
APRESENTANDO FÍSICA AO PÚBLICO

Relatório de atividades

F 709 A – Tópicos de Ensino de Física II

Autor:

Renata Possobon RA 147804
re.possobon@gmail.com



Orientador:

Prof. Dr. José Joaquin Lunazzi - DFMC
<http://sites.ifi.unicamp.br/lunazzi/>



1. INTRODUÇÃO

A disciplina Tópicos de Ensino de Física II propõe uma série de práticas relacionadas à elaboração, construção, revitalização e apresentação de experimentos de física, a fim de proporcionar aos alunos a experiência de explorar conteúdos da física de diferentes maneiras, procurando uma maneira de apresentá-los para públicos diversos através de experimentos simples. Desta forma, além de proporcionar a interação de pessoas com experimentos de física, a disciplina proporciona momentos de discussão e reflexão sobre ensino de física e atividades de aprimoramento da didática e oratória. Neste relatório é apresentado um resumo das atividades extra-aula desenvolvidas durante o semestre no âmbito da disciplina.

2. OBJETIVO

O trabalho desenvolvido nesta disciplina objetivou explorar maneiras distintas de apresentar física ao público, utilizando diferentes abordagens e recursos.

3. ORIGINALIDADE

O Prof. Dr. J. J. Lunazzi desenvolve, há vários semestre, trabalhos na disciplina com o mesmo enfoque. Nas referências são citados alguns desses trabalhos, com destaque para a referência [1], que apresenta um trabalho desenvolvido com painéis de auto-atendimento, uma das atividades propostas neste trabalho.

4. DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES

Além das atividades desenvolvidas ao longo da disciplina durante as aulas e discussões sobre temas diversos relacionados ao ensino de física, foram realizadas três atividades extra-aula específicas durante o semestre: a participação no evento Unicamp de Portas Abertas (UPA), no dia 10 de setembro de 2016, apresentando experimentos de eletrônica no LF25, a revitalização e aplicação em uma escola da região de um painel de experimentos do Prof. Dr. J. J. Lunazzi que contém cinco experimentos (pêndulos simples, lente cilíndrica, gaiola de Faraday, cordas vibrantes e sensação térmica) e o desenvolvimento de experimentos com alunos de Ensino Fundamental II e Ensino Médio do Colégio Biocêntrico, em Nova Odessa, e posterior apresentação dos mesmos em uma feira científica, que ocorreu no dia 29 de outubro de 2016.

4.1 Unicamp de Portas Abertas

Durante o UPA apresentei quatro experimentos para um público bastante heterogêneo, com idades e interesses muito diferentes. No total, o laboratório atendeu aproximadamente 330 pessoas. A experiência foi muito interessante e construtiva devido ao fato de o público ser tão heterogêneo e, por isso, a cada apresentação era necessário modificar a abordagem dos fenômenos e modificar a linguagem utilizada (em relação aos termos mais sofisticados) para que a conversa com o interlocutor fosse adequada e que este pudesse compreender um pouco dos experimentos.

A seguir é apresentado um breve resumo sobre os experimentos apresentados e as reações do público nas respectivas apresentações.

4.1.1 Rádio de galena

O rádio de galena é um dos receptores mais simples de modulação AM que se pode construir. Esse receptor não necessita de bateria ou fonte de alimentação e funciona a partir da energia das ondas de rádio captada por uma antena. Seu esquema de montagem está ilustrado na Figura 1.

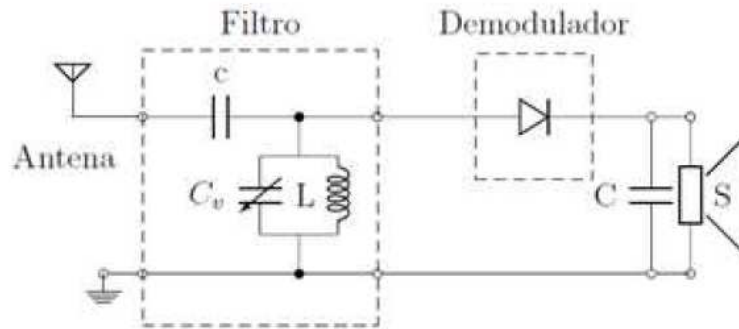


Figura 1 - Diagrama do receptor de rádio AM.

Quando a radiação eletromagnética enviada por certa estação atinge a antena do receptor os elétrons livres, sob a ação de forças elétricas, induzem um campo elétrico gerando uma corrente. Para que a excitação seja eficiente, é necessário utilizar antenas grandes, da ordem de fração do comprimento de onda. Se a frequência de ressonância do circuito receptor concorda com a frequência induzida na antena, o som é emitido. Para ouvir as estações de rádio, foi montado o circuito ilustrado na Figura 1 utilizando a antena do laboratório, que tem aproximadamente 17 metros, para receber o sinal, um filtro LC para sintonizar a frequência desejada, um diodo Schottky para demodular o sinal, que é mais eficiente que o diodo de silício para demodular sinais de pequena amplitude, e o capacitor em paralelo para servir como um filtro passa-baixas.

O público em geral fica bastante impressionado pelo fato desse receptor não utilizar nenhum tipo de bateria e o fato da radiação eletromagnética induzir corrente é um fato que poucas pessoas do grupo atendido já haviam imaginado. Durante a explicação pelo menos cinco pessoas compararam, rapidamente, o capacitor variável com o botão utilizado em rádios com sintonização feita de maneira analógica.

4.1.2 RFID

O RFID, do inglês *Radio Frequency Identification*, é uma tecnologia que permite a captura automática de dados para identificação de objetos com dispositivos eletrônicos. Um sistema de RFID é composto, basicamente, de uma antena, que transmite informações, um transceptor, que faz a leitura do sinal enviado pela antena e transfere a informação para um dispositivo leitor, e também uma etiqueta de rádio frequência. Existem dois tipos de etiquetas RFID: passiva, que utilizam a rádio frequência do leitor para transmitir o seu sinal e normalmente têm com suas informações gravadas permanentemente, e ativas, que

contam com uma bateria própria para transmitir seu sinal sobre uma distância razoável, além de permitir armazenamento em memória RAM.

No UPA ilustrou-se o funcionamento do RFID com etiqueta passiva, como a ilustrada na Figura 2, utilizando dois circuitos LRC. Um desses circuitos foi ligado a uma fonte, para simular um leitor de RFID, fazendo com que a bobina gerasse um campo eletromagnético. Quando a outra bobina, que representa a etiqueta, era aproximada uma tensão era gerada neste circuito. O capacitor do circuito da etiqueta é selecionado de forma a combinar com a indutância da bobina da antena para dar forma a um circuito ressonante paralelo, ou seja, para se obter uma frequência ressonante que corresponda com a frequência da transmissão do leitor. Essa tensão permite a leitura do chip da etiqueta.



Figura 2 – Etiqueta de RFID. O sistema indutivo utilizado é baseado em um transformador do tipo acoplamento entre a bobina preliminar no leitor e a bobina secundária na etiqueta.

Este tipo de etiqueta é amplamente utilizado em lojas, mercados, para pagamentos no trânsito, na cobrança de pedágios e estacionamentos, etc.

Já no início da apresentação deste experimento era apresentada uma etiqueta de RFID idêntica a da Figura 2 e perguntava-se ao público se eles sabiam identificar o que era aquilo. Algumas pessoas falaram que era uma espécie de adesivo, mas a maioria nem tentava adivinhar. Quando dito que aquela era a etiqueta encontrada dentro das travas de produtos de lojas e em pulseiras utilizadas em shows para identificação, todas as pessoas mostravam muito interessadas em entender o processo de funcionamento. Um senhor levantou a questão se este era o mesmo processo utilizado no NFC (*Near Field Communication*) e expliquei que sim, que o NFC teve origem no padrão do RFID, mas passou a utilizar outras frequências, para limitar o campo de atuação para distâncias menores a fim de tornar a troca de informações mais segura. Mais nenhuma questão foi feita ou comentário foi levantado.

4.1.3 Impressão 3D

Para a impressão 3D de algum objeto é necessário um modelo 3D, que pode ser criados através de um software de modelagem ou através de uma digitalização. Depois que o modelo está pronto é necessário enviá-lo para impressão. O *Slic3r* é o software utilizado para converter um modelo 3D em instruções para impressora. Basicamente, o *Slic3r* divide o modelo em camadas e gera percursos de preenchimento de acordo com as especificações do usuário em relação à quantidade de material depositado e velocidade de extrusão. Depois de carregar o modelo no software e configurar os parâmetros desejados para a impressão,

cria-se um código denominado *G-Code* que contém todas as instruções para a impressora. Esse código é então carregado no *Pronterfacer*, software que permite comunicação com a impressora e acompanhamento do progresso da impressão, possibilitando enviar informações à impressora e gerenciar comandos.

Nas impressoras do laboratório utiliza-se polímeros termoplásticos, como o ABS e o PLA, para a impressão 3D. Uma vez inserido na impressora, o filamento é derretido e expelido pelo extrusor, de acordo com as instruções fornecidas pelo *G-Code*.

As impressoras 3D eram o experimento mais procurado dentro do laboratório. Grande parte do público foi ao laboratório apenas para ver as impressoras. As pessoas ficavam bastante impressionadas com a qualidade das peças que podem ser confeccionadas na impressora (havia várias peças em exposição) e várias perguntas surgiram em relação ao custo de produção, custo de aquisição de uma impressora, tempo para a impressão de peças, materiais que podem ser utilizados, etc. Não foram realizadas perguntas ou observações em relações aos processos gerais envolvidos na impressão, mas em todos os grupos foram levantadas questões relacionadas à natureza logística da impressão.



Figura 3 – Apresentação das impressoras 3D.

4.1.4 *Cubo de LED*

Um cubo de LED, como o nome já diz, é um circuito onde LEDs são dispostos em um formato de cubo e estes acendem de acordo com comandos determinados pelo usuário. Estes comandos podem ser estabelecidos através do uso de circuitos integrados ou do microcontrolador Arduino.

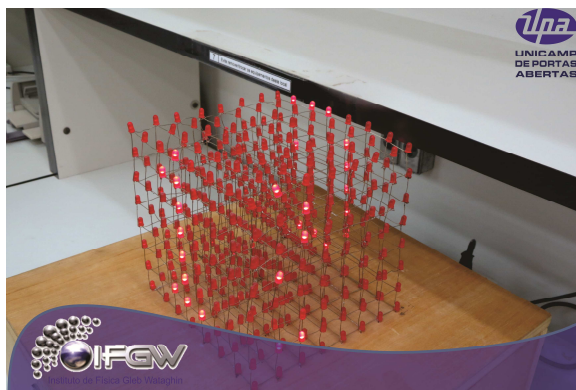


Figura 4 – Cudo de LED do laboratório.

A intenção da apresentação do cubo de LED era apenas mostrar que é possível utilizar uma eletrônica simples para desenvolver muitos equipamentos interessantes e divertidos, o foco não era explicar como produzi-lo ou como utilizar circuitos integrados e o Arduino, tais informações foram apenas citadas. O público ficou bastante impactado ao observar o funcionamento do cubo, principalmente quando os LEDs estão configurados para formar as letras de uma frase. Nenhuma pessoa levantou questões sobre este experimento.

4.2 Painel de auto-atendimento

A proposta do painel de auto-atendimento é proporcionar um contato do público geral com alguns experimentos de física, de maneira que este seja livre para manipular e explorar os experimentos, procurando criar um raciocínio para compreender o fenômeno. O Prof. Dr. J. J. Lunazzi já possuía dois painéis de auto-atendimento e, neste semestre, revitalizei um dos painéis e o apliquei em situações distintas: em uma escola que possui alunos do Ensino Infantil até o Ensino Médio, em uma feira científica e no Laboratório de Ensino Básico da Unicamp.



Figura 5 – Painel de auto-atendimento.

4.2.1 Experimentos

O painel é composto por cinco experimentos: pêndulos, lente cilíndrica, cordas vibrantes, gaiola de Faraday e sensação térmica.

4.2.1.1 Pêndulos

O experimento dos pêndulos consiste de uma pequena barra de metal na qual foram amarrados quatro pêndulos simples, sendo que dois deles possuem o mesmo comprimento, mas um tem o triplo da massa do outro, outro tem o dobro do comprimento e mesma massa e o último tem o quádruplo do

comprimento e mesma massa, como ilustrado na Figura 6. Os pêndulos foram produzidos com barbante e porcas.

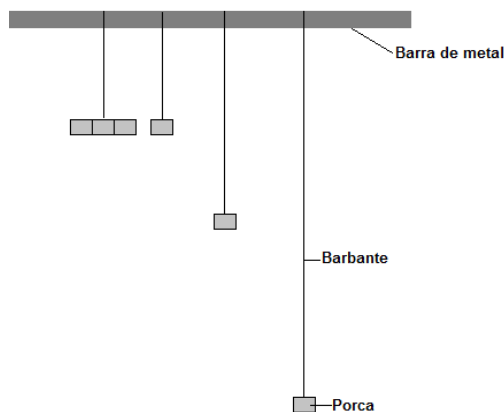


Figura 6 – Esquema geral do experimento dos pêndulos.

A proposta é que o usuário compare os períodos de pêndulos tomando a mesma amplitude de oscilação para descobrir a relação entre período, massa e comprimento.

Sabe-se da mecânica clássica que o período do pêndulo simples é dado por

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \quad (1)$$

onde L é o comprimento do pêndulo e g é a aceleração da gravidade. Sendo assim, o usuário deverá notar que os pêndulos de mesmo comprimento e massa diferentes possuem o mesmo período de oscilação, enquanto o pêndulo com dobro do comprimento terá um período $\sqrt{2}$ vezes maior e o pêndulo com o quádruplo do comprimento terá um período duas vezes maior.

Para provar a equação do período do pêndulo simples é necessário utilizar conhecimentos sobre o movimento harmônico simples. O Prof. Dr. J. J. Lunazzi procura uma explicação mais simples na qual pode-se chegar à equação do período do pêndulo. O caminho por ele seguido até o momento na busca desta explicação segue o seguinte raciocínio: Considere a situação ilustrada na Figura 7, onde θ é um ângulo suficientemente pequeno para que se possa considerar a aproximação $\sin \theta \approx \theta$.

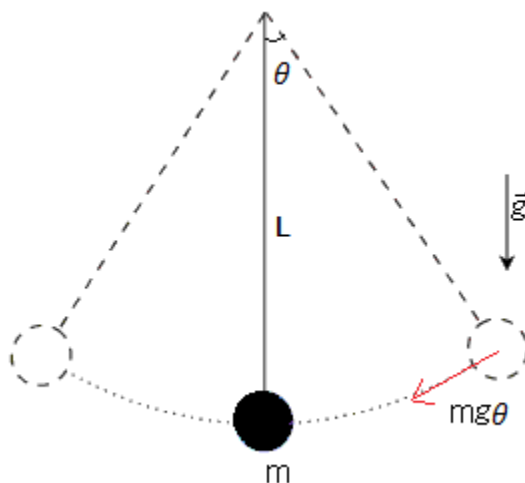


Figura 7 – Força na direção do movimento em um pêndulo simples.

Considerando a distância entre a posição de repouso e a posição em que o pêndulo está como x , podemos escrever

$$\theta = \frac{x}{L} \quad (2)$$

Deste modo, temos que

$$mg\theta = \frac{mgx}{L} \quad (3)$$

e pela segunda lei de Newton temos que a aceleração da massa do pêndulo é dada por

$$a = \frac{gx}{L} \quad (4)$$

então,

$$a_n = \frac{g}{l}(N - n)\Delta x \quad (5)$$

Se considerarmos um instante infinitesimal do movimento do pêndulo, pode-se aproximar sua aceleração como constante e assim o tempo necessário para que a massa se deslocasse uma distância Δx_0 seria

$$t_0 = \sqrt{\frac{2\Delta x_0}{a_0}} = \sqrt{\frac{2l}{gN}} \quad (6)$$

de acordo com a equação do MRUV. A velocidade nesse ponto seria, então

$$v_0 = a_0 t_0 = \frac{g\Delta x N}{l\sqrt{N}} \sqrt{\frac{2l}{g}} \quad (7)$$

Assim,

$$\frac{g}{2l}(N - n)t_n^2 + \frac{g\Delta x}{l}(\sum_{n=0}^{N-1}(N - n)t_0)t_n - \Delta x_n \quad (8)$$

onde,

$$\Delta x_n = \frac{g}{l}\Delta x(\sum_{i=0}^{N-1}(N - i)t_0)t_n + \frac{g}{2l}(N - n)t_n^2 \quad (9)$$

E nomeamos os termos por $A = \frac{g}{2l}(N - n)t_n^2$, $B = \frac{g\Delta x}{l}(\sum_{n=0}^{N-1}(N - n)t_0)t_n$ e $C = \Delta x_n$. Então

$$t_n = \frac{-\frac{g\Delta x}{l}[\sum_{i=0}^{N-1}(n-i)t_i] + \sqrt{B^2 - 4\Delta x \frac{g}{l}(N-n)}}{\frac{g}{l}(N-n)} \quad (10)$$

e a soma $\sum_{i=0}^{N-1} t_n$ convergiria para a equação do pêndulo dada pela equação (1). O Prof. Dr. J. J. Lunazzi acredita que existam outras maneiras mais simples de provar esta relação sem utilizar séries, porém não foi possível chegar a uma conclusão durante esse semestre.

4.2.1.2 Lente cilíndrica

Neste experimento faz-se uso da simetria das letras da frase "CHICO RALA COCO" para demonstrar o fenômeno da inversão da imagem gerada a partir de uma lente cilíndrica. Um suporte já fixado no painel apóia um tubo cilíndrico com água. O cilindro é cheio de tal maneira que uma bolha de ar esteja presente, sendo possível olhar através do cilindro completo com água e pela bolha. A frase está escrita abaixo do suporte, conforme ilustrado na Figura 8.



Figura 8 – Experimento: Lente cilíndrica.

Quando olha-se através do tubo pela parte completa com água as letras ficam invertidas, como ilustrado na Figura 9(a), pois o cilindro atua como uma lente convergente. Quando se olha através da bolha, o cilindro atua como uma lente divergente e a frase não é invertida, como ilustra a Figura 9(b).



Figura 9 – Ilustração da observação da frase “CHICO RALA COCO” utilizando o cilindro: (a) completamente cheio de água e (b) com uma bolha de ar.

4.2.1.3 Cordas vibrantes

O experimento de cordas vibrantes consiste basicamente em um fio de nylon com um copo plástico preso em uma das extremidades e algumas porcas presas na outra extremidade. Segurando o copo plástico e dando um toque no fio de nylon, que está sendo tracionado pelo peso das porcas presas na outra extremidade, é possível escutar a vibração produzida. O objetivo do experimento é levar o usuário a pensar sobre a relação entre a frequência do som produzido com o comprimento do fio de nylon e a tensão aplicada na corda. Para isso, dois sistemas distintos foram produzidos: no primeiro o usuário pode testar a relação entre a frequência da oscilação produzida e o comprimento do fio, pois o sistema possui um suporte que permite variar o comprimento do fio de nylon para produzir a vibração, e no segundo o usuário pode testar a relação entre a tensão aplicada no fio de nylon e a frequência produzida, pois o comprimento do fio é fixo, mas as tensões aplicadas são diferentes (um fio está sendo tracionado pelo peso de três porcas, enquanto o outro pelo peso de seis). A Figura 10 ilustra o experimento.



Figura 10 – Experimento: Cordas vibrantes.

Ao variar o comprimento do fio de nylon, o usuário vai perceber que o som produzido por perturbações na corda quando o fio tem um pequeno comprimento são mais agudos do que o som produzido quando o fio tem um grande comprimento. Já no caso das tensões, o usuário perceberá que o som produzido no fio que está mais tensionado produzirá um som mais agudo do que o que está menos tensionado. Esses resultados também podem ser obtidos pela teoria.

Produzindo-se uma perturbação em um dado local de um fio esticado, essa perturbação irá se propagar por todo o fio em forma de onda. Vamos tomar um pulso que propaga em um fio, conforme ilustrado na Figura 11.

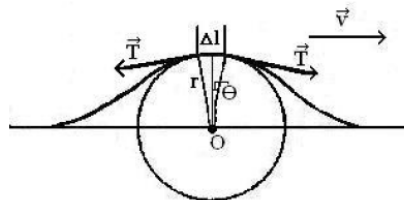


Figura 11 - Representação de um pulso que se propaga ao longo de um fio.

Considere que o pulso possui uma velocidade v e considere o elemento de fio Δl de massa Δm que sofre a ação da tração T . Esse elemento sofre uma força centrípeta dada por

$$F = \frac{\Delta m v^2}{r} = 2T \sin \theta \approx 2T\theta \quad (11)$$

Pode-se escrever a massa Δm em função do comprimento do fio Δl e da densidade linear de massa μ de seguinte maneira:

$$\Delta m = \mu \Delta l = \mu 2\theta r \quad (12)$$

onde 2θ é o ângulo que compreende o elemento de fio de comprimento Δl . Substituindo a equação (12) na equação (11) obtém-se

$$\frac{\mu 2\theta r v^2}{r} \approx 2T\theta \quad (13)$$

e portanto a velocidade de propagação é

$$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}} \quad (14)$$

Na frequência de ressonância formam-se ondas estacionárias no fio e então é possível escrever o comprimento L do fio em função do número n de ventres formados e do comprimento de onda λ da onda estacionária da seguinte forma:

$$L = n \frac{\lambda}{2} \quad (15)$$

Sabe-se que a velocidade de propagação de uma onda pode ser escrita como $v = \lambda f$. Utilizando esta relação e a equação (15), é possível escrever

$$f = \frac{nv}{2L} \quad (16)$$

e com a equação (14):

$$f = \frac{n}{2L} \sqrt{\frac{T}{\mu}} \quad (17)$$

Sendo assim, tem-se que a frequência nas cordas vibrantes é inversamente proporcional ao comprimento e diretamente proporcional à raiz da tensão, de acordo com o observado no experimento.

4.2.1.4 Gaiola de Faraday

A gaiola de Faraday, que nada mais é do que uma malha condutora que envolve uma dada região do espaço impede a passagem do campo elétrico estático externo e também da radiação eletromagnética, blindando o seu interior de tais influências externas. Esse fenômeno é conhecido como blindagem eletrostática. A gaiola de Faraday do painel foi totalmente revitalizada, pois a anterior estava soltando muitas farpas de metal que poderiam machucar alguém. A nova gaiola foi construída a partir de um pedaço de grade com aberturas da ordem de milímetros que estava no lixo, que foi adequadamente dobrado para formar uma caixa, como ilustrado na Figura 12.



Figura 12 – Experimento: Gaiola de Faraday.

Neste experimento pretende-se demonstrar o fenômeno da blindagem eletrostática de ondas de rádio FM. Para isso, o usuário deve seguir alguns procedimentos, de acordo com o ilustrado na Figura 13. Ao fazer esses procedimentos, as ondas de rádio são totalmente bloqueadas.



Figura 13 – Procedimentos que devem ser seguidos pelo usuário para realizar o experimento da gaiola de Faraday. Esta imagem também foi fixada no painel para ilustrar os passos necessários para a realização do experimento.

A questão sobre a denominação “gaiola de Faraday” para este experimento foi levantada no início do semestre. O que se sabe é que para demonstrar que em um condutor metálico, as cargas se distribuem apenas em sua superfície externa, não exercendo, portanto nenhuma ação nos pontos internos, o físico britânico Michael Faraday mandou construir, em 1836, uma gaiola metálica. Ele colocou um eletroscópio no interior da gaiola e a eletrizou, provando que os efeitos do campo elétrico lá dentro eram nulos. Não contente, ele próprio colocou-se dentro da gaiola e mandou seus assistentes eletrizarem-na intensamente. Como a gaiola estava sobre suportes isolantes, faíscas chegaram a saltar do dispositivo, mas o cientista em seu interior não sofreu nenhum efeito. Desde então, esse experimento passou a ser conhecido como gaiola de Faraday.

4.2.1.5 Sensação térmica

Este experimento levanta uma discussão sobre temperatura e sensação térmica. Consiste basicamente em uma placa de alumínio e uma placa de isopor que o usuário deve tocar simultaneamente, conforme ilustrado na Figura 14.

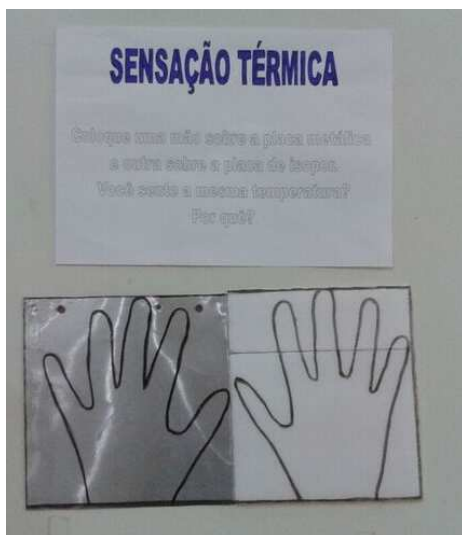


Figura 14 – Experimento: Sensação térmica.

A primeira impressão ao tocar as placas é que a placa de alumínio tem uma temperatura diferente da placa de isopor, mesmo as duas estando à mesma temperatura. Isso se deve à diferença entre a condutibilidade térmica dos materiais, que nada mais é do que a medida da capacidade de condução térmica (processo de transferência de calor) do material. A transferência de calor da mão para o alumínio ocorre mais rapidamente do que a transferência de calor da mão para o isopor (a condutibilidade térmica do alumínio é bem maior do que a do isopor), causando a sensação de que o alumínio está “mais frio”.

4.2.2 Reação do público

Ao aplicar o painel em diferentes situações foi possível observar como os diferentes públicos reagiam. Na escola, o comportamento dos usuários (alunos, professores e funcionários) poderia ser classificado em dois grupos distintos: um grupo muito curioso, que realizou todos os experimentos do quadro, discutiu os resultados e questionou sobre os fenômenos, que era composto, no geral, pelos alunos mais novos (do Ensino Fundamental I e II), pouquíssimos alunos do Ensino Médio e apenas uma professora (de Língua Portuguesa e Literatura) e uma funcionária (inspetora), e um grupo que não se interessou muito ou foi totalmente indiferente, que era composto basicamente por alunos com idades entre 15 e 18 anos, professores e demais funcionários. Foi interessante notar que as pessoas que se interessaram pelo quadro ou não possuem muito conhecimento sobre física e são muito curiosas (caso das crianças, professora e funcionária) ou já conheciam parte dos fenômenos envolvidos e acharam interessante aplicá-los e apresentá-los para os colegas (alunos “mais aplicados” do Ensino Médio).



Figura 15 – Pessoas realizando os experimentos do painel.

Na feira científica, poucos se interessaram pelo painel, mesmo com várias pessoas fazendo o convite para utilizar o quadro. Para que as pessoas tivessem algum contato com os experimentos do painel, foi necessário que eu as chamasse, mostrasse o experimento e as questionasse sobre o fenômeno, mas, mesmo assim, as pessoas mostraram-se bastante indiferentes, procurando uma maneira de se esquivar. Pelo o que foi observado, a maioria das pessoas que estavam lá eram pais de alunos que queriam apenas observar o trabalho de seu filho, sem ter a intenção de aprender algo novo. Foi um pouco decepcionante esse *feedback* das pessoas.

Quanto à aplicação do painel no Laboratório de Ensino Básico, ainda não foi possível observar a reação do público. Espera-se que seus comentários sejam deixados junto ao painel em uma local indicado ou cheguem através da página do “Experimente a Física” do Prof. Dr. J. J. Lunazzi.

4.3 Desenvolvimento de experimentos com alunos

Durante um mês e meio trabalhei com um grupo de 18 alunos do Colégio Biocêntrico da cidade de Nova Odessa, com idades entre 12 e 17 anos, orientando-os na elaboração de experimentos para serem apresentados em uma feira científica, que ocorreu no dia 29 de outubro de 2016. Na primeira fase do projeto, os alunos tiveram contato com um pouco da história da Física, discutiram sobre as relações entre ciência, tecnologia e sociedade e pesquisam sobre os temas que gostariam de trabalhar. Como resultado desta fase, os alunos montaram um painel com um resumo com fatos relacionados à história da Física que julgaram importantes e, em quatro grupos menores, definiram os experimentos que gostariam de desenvolver. Os temas escolhidos pelos alunos foram: transformações de energia, cores e imagens, magnetismo e som. No anexo 1 é apresentado o modelo proposto aos alunos para a definição do projeto.



Figura 16 – Painel sobre a história da Física.

Na definição dos projetos, os alunos apresentaram dificuldades tanto na questão da teoria envolvida nos experimentos quanto na organização e definição de parâmetros. Foi necessário que eu selecionasse apenas parte do que foi proposto por eles e montasse o cronograma de todos os grupos, pois as propostas iniciais eram muito exageradas em quantidade e o tempo hábil de execução não seria o suficiente. Outro ponto interessante é que os alunos foram muito influenciados por vídeos da internet para a escolha inicial de seus temas e depois acabaram ficando perdidos, pois notaram que os assuntos escolhidos eram mais complexos do que o imaginado e que os experimentos não são tão simples de montar quanto os vídeos mostram.

O grupo que trabalhou com o tema de “transformações de energia” decidiu demonstrar um exemplo de transformação de energia potencial e cinética utilizando palitos de picolé que quando colocados em determinada configuração adquirem energia potencial elástica e ao mover um dos palitos os demais “voam”,

confeccionar uma abajur de convecção, onde é utilizada uma corrente de convecção para gerar energia cinética e também confeccionar um mini gerador de energia, ativado através do movimento.



Figura 17 – Experimentos realizados pelo grupo cujo tema era “transformações de energia”.

Já o grupo que trabalhou o tema “cores e imagens” optou por estudar como as imagens são formadas no olho e para a demonstração deste fenômeno construíram uma câmara escura, além disso, discutiram sobre lentes e imagens, mostrando estereogramas e sobre a percepção das cores e as dificuldades encontradas pelo olho na percepção de imagens, trabalhando com ilusões de ótica, percepção 3D e construindo um zootrópio e traumatrópios.



Figura 18 – Experimentos realizados pelo grupo cujo tema era “cores e imagens”.

No tema “magnetismo” os aluno estudaram os princípios mais fundamentais do magnetismo (campo, dipolos, ...) e desenvolveram uma “geleca” constituída de bórax, cola branca, água e pó de ferro para demonstrar as propriedades de um ímã. Também fizeram uma bússola caseira.



Figura 19 – Experimentos realizados pelo grupo cujo tema era “magnetismo”

Finalmente, no tema “som”, os alunos estudaram as propriedades das ondas sonoras, construíram um piano de garrafas, utilizando garrafas de vidro com quantidades diferentes de água, exploram os tubos sonoros estudando uma flauta de embolo e demonstraram as propriedades de instrumentos de corda, sopro e percussão.

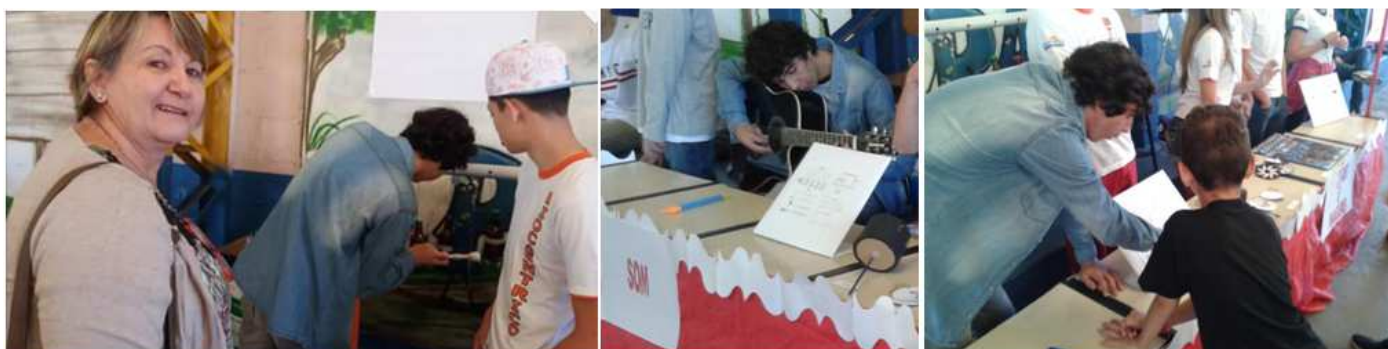


Figura 20 – Experimentos realizados pelo grupo cujo tema era “som”.

Em relação ao desenvolvimento dos projetos é válido ressaltar algumas das dificuldades encontradas no processo de orientação. Os alunos mostraram extremamente dependentes no desenvolvimento do projeto como um todo, foi necessário fazer passo a passo com os alunos todas as partes dos experimentos e explicar integralmente todos os fenômenos envolvidos, pois os alunos não estudavam o material que forneci (nem outro material). Além disso, era necessário chamar atenção para o cronograma em todos os encontros, os alunos não traziam o material necessário (praticamente tive que fornecer todo o material) e perdiam muito tempo dos encontros conversando com os amigos e “passeando” na escola, atrasando os processos. Apesar dos atrasos ocorridos no cronograma, todos os experimentos foram finalizados até o dia da apresentação.



Figura 21 – Algumas imagens da apresentação realizada pelos alunos na feira científica do Colégio Biocêntrico.

Dias após a apresentação dos experimentos, os alunos realizaram duas avaliações: uma auto-avaliação sobre seu próprio desempenho e aprendizagem e uma avaliação sobre o desempenho geral do grupo. Os modelos das avaliações encontram-se nos anexos 2 e 3.

Alguns dos pontos interessantes apresentados nas auto-avaliações foram transcritos a seguir:

“Foi um modo interessante de aprender e rever uma matéria da parte de física e foi divertido a parte de ver realmente algo funcionando de um modo diferente que é o que acontece com o abajur.”

D. D. - 2º ano E.M.

“Aprendi que, diferente das cargas que podem ser só positiva ou negativa, os ímãs sempre serão um dipolo. Quando cortamos um ímã no meio nunca vai ficar só positivo ou só negativo, sempre vai ter os dois.”

L. H. - 8º ano.

“Eu aprendi sobre o olho e como o olho vê as cores. Sobre o disco de Newton, que você coloca em um ventilador e as cores somem e fica tudo branco. Expliquei sobre o olho e como ele vê os objetos, fazendo uma câmara escura”

A. J. B. – 7º ano

“Eu aprendi muito sobre os diferentes timbres, sobre a característica da onda sonora, sobre como a onda é transmitida, como fazer um piano de garrafas e sobre som grave e agudo”

P. V. S. – 9º ano

Foi possível notar nas avaliações de grupo dos alunos que eles não conseguiram aprender bem os conceitos, embora consigam descrever bem a metodologia dos experimentos que fizeram. Para que os alunos conseguissem aprender os conceitos básicos necessários, a proposta inicial era que eles realizem pesquisas de acordo com os temas que eu estabeleci e depois haveria momentos de discussão comigo e todos do grupo, porém, os alunos não realizaram as pesquisas e então eu decidi fazer um material de estudo para cada grupo para que os alunos estudassem em casa. Em todos os encontros, quando iniciava a discussão sobre os temas, percebia que os alunos não haviam estudado nada, pois nem sabiam do que eu estava falando. Frente à situação, eu explicava o conceito, pedia para que eles estudassem em casa e trouxessem questões para o próximo encontro, mas a mesma história se repetia. Antes da apresentação para o público, os alunos tiveram que apresentar os experimentos para mim. Durante cada apresentação, interrompia e corrigia os conceitos equivocados e, ao final, pedi para os alunos escreverem o que iriam explicar e corrigi várias vezes até que não houvesse mais erros. Aparentemente, eles decoraram aquilo que escreveram e apresentaram. Apesar de na apresentação os alunos não cometerem erros conceituais, no relatório em grupo, que foi realizado duas semanas após a feira, os alunos apresentaram dificuldades em escrever sobre os conceitos de forma clara e, no relatório do grupo sobre transformação de energia, os alunos cometeram um erro conceitual escrevendo *“no gerador – a energia cinética se transformou em um campo magnético que se transformou em energia elétrica”*.

Apesar das dificuldades enfrentadas, foi muito satisfatório ter a oportunidade de trabalhar com alunos para o desenvolvimento de experimentos, pois foi uma maneira de aprender um pouco sobre seus interesses, métodos de estudo e trabalho, sobre convivência e principalmente sobre como modificar o enfoque o um conteúdo de física para se adequar à linguagem dos alunos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Realizar estas atividades trouxe muita experiência e aprendizados. No evento Unicamp de Portas Abertas, pude ter contato com um público bastante heterogêneo, onde em cada apresentação tinha que adequar os termos técnicos utilizados e dosar o grau de profundidade com que tratava os conceitos envolvidos de acordo com o interesse do público. Esta tarefa já foi difícil e muitas vezes eu me questionava se o público estava entendendo o que eu estava falando, mas não foi nada comparado à tarefa de explicar os conceitos dos experimentos para os alunos do Colégio Biocêntrico, por vários motivos: primeiramente, o fato de muitos alunos nunca terem tido aulas de física, terem pouca noção sobre os conteúdos, mas terem escolhido seus temas e experimentos acresceu o nível de dificuldade do meu trabalho de orientá-los, pois alguns dos experimentos não eram tão fundamentais, como por exemplo, o gerador de energia, onde o processo de fabricação é simples, mas para compreender seu funcionamento é necessário tem alguns conhecimentos básicos sobre eletricidade e magnetismo que não são tão simples e requerem certo tempo de estudos e, ainda, o fato de os alunos esperarem tudo pronto, não realizarem algumas tarefas e não estudarem em casa é mais um agravante. Com isso, aprendi que orientar terceiros requer muito mais do que apenas conhecimento sobre a Física, é necessário também ter uma grande dose de empatia e sensibilidade para compreender as dificuldades destes e habilidade para apresentar diferentes perspectivas de um mesmo conteúdo a fim de possibilitar a compreensão. Quanto à aplicação do painel de auto-atendimento, aprendi que para chamar a atenção do público é necessário recorrer a mais artifícios lúdicos e audiovisuais.

Ainda é válido ressaltar que no dia 22 de novembro foi realizado o evento de Consulta à Comunidade das disciplinas orientadas pelo Prof. Dr. Lunazzi, no qual foi possível apresentar o projeto a alguns alunos e professores. Neste evento houve bastante interação com uma criança que estava presente (ela observou vários experimentos e contou que já havia realizado alguns deles em casa) e com alguns professores que acharam bastante interessante a ideia do projeto.

REFERÊNCIAS

- [1] Rolim, A.H.M. **Replica do painel de experimento para o Planetário de Campinas.** Disponível em: <http://www.ifi.unicamp.br/~lunazzi/F530_F590_F690_F809_F895/F809/F809_sem1_2008/AndreR-Lunazzi_F609_RF2.pdf>
- [2] LUNAZZI, J. J. **Eventos de demonstração de física realizados no SESC de Campinas.** Disponível em: <http://www.ifi.unicamp.br/~lunazzi/pagina_EaF/SESC/sesc.htm>
- [3] BIAZOLI, C. R. et. al. **Relatório do projeto e das atividades.** Universidade Estadual de Campinas. 2008. Disponível em: <http://www.ifi.unicamp.br/~lunazzi/F530_F590_F690_F809_F895/F809/F809_sem2_2008/3Alunos_Lunazzi_RF.pdf>

[4] SILVA, R. S. **Relatório das atividades realizadas durante o semestre e a interação com o público.** Disponível em: <http://www.ifi.unicamp.br/~lunazzi/F530_F590_F690_F809_F895/F709/F709_2013_sem2/RelatorioRichard_V1.pdf>

[5] RAVANELLI, F. M. M. **Atendimento a escolas de ensino médio e fundamental no planetário de Campinas.** Disponível em: <http://www.ifi.unicamp.br/~lunazzi/F530_F590_F690_F809_F895/F809/F809_sem2_2007/FabioR_Lunazzi_EX001_RF2.pdf>

ANEXOS

ANEXO 1



PROJETO FEIRA CIENTÍFICA 2016

Tema: _____

Responsável: Renata Possobon

Equipe

_____ ano _____
_____ ano _____
_____ ano _____
_____ ano _____
_____ ano _____
_____ ano _____

Coordenador da equipe: _____

Justificativa (Por que está realizando este projeto?)

Objetivos (O que pretende demonstrar e aprender)

Materiais necessários

Metodologia (Como vai desenvolver o projeto)

Cronograma

ANEXO 2

FEIRA CIENTÍFICA 2016 RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO INDIVIDUAL

Nome:

Área: Física

Sub-tema:

1. Você participou do projeto inicial? Quais eram suas atribuições?
2. Cumpriu tudo o que lhe foi destinado?
3. Houve mudança no projeto inicial? Se sim, qual foi sua participação nisso? Por quê?
4. Você colaborou com todas as fases do projeto de seu grupo? Quais foram suas funções? Trouxe os materiais solicitados nas datas propostas?
5. Quais foram os pontos positivos e negativos de sua participação no grupo?
6. O que você aprendeu com o desenvolvimento da feira? Explique e descreva todos os conteúdos pesquisados e o que você explicou.
7. Qual nota você daria para seu desempenho na:
 - a. preparação
 - b. montagem
 - c. apresentação

ANEXO 3

FEIRA CIENTÍFICA 2016 RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO - GRUPO

Nome:

Área: Física

Sub-tema:

INTRODUÇÃO

Produza um pequeno texto (dois ou três parágrafos) que explique o que seu grupo apresentou.

MATERIAIS

Descreva todos os materiais que utilizaram.

METODOLOGIA

1. O projeto inicial foi seguido? Por quê?
2. A partir da decisão do grupo com o projeto inicial, como foram divididos os trabalhos? Quem fez o que?
3. Descreva as fontes de pesquisa para a discussão do tema.
4. Faça uma síntese do conteúdo aprendido.
5. Houve visitas, passeios, entrevistas ou palestra sobre o assunto do seu grupo? Descreva-os.
6. Todos os membros do grupo colaboraram para o desenvolvimento do trabalho? Explique.
7. Quais foram as fases de seu trabalho? Explique.
8. Houve confecção de cartazes ou outras formas de exposição de informações? Descreva-as.
9. Houve produção ou confecção de maquete, produtos, maquinários, experimentos, vídeos, etc., para a apresentação? Descreva-os.
10. Os equipamentos utilizados para a apresentação foram trazidos pelos membros da equipe? Quais e quem os trouxe?
11. Faltaram equipamentos ou matérias no seu estande? Explique.
12. As apresentações foram feitas por todos dos grupos? Explique.
13. Os horários foram cumpridos por todos os membros da sua equipe?
14. A montagem do estande foi fácil ou difícil? Por quê? Quanto tempo foi gasto?
15. O tempo para montagem foi o suficiente?

AVALIAÇÃO DO GRUPO

16. Seu grupo foi responsável pela produção de tudo o que foi exposto no dia? Explique.
17. O professor tutor auxiliou na produção de todas as fases do projeto? Explique.
18. O horário de exposição foi adequado? Explique.

19. Todos do grupo trabalharam para o desenvolvimento de trabalho desde o início até a exposição?
20. Os lugares destinados ao estandes foram adequados?
21. Receberem muitos visitantes no seu estande? Houve muitas perguntas?
22. O grupo sentiu-se satisfeito com a atuação no processo e a apresentação da feira?
23. Quais foram os pontos positivos e negativos do processo da feira?

CONCLUSÕES

24. O que o grupo aprendeu?
25. Qual a nota que daria o seu grupo para:
 - a. Preparação.
 - b. Montagem.
 - c. Apresentação.
26. Apresente sugestões para outras feiras.