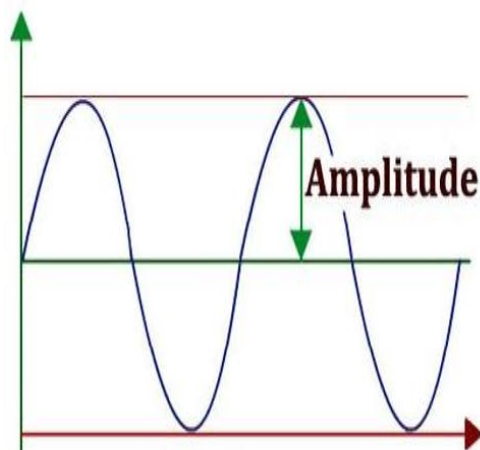
A modulação pode ocorrer principalmente em AM e FM. Estas siglas derivam, respectivamente, das expressões da língua inglesa “Amplitude Modulation” e “Frequency Modulation”. Em AM o sinal portador de informação é produzido através da modulação da amplitude da onda, e em FM, através da alteração da sua frequência. Neste trabalho vamos nos ater somente ao caso da modulação AM.



Agora que sabemos como o sinal eletromagnético é gerado e como a ele é adicionada a informação, passaremos a estudar o processo inverso: como um sinal eletromagnético de rádio é detectado e como a informação que ele transporta é extraída e ouvida. Para isso, é necessário compreendermos o fenômeno da ressonância e analisar o diagrama esquemático de um rádio bem simples, que é o rádio de galena, objeto de estudo deste trabalho.

Ressonância é o que acontece quando um sistema físico recebe energia por meio de excitações de frequência igual a uma de suas frequências naturais de oscilação, passando a oscilar com amplitudes cada vez maiores. Um exemplo comum do fenômeno é o que acontece quando uma criança brinca no balanço e recebe impulso de um agente externo: a aplicação de força compassada (de mesma frequência) com o movimento oscilatório do sistema provoca manifestação da ressonância, e o balanço atinge maior amplitude (altura) de oscilação.

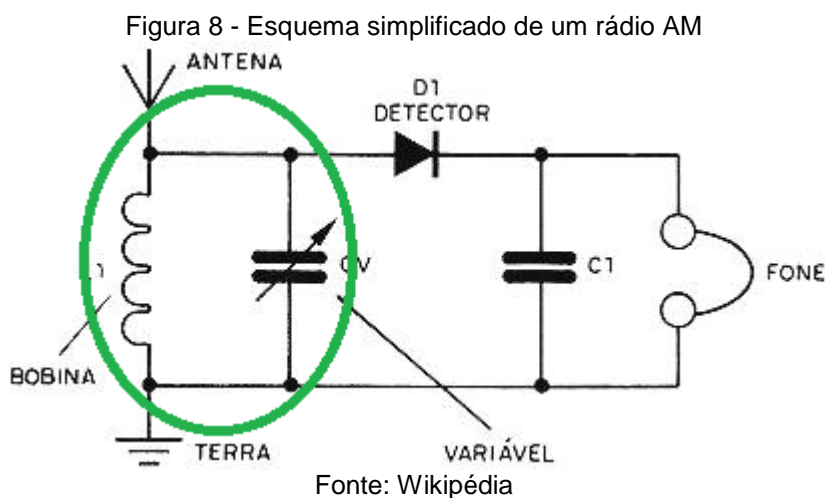
Figura 7 - Representação gráfica da amplitude de oscilação de uma onda



Fonte: <https://www.quora.com/What-is-the-SI-unit-of-amplitude>

Os radiorreceptores também possuem em seu interior um circuito oscilante, que pode ser compreendido como um sistema físico.

Para fins de conhecimento básico de como funciona um rádio receptor, vejamos a seguir o diagrama esquemático do mais simples rádio AM que se pode construir, o rádio de galena.



Suponhamos que o circuito LC em destaque (circuito indutor-capacitor local do rádio), em função da indutância e capacitância de seus componentes esteja sintonizado para oscilar em 1000 kHz (um milhão de oscilações por segundo), seja atingido por sinal eletromagnético modulado na frequência de também 1000 kHz. Ora, como a frequência de oscilação do oscilador local é a mesma do sinal de rádio que o atinge, perceber-se-á a ocorrência de ressonância elétrica, ou seja, movimento de elétrons com maior amplitude, ocasionando a circulação de corrente elétrica alternada e de alta frequência pelo circuito. Se frequência do sinal recebido

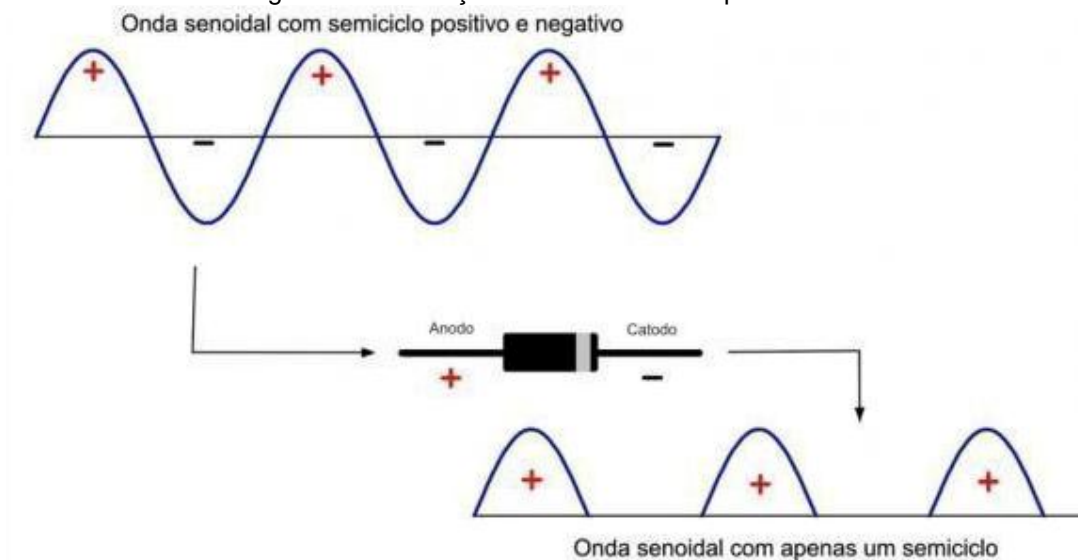
for diferente da frequência do oscilador local, não se perceberá ressonância e nem corrente elétrica circulando pelo circuito, e este será simplesmente drenado para o aterramento. A diferença básica entre corrente alternada e corrente contínua é bem simples de se entender. As nomenclaturas por si só já explicam: na corrente alternada temos movimentos de cargas que se alternam em seu sentido de circulação, e na corrente contínua o sentido da circulação das cargas é sempre o mesmo.

Essa corrente alternada que surge devido à maior amplitude de oscilação dos elétrons no circuito oscilante é convenientemente drenada para a etapa retificadora, onde um dos seus semiciclos será eliminado afim de que se torne pulsante. Se não retificada, a resultante da corrente alternada é nula e resumidamente não pode ser aproveitada para produzir som.

Uma das formas de se obter retificação de sinais alternados é utilizando-se um diodo. O componente converte corrente alternada em contínua. Antigamente a retificação era feita utilizando-se um pequeno pedaço de galena encostado a algum metal.

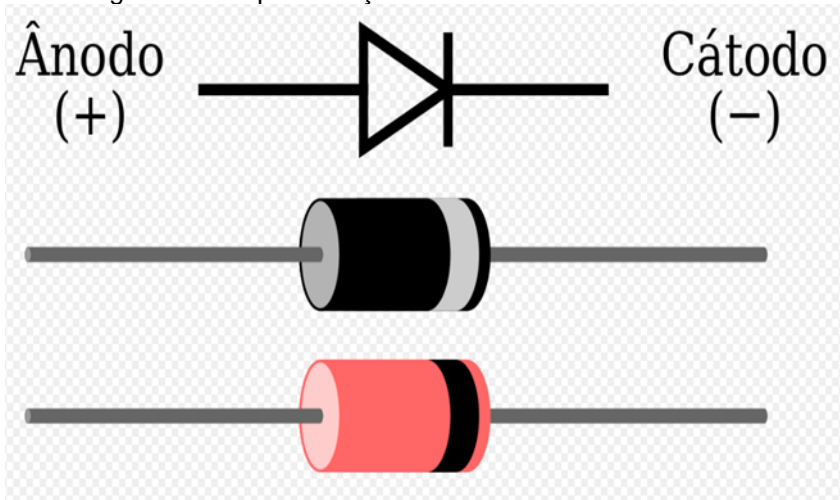
A galena é um minério do chumbo (PbS), daí se deriva a nomenclatura “rádio de galena”. Por fim, antes de atingir o transdutor acústico (componente que transforma o sinal elétrico em som), a corrente retificada passa por um último filtro chamado “passa baixa”, que é composto por um único capacitor. A função dessa etapa é facilitar a passagem das correntes de baixa frequência, como a da voz humana, facilitando sua percepção no transdutor.

Figura 9 - Retificação de sinal alternado pelo diodo



Fonte: <https://www.mundodaeletrica.com.br/diodo-retificador-o-que-e-pra-que-serve/>

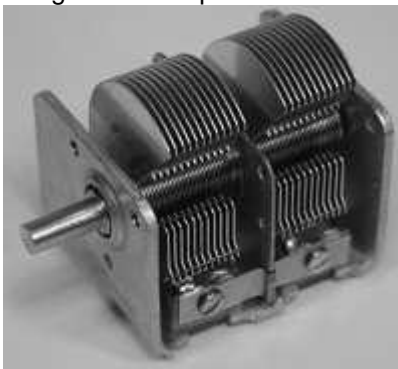
Figura 10 - Representação de um diodo e seus terminais



Fonte: Wikipédia

Há de se observar que tanto para a geração quanto para a recepção de sinais de rádio se utiliza um circuito oscilante e, como já dito anteriormente, para alterar sua frequência de oscilação, alteram-se as capacidades do indutor ou do capacitor. Especificamente nos receptores mais antigos, quando fazemos procura por alguma estação torcendo os botões de sintonia, estamos movimentando o mecanismo do capacitor variável, alterando sua capacidade de armazenamento de cargas. É mais vantajoso alterar as características do capacitor porque ele pode ser construído de maneira robusta, o que aumenta sua vida útil se comparado a um indutor que varie sua capacidade, sem contar que um indutor variável tem construção mais complexa.

Figura 11 - Capacitor variável



Fonte: <http://www.if.ufrgs.br/tex/fis01043/20022/Camilla/saibamais.htm>

4 METODOLOGIA

Tivemos como intuito neste trabalho a utilização do tema ondas de rádio com propósito voltado ao ensino de Física, de forma experimental. Podemos dividir o andamento das atividades nas seguintes etapas:

- a) Construção do rádio de galena.
- b) Teste do rádio.
- c) Implementação de uma aula experimental explorando conceitos físicos envolvidos nos processos de radio transmissão e recepção.
- d) Aplicação de questionário qualitativo para avaliar a evolução conceitual antes e depois da aula experimental aos alunos do curso de Especialização em Educação Científica e Tecnológica.
- e) Aplicação de questionário qualitativo coletando opiniões sobre a viabilidade da proposta de ensino de física aos alunos da sexta fase da Licenciatura em Física.

4.1 CONSTRUÇÃO DE UM RÁDIO DE GALENA

Materiais utilizados:

- Base de madeira de 10 x 10 cm;
- Dois metros de fio de cobre esmaltado 24 AWG;
- Um capacitor variável tipo “mini” com variação de 01 a 30 picofarad;
- Um diodo 1N60;
- Um fone magnético de alta impedância retirado de orelhão;
- Cinco garras conectoras tipo “jacaré”;
- Uma haste de aterramento de, no mínimo, cinquenta centímetros de comprimento;
- Terminais para conexões das garras jacaré;
- Soldador 30 w, solda e fios para conexões.
- Cano de PVC de uma polegada de diâmetro e dez centímetros de comprimento.
- Ponte para fixação de terminais, ou pode ser um pedaço de placa de circuito impresso de um centímetro de largura por cinco de comprimento.

- Fio para a antena do rádio.
- Cinco parafusos pequenos.

A base de madeira foi adquirida em marcenaria de um conhecido, sem custo. Qualquer uma serve, porém é preferível que seja madeira mole para facilitar a fixação dos parafusos.

O fio esmaltado foi comprado em oficina de rebobinagem de motores elétricos. É um material fácil de encontrar no comércio ou em sucata de motor elétrico.

O capacitor variável foi retirado de uma sucata de rádio. Caso haja dificuldade de encontrá-lo em sucata, existe à venda em casas de componentes eletrônicos ou lojas virtuais a baixo custo.

O diodo 1n60 foi obtido por doação de um conhecido que é técnico em reparo de eletrônicos. O modelo 1n34 também serve. O que importa é que seja de germânio devido a maior sensibilidade a sinais de baixa intensidade. Também está disponível nas lojas virtuais, principalmente nas estrangeiras, com baixo custo.

O fone magnético de alta impedância é usado em orelhões e telefones convencionais. O que usamos foi doado por um técnico em telefonia. Esses profissionais possuem vários desses componentes em seu ferramental e não se importarão em doar uma unidade a quem os pedir. Na dificuldade de se adquirir um, estão disponíveis a venda na internet, geralmente a baixo custo. O componente tem que ser obrigatoriamente de alta impedância. Se for instalado alto falante comum de baixa impedância o rádio não funcionará.

As garras tipo “jacaré” e os terminais eu possuía guardados. Podem ser encontradas em casas de componentes eletrônicos, oficina auto elétrica de carros ou em lojas virtuais.

A haste de aterramento utilizada foi um pedaço de uma barra padrão de 2 metros, utilizada em aterramento de instalação elétrica residencial. A haste não é componente crítico da montagem, e outras como uma barra de ferro comum ou até um espeto funcionarão normalmente.

O soldador é facilmente encontrado no comércio de materiais elétricos. Deve ser de no máximo 30 w. A utilização de outros de maiores potências não é indicada porque estes são de tamanhos maiores, dificultando o manuseio em montagens pequenas como a nossa e também por que esquentam muito, podendo danificar os componentes no momento da soldagem.

O cano de PVC é o de instalação hidráulica, mas qualquer outro de plástico serve. É um material fácil de ser obtido, no comércio ou em sucatas de construções em andamento.

O pedaço de placa de circuito impresso pode ser cortado de uma placa nova, que existe à venda em lojas de componentes eletrônicos, ou então, cortado de alguma sucata. O tamanho deve ser ao redor de um centímetro de largura por cinco de comprimento. Ela deve ter a parte cobreada separada em cinco partes, preferencialmente com auxílio de uma lima. Essas separações serão os pontos de fixação da solda dos componentes. Vide figura mais a frente para melhor compreensão de como a placa deve ser confeccionada.

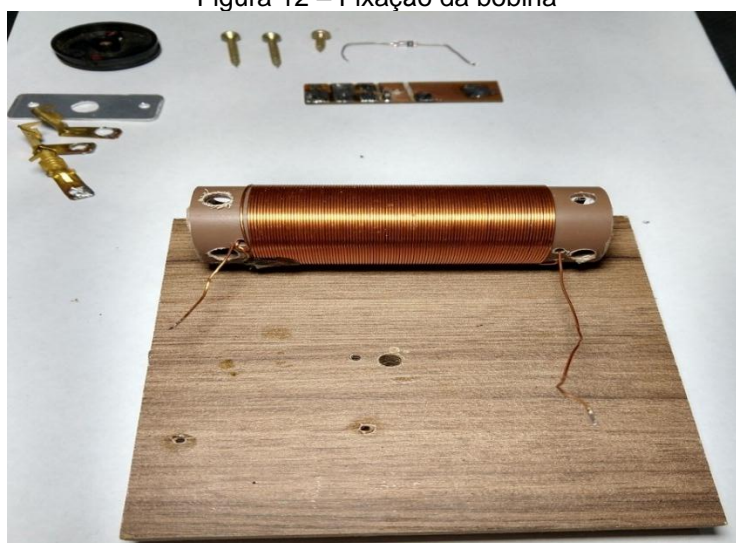
O fio para a antena do rádio pode ser qualquer um, mas para facilitar o manuseio é interessante que seja fino, como o 24 AWG utilizado para a construção da bobina. A antena deve ser comprida, ao redor de no mínimo 30 metros, e quanto maior a altura de sua instalação, melhor cumprirá sua função.

Os parafusos são pequenos, preferencialmente com cabeça “Philips”. Serão usadas cinco unidades.

Reunidos os materiais e os componentes, iniciou-se a montagem do rádio fixando-se a bobina na placa base com parafusos.

Para sintonia da faixa comercial AM, que está entre 540-1600 kHz, a bobina foi confeccionada enrolando-se cem espiras de fio de cobre esmaltado 24 AWG em torno do cano de PVC de uma polegada de diâmetro.

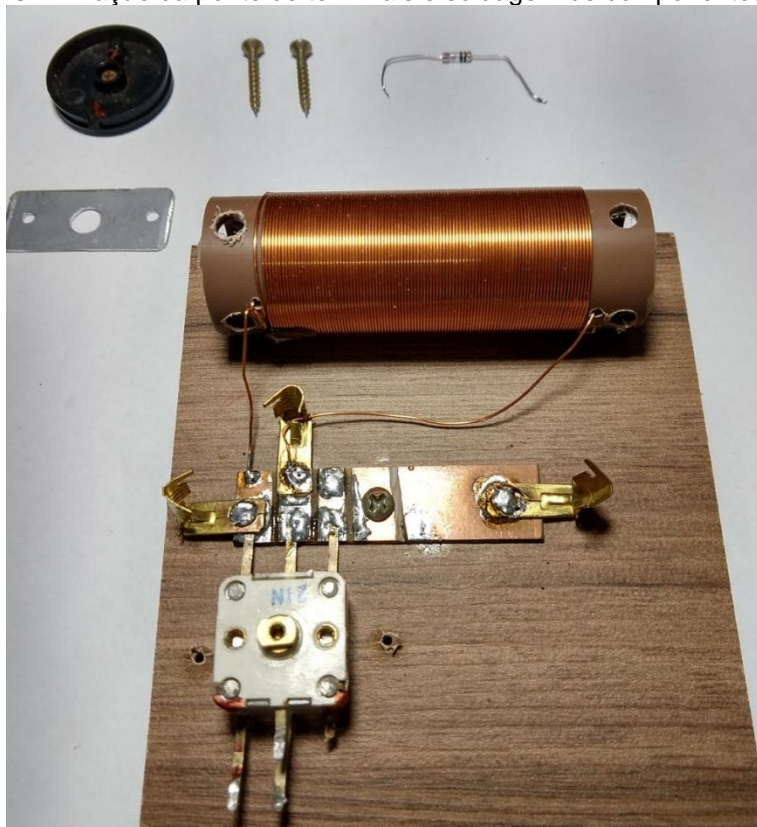
Figura 12 – Fixação da bobina



Fonte: Autor (2019)

Em seguida, fixou-se a ponte de terminais à placa base. Nesta foram soldados os terminais da bobina, do capacitor variável e os das conexões das garras jacaré.

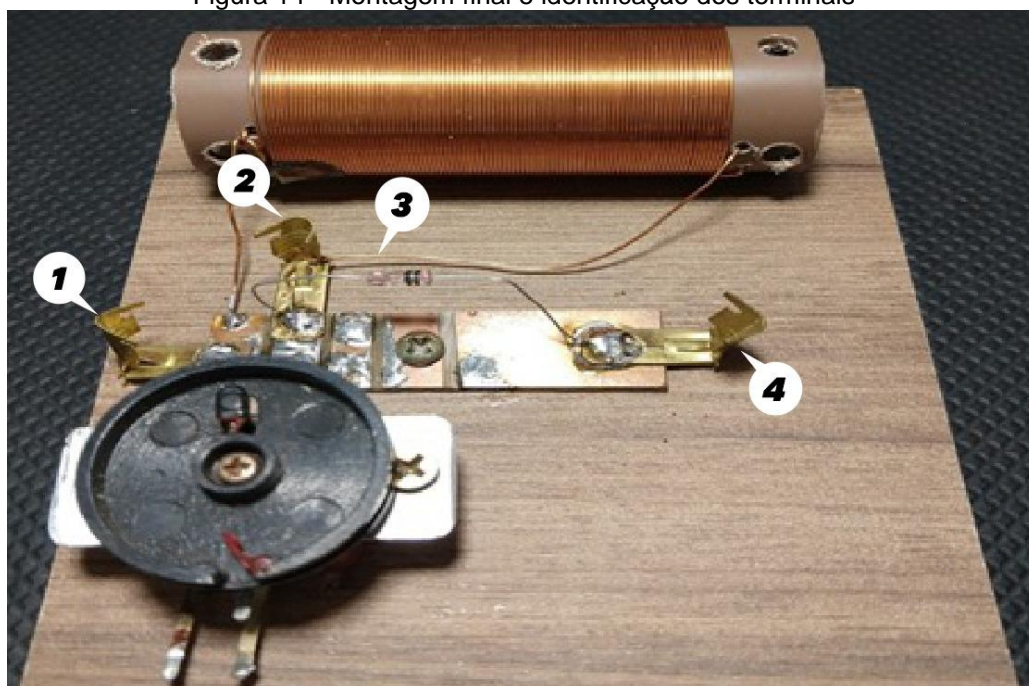
Figura 13 – Fixação da ponte de terminais e soldagem de componentes



Fonte: Autor (2019)

Por fim, com a soldagem do diodo (3) e a fixação da polia ao capacitor variável, a montagem básica está concluída. É interessante que os terminais das conexões terra (1), antena (2) e fone (1 e 4) estejam identificados para que não haja confusão e mau funcionamento do rádio durante os testes.

Figura 14 - Montagem final e identificação dos terminais



Fonte: Autor (2019)

O diodo é o único componente que tem polaridade a ser observada. Tem dois terminais. O positivo chama-se ânodo, e o negativo, cátodo. Geralmente em uma das extremidades de seu corpo possui um anel identificador, indicando que aquele terminal é o cátodo. No nosso rádio, o diodo deve ser soldado com o anel identificador na direção do terminal do fone.

Optamos por decidir pela fixação ou não do capacitor passa-baixa durante o teste do rádio em campo. Como a emissora fica bem próxima do local onde o rádio seria testado, acreditamos que não teríamos problema com a qualidade do som.

O fone de alta impedância foi conectado a uma extremidade de um fio duplo paralelo, e nas outras extremidades do fio foram soldadas as garras jacaré. Montado desta maneira facilitou em muito o manuseio.

Figura 15 - Fone de alta impedância foi retirado de sucatas de orelhão



Fonte: Autor (2019)

TESTES

O rádio foi testado no estacionamento do câmpus. Depois de montado, com antena ao redor de vinte metros de comprimento, fizemos a procura por estações girando o capacitor variável e sintonizamos a única estação AM próxima. O sinal captado produziu som audível. Por curiosidade aplicamos mais trinta metros de antena e percebemos considerável melhora na intensidade sonora².

Figura 16 - O rádio sendo testado nas dependências do estacionamento do IFSC



Fonte: Autor (2019)

² A visualização do teste em campo está disponível no link <https://www.youtube.com/watch?v=C147U8AXDcE&t=2s>

Figura 17 - O rádio sendo testado nas dependências do estacionamento do IFSC



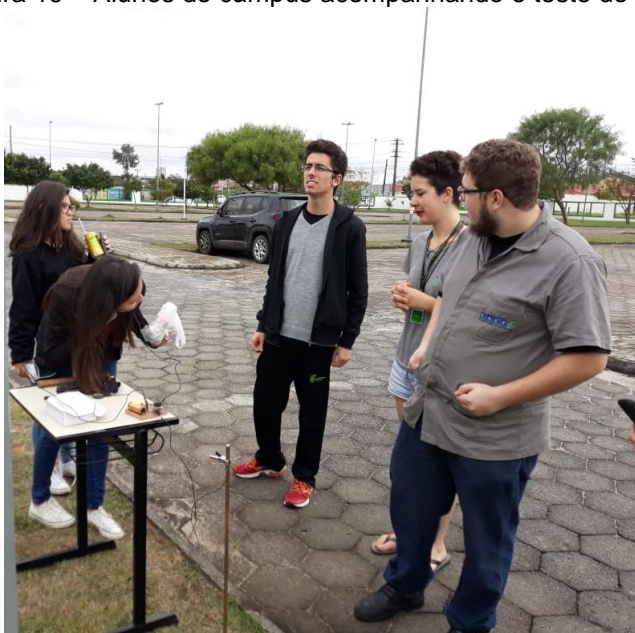
Fonte: Autor (2019)

Figura 18 – Antena esticada



Fonte: Autor (2019)

Figura 19 – Alunos do câmpus acompanhando o teste do rádio



Fonte: Autor (2019)

Figura 20 - O rádio sendo testado nas dependências do estacionamento do IFSC



Fonte: Autor (2019)

No estacionamento circulam muitas pessoas, e várias delas perceberam o teste em andamento e começaram a questionar sobre o que se tratava. Foram

esclarecidos de que se tratava de uma montagem de um rádio que funciona sem alimentação externa, o que produziu estranheza em todos os expectadores. Alguns alegaram que havia alguma fraude, e que esse funcionamento sem baterias ou pilhas era impossível.

4.2 PROPOSTA, PLANO DE AULA E QUESTIONÁRIO

A proposta didática foi apresentada em formato de aula a uma turma de professores participantes da Especialização em Educação Científica e Tecnológica do IFSC e, com alguns diferenciais, a uma turma da sexta fase da Licenciatura em Física. Vamos aos procedimentos em cada uma delas.

4.2.1 Turma da Especialização em Educação Científica e Tecnológica

- Minha apresentação como aluno da disciplina de TCC II do curso de Licenciatura em Ciências da Natureza com Habilitação em Física do IFSC, o tema escolhido e que será trabalhado na aula;
- Apresentação de um aparelho de rádio, relembrando aspectos de seu funcionamento.
- Distribuição de um questionário com perguntas acerca do funcionamento de um rádio.
- Apresentação do rádio de galena em campo.
- Volta à sala de aula com apresentação de slides sobre tópicos de Física relacionados ao funcionamento dos rádios.
- Retomada das respostas do questionário anteriormente aplicado para se observar possível evolução conceitual.

Plano de Aula

Dados de identificação:

Escola: Instituto Federal de Santa Catarina – Campus Araranguá

Aluno: Tiago Velho Bez

Data de aplicação: 10/10/2018

Duração da atividade: dois períodos de 50 minutos

Curso: Licenciatura em Ciências da Natureza com habilitação em Física

Componente Curricular: TCC II

Público alvo: Especialização em Educação Científica e Tecnológica

Tema:

Ondas de rádio sob um enfoque experimental

Saberes/conteúdos:

Eletromagnetismo, circuito LC, frequência, ressonância, transmissão e recepção de sinais de rádio.

Objetivos:

- Participação dos alunos da especialização em uma aula de física expositiva e experimental sobre tema ondas de rádio;
- Resolução de um questionário que será posteriormente analisado a fim de se perceber se a aula produziu evolução conceitual dos envolvidos.

Roteiro:

- Minha apresentação como aluno da disciplina de TCC II do curso de Licenciatura em Ciências da Natureza com Habilitação em Física do IFSC, o tema escolhido e o que será trabalhado na aula;
- Explanação sobre aspectos funcionais de um aparelho de rádio;
- Aplicação de questionário investigativo sobre concepções prévias acerca do tema da aula;
- Ida a campo ver um rádio de galena em funcionamento;
- Apresentação de slides sobre aspectos de eletromagnetismo relacionados à transmissão e recepção de ondas de rádios;
- Retomada do questionário sobre as concepções prévias para segunda tentativa de resolução;
- Tempo livre para eventuais discussões e esclarecimentos de dúvidas.

Metodologia (procedimentos):

Momentos:

1º Momento (05 minutos): minha apresentação como aluno da disciplina de TCC II e exposição sobre o que será visto na aula;

2º Momento (05 minutos): apresentação de um pequeno rádio de pilhas relembando aspectos de seus mecanismos (botões de sintonia, de volume, antena) e funcionamento.

3º momento (20 minutos): aplicação de questionário investigativo sobre concepções prévias acerca do tema da aula e esclarecimento de que os entrevistados deveriam responder da maneira que lhes fosse mais conveniente.

4º momento (20 minutos): ida a campo ver um rádio de galena em funcionamento. Momento livre para questionamentos.

5º momento (30 minutos): apresentação de slides sobre aspectos de eletromagnetismo relacionados à transmissão e recepção de ondas de rádios;

6º momento (20 minutos): retomada do questionário sobre as concepções prévias para segunda tentativa de resolução, com intuito de analisar posteriormente a potencialidade da aula quanto à produção de evolução conceitual. O tempo também será livre para eventuais discussões e esclarecimentos de dúvidas.

Recursos:

Sala de aula, projetor, quadro, experimento.

Avaliação:

Questionário investigativo experimental; discussões em sala.

Referências:

GRUPO DE REELABORAÇÃO DO ENSINO DE FÍSICA. Física 3: Eletromagnetismo. 5. Ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2017.

EXPERIÊNCIAS DE CIÊNCIAS PARA O ENSINO FUNDAMENTAL. 1. Ed. São Paulo: Editora Ática, 2003.

MODULAÇÃO EM AM. Disponível em: <http://www.sarmiento.eng.br/Modulacao.htm>. Acesso em: 16 out. 2019.

4.2.2 Sexta fase da Licenciatura em Física

- Minha apresentação como aluno da disciplina de TCC II do curso de Licenciatura em Ciências da Natureza com Habilitação em Física do IFSC, e o tema escolhido.
- Apresentação de um aparelho de rádio, relembando aspectos de seu funcionamento.
- Apresentação do rádio de galena em campo.

- Volta à sala de aula com apresentação de slides sobre tópicos de física relacionados ao funcionamento dos rádios.
- Aplicação de questionário solicitando ao entrevistado sua opinião na qualidade de futuro professor quanto à potencialidade do tema e da didática adotada para possíveis utilizações ou adaptações caso a proposta venha a ser aplicada em turmas de ensino médio.

Plano de aula

Dados de identificação:

Escola: Instituto Federal de Santa Catarina - Campus Araranguá

Aluno: Tiago Velho Bez

Data de aplicação: 10/10/2018

Duração da atividade: Dois períodos de 50 minutos

Curso: Licenciatura em Ciências da Natureza com Habilitação em Física

Componente Curricular: TCC II

Público alvo: 6ª fase da Licenciatura em Física

Tema:

Ondas de rádio sob um enfoque experimental.

Saberes/conteúdos:

Eletromagnetismo, circuito LC, frequência, ressonância, transmissão e recepção de sinais de rádio.

Objetivos:

- Participar uma aula experimental com tópicos de eletromagnetismo relacionados com a emissão e recepção de ondas de rádio;
- Participar um rádio de galena em funcionamento;
- Fornecer opiniões dos alunos participantes sobre a viabilidade da proposta de aula quanto a possível aplicação futura em turmas de ensino médio ou outras;
- Discutir sobre os aspectos relacionados e esclarecer eventuais dúvidas;

Roteiro:

- Minha apresentação como aluno da disciplina de TCC II e o que será visto na aula;

- Explicação sobre aspectos funcionais de um aparelho de rádio;
- Ida a campo ver um rádio de galena em funcionamento;
- Apresentação de slides sobre aspectos de eletromagnetismo relacionados à transmissão e recepção de ondas de rádios;
- Aplicação de questionário de coleta de dados sobre a viabilidade da proposta de ensino apresentada;
- Tempo livre para eventuais discussões e esclarecimentos de dúvidas.

Metodologia (procedimentos):

Momentos:

1º Momento (10 minutos): minha apresentação como aluno da disciplina de TCC II e o que será visto na aula;

2º momento (10 minutos): apresentação de um pequeno rádio de pilhas relembrando aspectos de seus mecanismos (botões de sintonia, de volume, antena) e funcionamento.

3º momento (25 minutos): ida a campo ver um rádio de galena em funcionamento. Momento livre para questionamentos.

4º momento (30 minutos): volta à sala com apresentação de slides sobre aspectos de eletromagnetismo relacionados à transmissão e recepção de ondas de rádio;

5º momento (25 minutos): aplicação de questionário solicitando a opinião dos alunos na qualidade futuros professores sobre a viabilidade da proposta e perspectivas futuras de ser aplicada em turmas de ensino médio ou em outras. O tempo também será livre para eventuais discussões e esclarecimentos de dúvidas.

Recursos:

Quadro branco, canetões, projetor, experimento.

Avaliação:

Questionário investigativo e discussão produzida.

Referências:

GRUPO DE REELABORAÇÃO DO ENSINO DE FÍSICA. Física 3: Eletromagnetismo. 5. Ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2017.

EXPERIÊNCIAS DE CIÊNCIAS PARA O ENSINO FUNDAMENTAL. 1. Ed. São Paulo: Editora Ática, 2003.

MODULAÇÃO EM AM. Disponível em: <http://www.sarmiento.eng.br/Modulacao.htm>. Acesso em: 16 out. 2019.

Para a sexta fase da licenciatura não foi aplicado o questionário com perguntas acerca do funcionamento de um rádio porque presumimos que esses alunos já possuíam conhecimentos consolidados, visto que, à época, estavam tendo a disciplina de eletromagnetismo e circuitos elétricos.

Ressalto que as idas das turmas a campo conhecer o rádio de galena funcionando foram à noite, a céu aberto, com condições desfavoráveis de iluminação, e, por isso, não foram produzidas fotografias da atividade.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 ANÁLISE QUALITATIVA DA APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA DE AULA, DO QUESTIONÁRIO DE CONCEPÇÕES PRÉVIAS E DE POSSÍVEIS MUDANÇAS CONCEITUAIS

A proposta foi desenvolvida a partir de uma explanação do autor para uma turma 14 (catorze) pós-graduandos em ensino de ciências e para outra de 11 (onze) graduandos em Licenciatura em Física do IFSC, campus Araranguá, totalizando 25 entrevistados. Cada participante recebeu como forma de identificação aqui na compilação dos dados uma letra do alfabeto. Todos foram esclarecidos de que, obviamente, não eram obrigados a identificarem-se pelos nomes e poderiam sentir-se livres para responder ou não aos questionários por completo ou as perguntas que não quisessem, e que os resultados seriam publicados apenas neste trabalho com garantido anonimato das respostas. Em função disso, foi acordado com os participantes de que não seria necessário termo de consentimento para publicação das respostas.

Após rápida apresentação de um rádio de pilhas, lembrando aspectos de seu funcionamento, solicitou-se aos pós-graduandos que respondessem a um questionário contendo 04 (quatro) questões acerca de aspectos desse aparelho. As perguntas foram:

01 De onde vem a energia que se converte em som no alto-falante do rádio?

02 Você tem uma ideia de como o rádio sintoniza uma emissora por vez?

03 O que acontece dentro do rádio quando mudamos de uma estação para outra?

04 Qual o papel da antena nos aparelhos de rádio?

Em seguida, foram convidados a ir a campo conhecer o rádio de galena em funcionamento.

Voltando à sala, lhes foi apresentada uma breve aula em slides, abordando temas de Física como onda eletromagnética, frequência, circuito oscilante,

transmissão e recepção de ondas de rádio. Após, um espaço foi aberto para possíveis questionamentos e tentativa de esclarecimento de dúvidas.

Em seguida, foi solicitado aos pós-graduandos que retomassem o questionário respondendo agora com base em conhecimentos que porventura tivessem adquirido na aula dada. O grupo ficou livre para responderem às etapas que aproovessem. O intuito do estagiário ao aplicar o mesmo questionário em momentos distintos foi de avaliar eventuais progressos de aprendizado (linguagem, opinião, conhecimento, entre outros).

Abaixo, apresentam-se as perguntas e os respectivos quadros das duas respostas (daqueles que se dispuseram a responder duas vezes), com sua respectiva análise, facilitando, assim, a identificação do leitor para as respostas nas etapas distintas.

Questão 01: de onde vem a energia que se converte em som no alto-falante do rádio?

Quadro 02 - Respostas dos alunos da especialização

Entrevistado(s)	1ª Etapa	2ª Etapa
"A" e "D"	Vem da matéria.	Do conceito de onda, que transporta energia.
"B" e "F"	De uma antena.	Das ondas que transportam energia.
"C"	Vem da energia.	Das ondas eletromagnéticas.
"E"	Vem das pilhas.	Das ondas que transportam energia.
"G"	Das ondas.	-
"H"	Do circuito.	-
"I"	Da energia elétrica.	-
"J"	Das pilhas e da rede.	-

“K”	Ondas.	-
“L”	Das ondas frequência do rádio.	-
“M”	Da onda de rádio, gerando impulsos de corrente.	-
“N”	Da onda emitida pela estação.	-

Fonte: Entrevistados (2019)

Na primeira etapa, todos os entrevistados responderam, porém a grande maioria não soube explicar de acordo com o que é aceito cientificamente. Em quatro das respostas percebemos indícios de conhecimento relacionando “onda” com “transporte de energia”.

Na segunda tentativa de resposta, observamos que os únicos quatro entrevistados que responderam apresentaram evolução conceitual, agora relacionando o transporte de energia com onda. É interessante observar que esses quatro entrevistados responderam incorretamente na primeira tentativa.

Questão 02: você tem uma ideia de como o rádio sintoniza uma emissora por vez?

Quadro 03 - Respostas dos alunos da especialização

<i>Entrevistado(s)</i>	<i>1ª Etapa</i>	<i>2ª Etapa</i>
“A”	Frequência de ondas.	Mudando o capacitor variável ou do indutor (menos usado), obtemos a ressonância necessária para a sintonia.
“B”	Não tenho!	Pelo capacitor/indutor.
“C”	Por ondas de transmissão cada rádio possui ondas diferentes.	É o conjunto de circuitos ressonantes.
“D”	Frequência de ondas.	Depende da ressonância, é um conjunto de capacitor variável e do indutor.
“E”	Ao realizar a sintonia de um rádio você acaba “fixando” os comprimentos.	Nessa identificação ele vai ressonar uma frequência por vez.

“F”	-	Através da frequência das ondas.
“G”	-	-
“H”	Ele, (o rádio) capta frequências diferentes para cada sinal que transporta a informação na própria onda.	-
“I”	Deve ter um dispositivo dentro do rádio que regula a frequência.	-
“J”	Escolhendo a frequência que prefere oscilar.	-
“K”	Não.	-
“L”	Há um ajuste em algum dispositivo que faz com que o circuito oscile na mesma frequência que a onda que pretende ser sintonizada.	-
“M”	Existe uma determinada frequência na qual o raio ‘gosta’ de oscilar.	-
“N”	Sim, ele muda a frequência que gosta de oscilar para entrar em ressonância com a onda de rádio.	-

Fonte: Entrevistados (2019)

A questão sobre se tem ideia de como o rádio sintoniza uma emissora por vez, o entrevistado “A” respondeu na primeira etapa que foi por meio de “frequência de ondas” e, na segunda etapa, disse: “mudando o capacitor variável ou do indutor (menos usado), obtemos a ressonância necessária para a sintonia”.

O entrevistado “B”, por sua vez, admitiu na primeira etapa que desconhecia como o rádio sintoniza uma emissora por vez, ao afirmar categoricamente: “não tenho!”. Entretanto, na segunda etapa, ele respondeu: “pelo capacitor/indutor”.

Os entrevistados “C” e “D”, na primeira etapa, citaram a “frequência de ondas” ou o envolvimento com ondas na resposta para explicar como o rádio sintoniza uma emissora por vez e, respectivamente, mencionaram na segunda etapa, a ressonância para explicar o mesmo fenômeno: “é o conjunto de circuitos ressonantes”; “depende da ressonância, é um conjunto de capacitor variável e do indutor”.

Dentre aqueles que se dispuseram realizar a segunda tentativa de resposta, todos apresentaram alguma evolução conceitual.

Os entrevistados “E”, “F”, “H”; “I”; “J”. “L” e “M”, mencionaram em síntese, “a frequência de ondas” para responderem à questão.

A análise das respostas após a reaplicação do questionário (depois da demonstração do rádio em campo) sinalizou que houve aprendizagem por parte dos envolvidos.

Experimentações, portanto, podem fazer com o que o aprendizado se efetive com consistência, como cita Axt *et al.* (1996) que, ao abordar-se o modo como trabalhar a Física nas escolas sob o ponto de vista do enfoque experimental, os resultados serão reconhecidos como eficientes e incentivadores pelos alunos.

Diante do exposto, vale mencionar que cabe ao professor mostrar aos alunos as diferentes faces do trabalho científico e, a partir desse trabalho, executar bem os trabalhos experimentais.

Questão 03: o que acontece dentro do rádio quando mudamos de uma estação para outra?

Quadro 04 - Respostas dos alunos da especialização

Entrevistado(s)	1ª Etapa	2ª Etapa
“A”	Mudamos a frequência.	Mudando as características do indutor ou capacitor.
“B”	Altera as características do indutor	Indutor.
“C”	Muda a sintonia.	Alteram-se as características do indutor ou capacitor.
“D”	Sintoniza a frequência.	Altera a característica do indutor e capacitor.
“E”	Acontece a alteração de amplitude e características da onda que passa a ser frequência.	Altera as características do indutor ou capacitor que passa a ressonar a frequência que as emissoras trabalham.
“F”	Mudamos a frequência.	
“G”	Alteram-se as características do capacitor.	
“H”	Diferentes sinais são captados pelo circuito, alterando a frequência e a intensidade dos sinais.	
“I”	A frequência é alterada.	
“J”	Não sei exatamente.	

“K”	Não sei.
“L”	Mudamos a frequência com a qual o circuito oscila.
“M”	uma variação da área do capacitor fazendo mudar a capacitância.

Fonte: Entrevistados (2019)

Ao serem inquiridos sobre o que acontece dentro do rádio quando se muda de uma estação para outra, na primeira etapa o entrevistado “A” respondeu: “mudamos a frequência”. Na segunda etapa ele respondeu: “mudando as características do indutor ou capacitor”. “B” respondeu que “altera as características do indutor” e, na segunda etapa, respondeu: “Indutor.” “C”, “se altera as características do indutor ou capacitor.” “D”, “sintoniza a frequência.” Na segunda etapa “altera a característica do indutor e capacitor”. Percebemos que poucos entrevistados se dispuseram a fazer uma segunda tentativa de resposta, contudo, as respostas deles apresentaram grande evolução conceitual, estando de acordo com o que foi explicado durante a apresentação dos slides e da aula.

As respostas de todos os entrevistados estão corretas, com pequenas variações, mas, percebe-se que houve pleno entendimento na segunda etapa. Conforme mencionado, a aplicação do questionário obedeceu a duas etapas, no intuito de pesquisar se o houve evolução conceitual após a experimentação, o que foi confirmado.

Observa-se que, por razões desconhecidas, nem todos responderam às duas etapas.

Questão 04: qual o papel da antena nos aparelhos de rádio?

Quadro 05 – Respostas dos alunos da especialização

Entrevistado	1ª Etapa	2ª Etapa
“A”	Captação das ondas sonoras.	-
“B”	Sintonização de rádios.	Receber energia da onda (captação da onda de rádio).
“C”	Captar os sinais de ondas de rádio.	Captar as ondas eletromagnéticas.
“D”	Para localizar onde obtemos uma melhor sintonia.	Melhorar a captação da onda.
“E”	A antena serve para captar as	A antena serve para facilitar a captação

"F"	frequências das ondas eletromagnéticas.	da onda. Receber as ondas da antena transmissora.
"G"	Captar o sinal das ondas eletromagnéticas para sintonizar o rádio.	Atua como facilitador no sinal.
"H"	-	Transmitir o sinal ou a informação presente na onda eletromagnética.
"I"	-	Decodificar as ondas eletromagnéticas.
"J"	Receber as ondas.	Captar as ondas eletromagnéticas.
"K"	-	Ela capta as ondas eletromagnéticas.
"L"	-	Captar as ondas eletromagnéticas dentro de uma faixa de frequência.
"M"	-	Captar os sinais de onda de rádio.
"N"	-	Captar o sinal de rádio.

Fonte: Entrevistados (2019)

O quadro demonstra claramente que na segunda etapa, correspondente ao pós-experimento, as respostas se utilizaram de maior embasamento científico. Em campo, desconectamos a antena do aparelho, o que interrompeu seu funcionamento imediatamente. O entrevistado "B", que na primeira etapa ele respondeu que a antena tem o papel de "sintonização de rádios" e, na segunda etapa, disse que seu papel é "receber energia da onda (captação da onda de rádio)." Da mesma forma, observa-se que o entrevistado "D" na primeira etapa respondeu que a antena tem o papel de "[...] localizar onde obtemos uma melhor sintonia" e, na segunda, disse que era para "melhorar a captação da onda".

As falas dos entrevistados atestam que o conhecimento por meio da experimentação auxilia no ensino da Física, de acordo com o que afirmam Araújo e Adib (2003, p. 176):

[...] o uso de atividades experimentais como estratégia de ensino de Física tem sido apontado por professores e alunos como uma das maneiras mais frutíferas de se minimizar as dificuldades de se aprender e de se ensinar Física de modo significativo e consistente.

Observa-se, também, que a resposta do entrevistado "E" na primeira etapa "a antena serve para captar as frequências das ondas eletromagnéticas" demonstra conhecimento sobre o assunto, sendo que, na segunda etapa, observa-se uma

complementação da primeira, de modo mais usual: “a antena serve para facilitar a captação da onda”.

De fato, segundo Gaspar e Monteiro (2005, p. 227-228):

[...] alguns fatores parecem favorecer a demonstração experimental: a possibilidade de ser realizada com um único equipamento para todos os alunos, sem a necessidade de uma sala de laboratório específica, a possibilidade de ser utilizada em meio à apresentação teórica, sem quebra de continuidade da abordagem conceitual que está sendo trabalhada e, talvez o fator mais importante, a motivação ou interesse que desperta e que pode predispor os alunos para a aprendizagem.

A citação anterior (GASPAR E MONTEIRO, 2005), vem de encontro com a estratégia de ensino utilizada neste trabalho, quando utilizou a construção de “um único equipamento para todos os alunos, sem a necessidade de uma sala de laboratório específica”, haja vista que sua aplicação foi em um espaço aberto do IFSC, campus Araranguá.

Sobre aplicar experimentos em sala de aula, Gaspar e Monteiro (2005, p. 227-228), alertam:

As atividades experimentais de demonstração em sala de aula, tanto quanto as atividades tradicionais de laboratório realizadas por grupos de alunos com orientação do professor, apresentam dificuldades comuns para a sua realização, desde a falta de equipamentos até a inexistência de orientação pedagógica adequada.

Assim, as aulas com atividades experimentais são consideradas essenciais ao pleno ensino de Física, sendo que os entrevistados de “F” a “N”, como demonstrado no quadro 01, responderam à pergunta com mais consistência na segunda etapa, com poucas variações, que o papel da antena de rádio é “captar as ondas eletromagnéticas”.

5.2 ANÁLISE DOS QUESTIONÁRIOS INVESTIGANDO A VIABILIDADE DA PROPOSTA

Entrevistados graduandos da 6ª Fase do Curso de Licenciatura em Física

Onze (11) graduandos da 6ª fase do Curso de Licenciatura em Física que tiveram a atividade experimental aplicada pelo autor deste estudo, responderam a

cinco (5) questões que permitiram analisar o processo de ensino-aprendizagem sob a ótica da viabilidade da proposta.

Questão 01: você costuma utilizar atividades práticas ao lecionar (docência, estágio)? Justifique.

Quadro 06 – Respostas dos alunos da Graduação

Entrevistado	Resposta
“A”	Sim, os alunos ficam mais motivados, conseguem assimilar melhor o conteúdo didático com a prática.
“B”	Sempre que possível sim.
“C”	Sim, nos estágios. É importante para o aprendizado do aluno, para que aconteça uma aprendizagem significativa.
“D”	Sim!
“E”	Dão mais vida para o conteúdo.
“F”	Sim, pois acho interessante tentar despertar no aluno o interesse através de experimentos.
“G”	Para o aluno aprender melhor.
“H”	Acredito que seja imprescindível que o aluno reconheça a Física além da teoria.
“I”	Muito importante aplicar experimentos para melhor compreensão dos alunos.
“J”	Atividades práticas são mais aceitas pelos alunos, é facilitadora de conhecimentos.
“K”	Não leciono.

Fonte: Entrevistados (2019)

Com exceção do entrevistado “K” que respondeu “não leciono”, todos os demais responderam que utilizam ou utilizaram atividades práticas em algum momento, como o entrevistado “B” que disse que utiliza as atividades práticas “sempre que possível sim. Pois acredito que a atividade prática tem grande potencial de contextualização e de despertar a curiosidade dos alunos”.

O entrevistado “C” alude à aprendizagem significativa: “sim, nos estágios. É importante para o aprendizado do aluno, para que aconteça uma aprendizagem significativa”.

Os demais entrevistados também responderam que utilizam as atividades práticas em suas aulas, porque [...] “dão mais “vida” para o conteúdo”; (“E”), [...] “para despertar no aluno o interesse através de experimentos” (“F”); [...] “porque acredita que o aluno possa aprender melhor” (“G”); [...] “acredito que seja imprescindível que o aluno reconheça a Física além da teoria” (“H”), [...] “é muito importante aplicar experimentos para melhor compreensão dos alunos” (“I”); [...] “atividades práticas são mais aceitas pelos alunos, é facilitadora de conhecimentos” (“J”).

Os entrevistados disseram que utilizam atividades práticas em suas aulas de Física alegando que o aprendizado se efetiva melhor. De fato, possibilitar a aprendizagem com atividades práticas como manusear aparelhos, aprender conceitos, relações de leis e princípios; e atividades de apresentação, são o que, de fato caracterizam a realização de atividades práticas nas aulas de Física, como explicam Riberio, Freitas e Miranda (1997).

As atividades práticas, segundo Laburú (2005), obedecem a quatro categorias:

- Ludicidade: relacionada com a curiosidade, com a atração motivada, com o prazer e divertimento pela descoberta, e até em desvendamentos chocantes;
- Memorização: para repensar a teoria que foi estudada anteriormente, ou até mesmo tentar compreender um determinado conteúdo antes da teoria;
- Investigação: caracterizada por relacionar a importância da experimentação na investigação ou pesquisa;
- Explicação: caracterizada por ser instrucional, aglutinando as indicações do processo de ensino e aprendizagem.

Ruver e Barros (2016, p. 5) ressaltam a necessidade de organizar-se previamente; assim, o desempenho do professor é fundamental para que as atividades práticas se efetivem em conhecimento dos alunos e, para tanto, o desenvolvimento em sala de aula deve vir após um planejamento bem constituído enquanto estratégia de estimulação à reflexão do estudante antecipadamente para que a prática possa ser desenvolvida para responder, necessariamente a dada questão ou contexto analisado pelo aluno.

Diante do exposto e da importância das atividades práticas nas aulas de Física, é pertinente mencionar que apenas dois entrevistados afirmaram haverem ministrado aulas experimentais, durante o estágio da graduação, como o entrevistado “A”, que respondeu: “No período de estágio realizei atividades práticas, pois acredito e tive a confirmação neste período, pois os alunos ficam mais motivados, conseguem assimilar melhor o conteúdo didático com a prática”. Também o entrevistado “H” relatou: “[...] nas aulas de estágio apresentei experiências para os alunos”.

Gaspar e Monteiro (2005) ressaltam que a atividade experimental proporciona uma interação direta entre a disciplina de Física e o aluno, sendo que este (o aluno) pode fazer suas inferências sobre determinado tema, bem como “interagir com as variáveis que definem a teoria, o trabalho experimental é um “banco de prova” que permite ao aluno avaliar o seu conhecimento, suas ideias e os modelos científicos” (VILAÇA, 2012, s/p).

Questão 02: você considera que aprendeu algo novo com a proposta (metodologia e conteúdo específico)? Justifique.

Quadro 07 – Respostas dos alunos da graduação

<i>Entrevistado</i>	<i>Respostas</i>
“A”	Sim, que o rádio tem sua característica própria, podendo ser comprimento, frequência e amplitude. Trouxe exemplos do cotidiano para a sala de aula. Muito bom.
“B”	Possuía muitos erros conceituais e ideias equivocadas sobre o tema, depois da abordagem e da explicação física dos conceitos e confirmação [...] diante dos fenômenos envolvidos, consegui compreender com uma melhor clareza.
“C”	Sim, mesmo já tendo estudado esse tema, quando nos é apresentado uma prática como foi, a aprendizagem acontece.
“D”	A metodologia veio ao encontro a que eu uso nas aulas, mas, o conteúdo eu não tinha trabalhado dentro deste tema gerador.
“E”	Vou citar como exemplo, as formas como um capacitor e um solenoide absorvem a energia da onda.
“F”	Gostei da proposta, pois é uma maneira interessante de abordar temas de Física que estão presentes no cotidiano.
“G”	A ideia de um rádio que não precisa estar ligado a uma rede elétrica para

	funcionar, é fascinante e pode ajudar a entender que as ondas de rádio podem transportar energia.
“H”	Sim, pois foi possível ver muitos conceitos de uma maneira tradicional nas aulas do curso, de uma forma contextualizadora e significativa [...] a forma de apresentação foi capaz de aguçar a curiosidade. A demonstração foi eficiente.
“I”	Sim, a última vez que estudei ondas de rádio foi no ensino médio.
“K”	Sim, aprendi como experimento, pois nunca havia visto.

Fonte: entrevistados (2019)

Os entrevistados, em sua unanimidade, responderam que sim, aprenderam conceitos novos. “A”, cita que o rádio tem “sua característica própria, podendo ser comprimento, frequência e amplitude. Trouxe exemplos do cotidiano para a sala de aula. Muito bom”. O entrevistado “B” aludiu à realização do experimento, dizendo que “[...] possuía muitos erros conceituais e ideias equivocadas sobre o tema, depois da abordagem e da explicação física dos conceitos e confirmação” [...], também se referiu que diante dos “fenômenos envolvidos, consegui compreender com uma melhor clareza” Da mesma forma, o entrevistado “C” respondeu: “Sim, mesmo já ter estudado esse tema, quando nos é apresentado uma prática como foi, a aprendizagem acontece”.

As respostas dos entrevistados ilustram muito bem a importância da experimentação e, como citam Força, Laburú e Silva (2011), as atividades experimentais auxiliam os alunos a tornarem-se ativos no processo de aprendizagem: sejam as atividades de manipulação de materiais pelos alunos ou demonstradas pelo professor e, em muitas demonstrações dessas, não precisam de aparato sofisticado, como o elaborado para o presente trabalho.

Outros entrevistados pontuaram que “A metodologia veio de encontro a que eu uso nas aulas, mas, o conteúdo eu não tinha trabalhado dentro deste tema gerador (“D”). O entrevistado “E” exemplificou o que aprendeu de novo: “[...] vou citar como exemplo, a forma como um captador é um solenoide absorvem a energia da onda”. Da mesma forma, o entrevistado “F” respondeu: “sim, pois não sabia como funcionava um rádio (na estrutura interna). Também gostei da proposta, pois é uma maneira interessante de abordar temas de Física que estão presentes no cotidiano”.

De fato, as atividades experimentais relacionam a experiência vivida pelo aluno do conteúdo de Física, cuja fundamentação se dá em conceitos científicos,

formais e abstratos. “A utilização dessa atividade liga ao pensamento do aluno elementos da realidade e de experiência pessoal, para que adquira conceitos científicos (GASPAR; MONTEIRO, 2005)”.

O entrevistado “G” disse que, de novo, aprendeu que “[...] a ideia de um rádio que não precisa estar ligado a uma rede elétrica para funcionar, é fascinante e pode ajudar a entender que as ondas de rádio podem transportar energia”.

Rezende *et al.* (2009), ao realizar um estudo acerca da produção acadêmica nacional sobre ensino de Física, propõe estratégias didáticas baseadas, sobretudo, nas concepções dos alunos, na experimentação e na contextualização do conhecimento físico.

O entrevistado “H” sobre aprender algo novo: “sim, pois foi possível ver muitos conceitos de uma maneira tradicional nas aulas do curso, de uma forma contextualizadora e significativa”; o entrevistado respondeu: “sim, a forma de apresentação foi capaz de aguçar a curiosidade. A demonstração foi eficiente”.

A atividade experimental possibilita a apresentação de fenômenos e conceitos físicos, onde a explicação está fundamentada na utilização de modelos físicos priorizando a abordagem qualitativa (GASPAR; MONTEIRO, 2005).

O entrevistado “I” respondeu: “sim, a última vez que estudei ondas de rádio foi no ensino médio” e o “K” respondeu “sim, aprendi com o experimento, pois nunca havia visto”.

Assim, embora ambos (“I” e “K”) estejam numa Licenciatura em Física, respectivamente, admitiram que a última vez que estudaram “ondas de rádio foi no ensino médio” e que “nunca havia visto”, um experimento assim.

As respostas acima sobre a proposta de experimentação apresentada leva à reflexão sobre pesquisas no ensino de Saraiva-Neves, Caballero, Moreira (2006) e Ramos, Rosa (2008), quando listam o que acarreta o mau uso de atividades experimentais:

- Quantidade de material indisponível;
- Pouco tempo disponível para discussão dos vários aspectos do trabalho experimental ou para a planificação pelos alunos;
- Excessivo número de alunos em sala de aula;
- Formação precária dos professores;
- Restrições institucionais;
- Pouca bibliografia para orientação;
- Ausência de horários específicos para a prática;
- Desarticulação entre atividades experimentais e o curso;

- Ausência de um trabalho coletivo que envolva todos os educadores;
- Falta de preparo dos professores durante os cursos de formação inicial e continuada para o desenvolvimento de atividades experimentais;
- Estímulo dentro das escolas para a manutenção de uma postura tradicionalista de ensino (apud VILAÇA, 2012, s/p).

Assim, as respostas dos graduandos “I” e “K” que disseram terem o conteúdo ondas de rádio “somente no ensino médio” e que “nunca havia tido” traduzem o cenário de grande parte do professor brasileiro, como apropriadamente cita Vilaça, 2012, s/p):

O contingente de professores de Física, formados em Física, é muito pouco para suplantar a carência do ensino. O que se vê nas escolas, em muitos casos, são professores mal humorados, sem expectativas de implantar um sistema didático que realmente se importe com o verdadeiro aprendizado de seus alunos; muitos se sentem fracassados e isso repercute nos seus alunos, que passam a não se interessarem, por essas aulas, fracassando nessa disciplina que é fundamental para o entendimento do mundo que o cercam. Outro fator que dificulta a implementação de atividades experimentais nas aulas de Física é o tempo destinado ao preparo de tais atividades. Muitos professores trabalham em mais de uma escola e, conseqüentemente, o tempo destinado ao planejamento de aulas fica limitado. Mesmo que o professor trabalhe em somente uma escola, são tantas turmas e de séries distintas que o planejamento fica comprometido. O planejamento das atividades em sala de aula é de fundamental importância, é o primeiro passo para se estabelecer uma melhor relação de ensino-aprendizagem. A partir desse planejamento e, com base nos planos passados, o professor deve avaliar o que é mais importante e qual a melhor forma de transmitir o conhecimento para seus alunos. Nem sempre um método de ensino usado numa turma, em um ano letivo, servirá para outra turma em outro ano letivo.

A citação demonstra pontos de grande relevância acerca do professor de Física (e de outros) no ensino de Física e de como conduzir suas aulas, e também da necessidade de estrutura e condições adequadas ao trabalho docente.

Questão 03: a proposta realizada tem potencial pra despertar pré-disposição em aprender?

Quadro 08 – Respostas dos alunos da graduação

<i>Entrevistado</i>	<i>Respostas</i>
“A”	[...] explicar acontecimentos diários é muito melhor de trabalhar.
“B”	[...] é algo que utilizamos todos os dias e que muitas vezes não sabemos ao certo como funciona [...] Despertou muito meu interesse.
“C”	[...] trabalhar na prática [...] cria uma curiosidade de questionamentos [...].

“D”	[...] de um nível ótimo.
“E”	
“F”	[...] fiquei muito interessado no experimento e em como deve ser seu funcionamento.
“G”	
“H”	[...] é um tema extremamente presente na vida cotidiana.
“I”	[...] questionamentos, experimentos, despertam a curiosidade e a vontade de saber mais.

Fonte: Entrevistados (2019)

Os entrevistados que responderam disseram “sim”, concordando que uma aula com enfoque na demonstração experimental desperta a pré-disposição em aprender: “A” “[...] explicar acontecimentos diários é muito melhor de trabalhar”. O entrevistado “B” disse que “[...] é algo que utilizamos todos os dias e que muitas vezes não sabemos ao certo como funciona”, e complementou “despertou muito meu interesse.” “C” respondeu que “[...] trabalhar na prática [...] cria uma curiosidade de questionamentos [...]”. O entrevistado “H” respondeu: “[...] é um tema extremamente presente na vida cotidiana”.

De fato, sabe-se que a experiência leva ao despertar da predisposição do aluno para aprender, como indicam Ruver e Barros (2006, p. 1);

Uma condição imprescindível para que a atividade escolar gere uma aprendizagem significativa dos conteúdos é a pré-disposição do aprendiz em estabelecer as necessárias relações entre as novas informações e o conhecimento prévio que já possui. Essa disposição pode ser estimulada aplicando as teorias aprendidas em situações reais, através de atividades práticas.

Destaca-se, entretanto, que deve haver consonância ente o que professor pretende abordar e ensinar e aquilo que o aluno realmente faz e entende, pautando-se em um planejamento criterioso que situe a atividade prática no conteúdo abordado, para que o aluno consiga estabelecer as relações entre os objetos de estudo e os conceitos (RUVÉR; BARROS, 2006).

A proposta de aula com enfoque experimental também chamou a atenção dos entrevistados como ficou evidenciado nas falas: “F”: “[...] fiquei muito interessado no experimento e em como deve ser seu funcionamento”. O entrevistado “D” considerou o evento de “[...] de um nível ótimo”. Também o entrevistado “I” disse que “[...] questionamentos, experimentos, despertam a curiosidade e a vontade de saber mais”.

Sobre aulas práticas, é comum professores de Física se queixarem, como ressalta apropriadamente Braz *et al.* (2013, p. 7), que “dão muito trabalho”, além de mudar a rotina, o que levaria os alunos a comportamentos “indisciplinados”. “Esse entendimento, talvez, leve muitos professores a não usar as atividades práticas como recurso pedagógico”.

Esse problema de indisciplina e baixa produtividade inicial dos estudantes podem ser superados no decorrer da aplicação da metodologia considerando-se que o professor e alunos passam por adaptações durante o período do experimento. Sobre isso, Braz *et al.* (2013, p. 8), sugere:

Na medida em que essa abordagem vai se consolidando, os alunos deixam de se dispersar com as “novidades” da aula prática e seu uso. Inicialmente deve-se conscientizar os alunos sobre a nova dinâmica, negociando as regras e limites de comportamento durante a atividade. Um recurso eficaz é estimular o comprometimento dos estudantes através de uma participação mais ativa, envolvendo-os já no processo de planejamento das atividades.

Os autores da referida citação, recomendam aos professores que estabeleçam parceria com colegas com mais experiência em aulas práticas.

Questão 04: você considera que a proposta realizada pode facilitar a compreensão dos alunos com relação aos conteúdos envolvidos na prática experimental? Justifique.

Quadro 09 – Respostas dos alunos da graduação

<i>Entrevistado</i>	<i>Respostas</i>
“A”	Auxiliou.
“B”	[...] a abordagem foi bem desenvolvida, os termos estavam bem entrelaçados e constantemente relacionados ao experimento realizado.
“C”	Facilitador na compreensão.
“D”	Uma completou a outra.
“E”	Pode gerar significado.
“F”	Os alunos podem visualizar o que e como realmente acontece em um rádio.
“G”	Talvez, auxilia na compreensão, mas pode ser ainda um pouco abstrato.
“I”	[...] enquanto Tiago explicava ele retomava o experimento realizado. Isso é muito importante para facilitar a compreensão.

“J” | Realizar todos os conceitos físicos de uma forma aplicada.

Fonte: Entrevistados (2019)

“A”, “C”, “D”, “E”, “F”, “J” e “K” responderam, respectivamente, que as atividades experimentais atuam como “auxílio”; “facilitador na compreensão”; “uma completou a outra”; “pode gerar significado”; “os alunos podem visualizar o que e como realmente acontece em um rádio”; e “realizar todos os conceitos físicos de uma forma aplicada” e similares, todos concordando que a proposta realizada pode facilitar a compreensão.

Embora, já abordada em vários momentos sobre a importância da prática experimental; neste contexto especificamente, de apresentação do acadêmico conseguiu respostas significativas sobre sua aplicação, como os entrevistados que disseram “sim” ao justificarem suas respostas: “B”: “[...] a abordagem foi bem desenvolvida, os termos estavam bem entrelaçados e constantemente relacionados ao experimento realizado”.

O entrevistado “I” disse: “[...] enquanto Tiago explicava ele retomava o experimento realizado. Isso é muito importante para facilitar a compreensão”.

Na perspectiva, de “explicar e experimentar” a qual o entrevistado “I” se refere, é pertinente mencionar que “neste processo, a experimentação sempre esteve presente como coadjuvante no processo evolutivo da Física, mostrando ao longo da história o seu status de ciência da experiência (ROSA, 2003)”. Assim sendo, afirma-se que, embora os entrevistados atuem ou já tenham atuado na área e, também estejam afinados com o conteúdo da experimentação, concordam que essa é parte da Física que estuda a natureza e tem na “experimentação um forte aliado na busca por desvelar esta natureza”. “A humanidade sempre se preocupou em entender a natureza e seus fenômenos, mediante a fundamentação de inúmeros conhecimentos” (GRASSELLI; GARDELLI, 2015, p. 3).

Diante das respostas dos entrevistados, nos ocorre a citação de Sada (2014), destacando:

[...] aos educadores fica o desafio de aproximar a ciência da realidade, o que pode torná-la mais atraente aos alunos e garantir que os conhecimentos adquiridos sigam pertinentes e contribuam no desenvolvimento integral dos estudantes. Este desafio passa por mudanças no método de ensino e pela desmistificação da ciência como algo complexo e distante do cotidiano.

O entrevistado “G”, por sua vez, disse que “Talvez, auxilia na compreensão, mas pode ser ainda um pouco abstrato”.

Diante do exposto, observa-se que os entrevistados se afinaram à proposta realizada como facilitadora da compreensão dos alunos com relação aos conteúdos envolvidos na prática experimental.

Questão 05: você aplicaria a proposta realizada ao lecionar (docência, estágio)? Justifique. Em caso afirmativo, aplicaria da mesma forma ou faria alguma adaptação? Justifique.

Quadro 10 – Respostas dos alunos da graduação

<i>Entrevistado</i>	<i>Respostas</i>
“B”	Sim. Achei bem legal a ideia. Aplicaria da mesma maneira.
“F”	Sim, pois parece despertar a curiosidade dos alunos, além se aproximar a Física com algo do cotidiano.
“H”	Com certeza, pois acho essencial trazer o cotidiano na sala de aula.
“I”	Se eu fosse professora de física, aplicaria sim, Ótima proposta.
“J”	Fica meus parabéns pela prática. Foi muito interessante, os alunos com certeza gostariam muito de participar.

Fonte: Entrevistados (2019)

Todas as respostas dos entrevistados mostraram que “sim”, todos aplicariam a proposta realizada ao lecionar. O entrevistado “B” disse: “sim. Achei bem legal a ideia. Aplicaria da mesma maneira. O “F” disse: “sim, pois parece despertar a curiosidade dos alunos, além se aproximar a Física com algo do cotidiano”. “H”, “com certeza, pois acho essencial trazer o cotidiano na sala de aula.” Os entrevistados “I” e “J”, responderam, respectivamente: “se eu fosse professora de física, aplicaria sim, ótima proposta”, e “Fica meus parabéns pela prática. Foi muito interessante, os alunos com certeza gostariam muito de participar.”

Nesse amplo contexto de ensino-aprendizagem, Ribeiro Junior; Cunha; Laranjeiras (2012) enfatizam que trabalhar com experimentos na disciplina de Física desempenha importante papel na formação tanto de educadores como de estudantes, o que tornando o significado compreensível da experimentação. Assim, a identidade profissional do professor, entretanto, está relacionada também com

saberes que são elaborados em momentos anteriores à prática profissional, bem como em outros espaços que não o da prática profissional.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considero que durante o desenvolvimento deste trabalho obtive muito aprendizado. A revisão de conteúdos já vistos durante o curso e a procura por novos conhecimentos, tanto na área da pedagogia quanto nas áreas das ciências e da física, certamente produziram maior solidez na minha formação como futuro professor.

O aprendizado não se deu apenas pelas revisões e estudos. Ocorreu também através do contato com os orientadores, com os alunos da Licenciatura em Física e com os da Especialização em Educação Científica e Tecnológica. A troca de experiências com estes, alguns já professores, foi de grande valia.

Os resultados mostraram-se satisfatórios. A construção do rádio de galena e seu funcionamento se deram de maneira produtiva, gerando construção de conhecimento, curiosidade e interesse por conteúdos da física na maioria dos envolvidos. Esta conclusão serve como resposta ao problema de pesquisa proposto no início deste trabalho.

Ressalto que a proximidade entre o transmissor da emissora AM da cidade de Araranguá e o local onde o rádio foi posto em funcionamento (estacionamento câmpus do IFSC) foi fator determinante para o sucesso da experiência.

O trabalho agregou conhecimento ao câmpus como um todo: professores, licenciandos, funcionários próprios e terceirizados e curiosos pararam para ver o experimento e fazer questionamentos.

Acredito que um dos principais objetivos do trabalho foi atingido: produção de conteúdo direcionado para a área da educação, uma proposta de aula, com possibilidade de ser reaplicada com eventuais modificações.

Embora a coleta de dados do questionário de concepções prévias e possíveis mudanças conceituais tenham sido prejudicadas pela falta das duas respostas por parte de alguns entrevistados, foi possível observar a mudança/evolução conceitual noutros alunos.

A proposta se mostrou viável em sua execução e foi bem avaliada pelos docentes e futuros docentes. Criou futuras perspectivas de aplicação em turmas do ensino médio, com possibilidade de inclusão de outras demonstrações complementares ou outras aulas no sentido de elaborar uma sequência didática com

enfoque experimental sobre ondas de rádio ou até mesmo montagens de eletrônica. Afinal, há montagens eletrônicas que, apesar de serem de simples construção e baixíssimo custo, apresentam funcionamento interessante e atrativo em sala de aula, porém trata-se de uma didática pouco utilizada.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, M.S.T.; ABID, M. L. V. S. Atividades experimentais no ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. V. 25, n 2, 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbef/v25n2/a07v25n2>. Acesso em 15 mai. 2016.
- AXT, R. et al. A situação do ensino de Física em escolas de segundo grau na região de atuação da Unijuí. **Espaços da Escola**, v. 21, p. 41-45, jul./set. 1996.
- BAITELLO JÚNIOR, N. Comunicação, mídia e cultura. **Revista da Fundação Saede**. V.12/no. 4. Out/Dez 1998. São Paulo.
- BONADIMAN, H.; NONENMACHER S. E. B. O Gostar e o aprender no ensino de Física: uma proposta metodológica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 24, n. 2: p. 194-223, ago. 2007.
- BORDENAVE, J. E. D. **O que é comunicação**. 1. ed. São Paulo: Brasiliense, 1982.
- BRAZ, C. S. et al. Indisciplina na sala de aula: a visão de alunos e professores. **Diversa Prática Revista Eletrônica da Divisão de Formação Docente**, v. 1, n. 2, 1º semestre 2013.
- FORÇA, A. C; LABURÚ, C. E; SILVA, O. H.M. **Atividades experimentais no ensino de física: Teorias e práticas**. In: Atas do VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Campinas/SP, 2011.
- GASPAR, A.; MONTEIRO, I. C. C. Atividades experimentais de demonstrações em sala de aula: Uma análise segundo o referencial da teoria de Vygotsky. **Investigação em Ensino de Ciências**, Rio Grande do Sul, v. 10, n. 2, p. 227-254, 2005.
- GONÇALVES, C. L.; PIMENTA, S. G. **Revedo o ensino de 2º Grau, propondo a formação do professor**. São Paulo: Cortez, 1990.
- GRASSELLI, E. C.; GARDELLI, D. G. **O ensino da física pela experimentação no ensino médio: da teoria à prática**. ISBN 978-85-8015-080-3 Cadernos PDE. 2015.
- GRECCO, D. Marconi X padre Landell. **Scientific American**. São Paulo: Duetto, 2006. Especial História no. 4. p. 74-81.
- GRUPO DE REELABORAÇÃO DO ENSINO DE FÍSICA. **Física 3: Eletromagnetismo**. 5. Ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2017.

LABURÚ, C. E. Seleção de Experimentos de Física no Ensino Médio: Uma investigação a partir da fala dos professores. **Investigação em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 2, p. 161-178, 2005.

MARQUES DE MELO, J. **Comunicação Social**: teoria e pesquisa. 4. ed. Petrópolis: Vozes, 1975. 300 p.

MENEZES, E. Diatay Bezerra. **Fundamentos sociológicos da comunicação**. In: Adísia Sá (Coord.). Fundamentos científicos da comunicação. Petrópolis: Vozes, 1973, p. 146-205.

MOREIRA, M. A. **Subsídios teóricos para o professor pesquisador em ensino de ciências**. Porto Alegre, 1999.

PERLEZ, J. B. **Comunicação**: conceitos, fundamentos e história. 2019. Disponível em: <https://www.passeidireto.com/arquivo/5516925/perles-joao-comunicacao-conceitos-fundamentos-historia>. Acesso em: 20 abr. 2019.

PIMENTA, S. G.; LIMA, M. S. L. **Estágio e docência**: diferentes concepções. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/poiesis/article/view/10542/7012>. Acesso em: 22 mai. 2019.

RAMOS, L. B. C.; ROSA, P. R. S. O Ensino de Ciências: Fatores Intrínsecos e Extrínsecos que Limitam a Realização de Atividades Experimentais pelo Professor dos nos Iniciais do Ensino Fundamental. **Investigação em Ensino de Ciências**, Rio Grande do Sul, v. 13, n. 3, p. 299-331, 2008.

REZENDE, F. et al. Ensino-aprendizagem de Física no Ensino Médio: o estado da arte da produção acadêmica no século XXI. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 31, n.1, p. 1402-1402-8, mar.2009.

RIBEIRO, M. S.; FREITAS, D. S.; MIRANDA, D. E. A Problemática do Ensino de laboratório de Física da UEFS. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 19, nº4, p. 444 a 447, 1997.

RIBEIRO JUNIOR, L. A.; CUNHA, M. F.; LARANJEIRAS, C. C. Simulação de experimentos históricos no ensino de Física: uma abordagem computacional das dimensões histórica e empírica da ciência na sala de aula. **Revista Brasileira Ensino Física**, v. 34, n. 4, p. 1-10, 2012.

RICARDO, E. C. **Física**. 2004. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/08Fisica.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2019.

ROSA, C. T. W.; ROSA, A. B. A teoria histórico-cultural e o ensino da física. **Revista Iberoamericana de Educación**, 1999.

RUVER, V. V.; BARROS, M. P. **Guia para atividades práticas no ensino de Física**. Universidade Federal de Mato Grosso (UFMG). Instituto de Física Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais. 2016.

SADA, J. **Física**: a ciência que explica o universo não pode ser chata. 2014. CENTRO DE REFERENCIAS EM EDUCACAO INTEGRAL. Disponível em: <https://educacaointegral.org.br/reportagens/fisica-na-escola-para-alem-das-formulas/>. Acesso em: 25 mai. 2019.

SARAIVA-NEVES, M.; CABALLERO, C.; MOREIRA, M. A. Repensando o Papel do Trabalho Experimental, na Aprendizagem da Física, em Sala de Aula: Um Estudo Exploratório. **Investigações em Ensino de Ciências**, Rio Grande do Sul, v. 11, n. 3, p. 383-401, 2006.

SOUZA, T. C. F.; HEINECK, R. **Pesquisando os diferentes métodos avaliativos da aprendizagem e o emprego de seus recursos didáticos na perspectiva dos Educadores de Física**. Experiências em Ensino de Ciências, V. 1, n. 2, p. 01-09, 2006.

TARDIF, M. **Saberes Docentes & Formação de Professores**. 9. ed. Petrópolis: Vozes, 2008.

VALADARES, E. C.; MOREIRA, A. M. Ensinando Física Moderna para o segundo grau: efeito fotoelétrico, laser e emissão de corpo negro. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.15, n.2, p. 121-135, 1998.

VILAÇA, F. N. **Revisão Bibliográfica**: A Experimentação no Ensino de Física. 2012. Disponível em: <https://www.ufsj.edu.br/portal2-repositorio/File/pibidfisica/Trabalhos%20sobre%20Revisao/Frederico - 110412 - Revisao bibliografica - a experimentacao no ensino de fisica.pdf>. Acesso em: 22 jul. 2019

SITES CONSULTADOS

RADIODIFUSÃO. Disponível em: <http://radiocomunicacaopxvhf.blogspot.com>. Acesso em: 15 mai. 2019.

MUNDO PROJETADO. **Rádio Galena**. Disponível em: undoprojetado.com.br/radiogalena. Acesso em: 20 mai. 2019.

CIRCUITO LC. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Circuito_LC#/media/Ficheiro:Lc_circuit.svg. Acesso em: 14 out. 2019.

CARGA DO CAPACITOR. Disponível em: <https://interna.coceducacao.com.br/ebook/pages/8048.htm>. Acesso em: 14 out. 2019.

SISTEMA MASSA-MOLA. Disponível em: <http://alunosonline.uol.com.br/fisica/mhs.html>. Acesso em: 15 out. 2019.

MODULAÇÃO EM AM. Disponível em: <http://www.sarmento.eng.br/Modulacao.htm>. Acesso em: 16 out. 2019.

AMPLITUDE DE OSCILAÇÃO. Disponível em: <https://www.quora.com/What-is-the-SI-unit-of-amplitude>. Acesso em 17 out. 2019.

RÁDIO DE GALENA. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/R%C3%A1dio_de_galena. Acesso em 18 out 2019.

DIODO. Disponível em: <https://www.mundodaeletrica.com.br/diodo-retificador-o-que-e-pra-que-serve/>. Acesso em 19 out. 2019.

DIODO. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Diodo_semicondutor#/media/Ficheiro:Diode_pinout_pt.svg. Acesso em 05 out. 2019.

CAPACITOR VARIÁVEL. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/tex/fis01043/20022/Camilla/saibamais.htm>. Acesso em: 22 nov. 2019.