***Caia Nessa Onda***

1. **Escola:** EE Djalma Octaviano
2. **Atividade:** Eletiva "Caia Nessa Onda" – Aulas sobre Física da Música

## 3. Objetivo

A Eletiva visava trabalhar conteúdos de Artes e Física de forma interdisciplinar com alunos do Ensino Médio. Para isso, propunha-se abordar conceitos físicos relacionados a som/música a partir da construção de instrumentos musicais com materiais de baixo custo.

Aos bolsistas, cabia a tarefa de ensinar ondas e outros conceitos físicos pertinentes para possibilitar que os alunos entendessem como funcionam os instrumentos musicais, além de auxiliá-los na pesquisa, desenvolvimento e construção de seus instrumentos.

A turma era composta por alunos dos três anos do ensino médio, e a disciplina era dirigida pelas professoras da Física e de artes, além dos bolsistas.

## 4. Preparação dos bolsistas PIBID

Antes dos alunos começarem a construir seus projetos, os bolsistas pesquisaram sobre instrumentos musicais feitos de materiais reciclados e construíram alguns para verificar se funcionavam e se eram viáveis para trabalhar em sala de aula. Além disso, estudaram a física por trás do funcionamento de instrumentos musicais de corda, sopro e percussão, preparando uma sequência didática para transpor os conceitos aos alunos.

### 4.1. Discussão teórica

No início do semestre, os bolsistas tiveram contato com o artigo *Teaching Physics with Music* [1] (RAMSEY, 2015), e o utilizaram como base para o planejamento das aulas.

Aos alunos, não se planejou a indicação de nenhum texto específico. Isso por que se desejava trabalhar a autonomia e protagonismo dos estudantes, de forma a deixá-los livres para buscarem seus referenciais teóricos através de pesquisas na internet e questionamentos aos bolsistas e professores, estimulados pela necessidade de obter informações que auxiliassem na construção de seus instrumentos.

### 4.2. Atividades experimentais

1 RAMSEY, Gordon. Teaching Physics with Music. The Physics Teacher, Vol. 53, outubro, 2015.

A primeira atividade experimental idealizada foi o “telefone”, em que se uniam dois copos plásticos pelos fundos com um longo barbante. A partir essa montagem, é possível ouvir o que uma pessoa diz num copo colocando-se o outro no ouvido, com o barbante tensionado. Pretendia-se, a partir desse experimento, iniciar em sala de aula a discussão de que o som precisa de um meio para se propagar.

A segunda atividade tratava-se de um longo tubo de papelão, em que se colocava um celular emitindo determinada frequência em seu interior e, ao deslocar o aparelho no comprimento do tubo e manter o ouvido numa das extremidades, era possível ouvir uma oscilação da intensidade do som.

Por fim, planejou-se a atividade experimental a partir da qual a disciplina se desenvolveu: a construção de instrumentos musicais com materiais reciclados. Em grupos, os alunos deveriam construir três instrumentos musicais diferentes ao longo do semestre, sendo um de sopro, um de percussão e um de corda. Ao final, todos os instrumentos produzidos seriam apresentados num evento da Escola chamado Culminância, em que toda a comunidade escolar se reúne para contemplar os trabalhos realizados nas disciplinas eletivas. Nesse evento, além de expor seus instrumentos, os alunos explicariam ao público como os construíram e como funcionavam, tocando-os eventualmente.

### 4.3. Atividades com TICs (Tecnologias de Informação e Comunicação)

No decorrer da disciplina, foram utilizados alguns aplicativos de celular para realização de atividades e aprimoramento dos instrumentos musicais, e pediu-se que ao menos um dos alunos de cada grupo baixasse esses aplicativos em seu smartphone. Dentre eles, destacam-se: “Oscilloscope”, um aplicativo que simula um osciloscópio, captando o som através do microfone e representando-o numa onda transversal; “Afinador”, que auxilia no afinamento dos instrumentos; “Tone Generator”, que emite som numa frequência determinada pelo usuário; e “Garage Band”, que emite o som de diversas notas musicais com timbres de diferentes instrumentos.

Os dois últimos foram utilizados para reconhecimento dos alunos de sons agudos e graves – relacionando-os com o valor numérico da frequência ou as notas da escala musical – em diferentes timbres. Já com o primeiro, desenvolveu-se uma atividade em que se propunha calcular, em grupos, a frequência de um som emitido por um aluno, tendo como dado a curva amplitude em função do tempo fornecida pelo aplicativo.

Ainda, houve aulas em que o laboratório de informática ficou disponível para que os alunos pesquisassem livremente instrumentos musicais com materiais de baixo custo para construírem e a fundamentação teórica sobre física das ondas.

Os bolsistas também utilizaram alguns vídeos da plataforma YouTube para ensinar o funcionamento dos instrumentos, como:

- Ondas estacionárias:

https://www.youtube.com/watch?v=aaRMIdHEjX4&index=1&list=PLr_8gOxrd6Q6coqAMtOPAbFlhqvvzTj0o

https://www.youtube.com/watch?v=37Kw61271Cs&index=2&list=PLr_8gOxrd6Q6coqAMtOPAbFlhqvvzTj0o
https://www.youtube.com/watch?v=BTCZmOpCxtI&t=260s&index=5&list=PLr_8gOxrd6Q6coqAMtOPAbFlhqvvzTj0o

- Construção de flautas:

https://www.youtube.com/watch?v=vYKZ_tah9xE&t=356s
https://www.youtube.com/watch?v=sRK8BbifJaM&t=867s

### 4.4. Materiais didáticos

Durante as exposições teóricas, foram utilizadas uma corda e uma mola para a explicação de ondas longitudinais e transversais. No mais, o projetor foi o recurso mais utilizado nas aulas expositivas, pois era o mais simples e eficiente para que os alunos pudessem ver os vídeos e algumas fotos importantes.

### 4.5. Roteiro para as atividades

O roteiro sofreu algumas alterações ao longo do semestre. A priori, todos os grupos fariam os instrumentos seguindo uma ordem de gênero pré-definida, isto é, primeiro percussão, depois sopro e, por fim, cordas. Porém, logo no início das aulas, foi decidido que os alunos, com seus grupos, escolheriam a ordem e a única regra era que os instrumentos não poderiam ser iguais de um grupo para o outro.

Assim, a Eletiva se desenvolveu com uma primeira aula introdutória, em que a dinâmica geral foi explicada aos alunos, seguida de duas aulas de organização dos grupos, experimentos ("telefone" e o tubo de papelão) – a fim de externalizar as concepções prévias dos alunos – e acompanhamento das pesquisas iniciais de cada grupo sobre os instrumentos que desejavam construir. Na quarta e sexta aula se deram as exposições dos conceitos físicos relativos às ondas sonoras, partindo-se dos experimentos realizados para trabalhar o conteúdo. As demais aulas foram dedicadas à construção dos instrumentos musicais, havendo disponibilidade da sala de computação para pesquisa, em alguns casos, e apresentação dos grupos sobre seus trabalhos para a sala. Por fim, cada grupo elaborou um relatório final sobre os instrumentos que construíram, e apresentaram seus trabalhos na Culminância.

## 5. Transposição didática

A priori, planejou-se que a transposição didática se daria ao longo da construção dos instrumentos musicais. Isto é, conforme os conhecimentos físicos fossem necessários para a construção e compreensão dos instrumentos, esperava-se que os alunos os buscassem com as professoras, os bolsistas e na internet. Como a ideia inicial era que todos os grupos construíssem instrumentos de percussão, sopro e cordas de forma simultânea, e nessa ordem, supunha-se que haveria momentos nos quais grande parte dos alunos se depararia com as mesmas dificuldades, e esses seriam oportunos para introduzir os conceitos físicos necessários para superá-las em exposições para a sala toda.

A ordem dos gêneros havia sido idealizada, pois, com percussão, seria possível iniciar com a questão de o som ser ondas de pressão que se deslocam num meio, seguido do funcionamento do ouvido humano e o conceito de amplitude sonora. Já com os instrumentos de sopro, viriam discussões sobre notas musicais, frequência, comprimento de onda, período, velocidade, reflexão, interferência e ondas estacionárias. Por fim, ao trabalhar instrumentos de corda todos esses conceitos seriam retomados, além de discutirem-se mais intensamente questões referentes a cordas vibrantes.

Supunha-se que, nas pesquisas realizadas pelos grupos e durante os primeiros ensaios para a construção dos instrumentos, seriam externalizadas as concepções prévias e as dúvidas, e a partir das discussões por elas fomentadas seriam introduzidos os conceitos físicos.

Entretanto, como já dito anteriormente, a imposição da ordem dos gêneros não foi mantida, e logo no início já havia grupos trabalhando com instrumentos de diferentes gêneros simultaneamente. Para realizar a transposição didática nesse cenário, algumas adaptações tiveram de ser realizadas. Assim, os bolsistas tiveram que elaborar estratégias para apresentar todos os conceitos físicos logo no início da Eletiva, visto que alguns grupos já trabalhavam com instrumentos de sopro e corda nesse momento.

Foi assim que se decidiu realizar nas primeiras aulas alguns experimentos, nos quais as concepções prévias seriam apreendidas e trabalhadas. Nesse contexto realizaram-se as atividades “telefone” e do tubo de papelão. As questões levantadas com elas deram o norte para algumas aulas teóricas que se sucederam, que tinham a intenção de apresentar aos alunos todos os conceitos físicos que precisariam. Essas aulas teóricas se deram de forma expositiva utilizando slides com imagens, vídeos e questões provocativas – momentos em que havia interação com os alunos. A exposição também foi auxiliada por materiais diversos, como uma mola, uma corda e os aplicativos de smartphone citados, a fim de tornar os fenômenos discutidos mais palpáveis.

Foram aulas bastante densas, entretanto, não se esperava que o aluno absorvesse todo o conteúdo naquele momento, mas apenas tivessem um primeiro contato. Ao longo da construção dos instrumentos, que se deu nas aulas seguintes, todos os conceitos foram retomados em discussões grupo a grupo, contextualizando-os nos instrumentos que cada equipe trabalhava.

## 6. Descrição da Atividade

| Data | Atividades |
|---|---|
| 28/02 a 13/03 | - Preparação dos bolsistas e planejamento da Eletiva |
| 14/03 1ª aula | - Apresentação da proposta aos alunos |
| 21/03 2ª aula | - Divisão dos alunos em 6 grupos – 5 ou 6 alunos por grupo – e escolha do gênero do primeiro instrumento que cada grupo iria construir<br>- Atividade "telefone" (parte 1): enquanto os grupos discutiam sobre os possíveis instrumentos que construiriam, os bolsistas percorreram a sala, escolhendo um aluno aleatório de cada grupo e contando-lhe um "segredo" através do "telefone", de modo que os outros alunos não conseguiam ouvir e ficavam curiosos. Em seguida, disponibilizou-se aos grupos os materiais necessários para que cada um construísse seu próprio "telefone", para que pudessem compartilhar o "segredo" com os colegas através do equipamento.<br>- Download dos aplicativos de smartphone que seriam utilizados ao longo da eletiva. |
| 28/03 3ª aula | - Cada grupo apresentou à sala qual instrumento pretendia construir num primeiro momento, conforme as pesquisas que realizaram ao longo da semana. Foram eles: violão de papelão com corda de nylon; violão com caixa de leite, elástico e prendedor; flauta de pan com cano de PVC; tambores com galões e tambor de lata. Um dos grupos não pesquisou por um instrumento.<br>- Atividade "telefone" (parte 2): os bolsistas construíram um "telefone" com múltiplos barbantes, de modo a conectar várias pessoas ao mesmo tempo. Com o aparelho, foi realizada uma dinâmica com os alunos, de forma que enquanto um falava no copo principal, os demais interagiam e comparavam qual ouvia o som mais intenso – conforme o comprimento e tensão do barbante que unia os copos – ou se questionavam por que um determinado aluno não ouvia a mensagem quando alguém segurava o fio que conectava seu copo ao copo principal. Com essa atividade introduziu-se as ondas sonoras como ondas mecânicas, isso é, que se propagam através de um meio.<br>- Atividade com tubos de papelão e smartphone: com o aplicativo "Tone Generator" os alunos exploraram o som relativo a diferentes frequências – mesmo sem terem esse conceito definido ainda – e perceberam que o celular emitia um som mais "irritante" conforme maior o valor da frequência. Pedimos para que, em grupos, movimentassem o celular emitindo uma frequência aleatória dentro de um tubo de papelão, ouvindo o som por uma das extremidades do tubo. Alguns se surpreenderam com o fato de o "volume" do som oscilar. Ao pedirmos que explicassem o que estava acontecendo, muitas concepções prévias foram apreendidas e questionadas pelos bolsistas. |
| 04/04 4ª aula | - Aula teórica sobre ondas sonoras. A aula partiu da atividade com o tubo de papelão da aula anterior, em busca de explicitar os conhecimentos necessários para compreender a oscilação da intensidade do som constatada. Com o apoio de uma mola de metal e slides, mostrou-se aos alunos o que seria um |

| | |
|---|---|
| | pulso longitudinal e transversal, expandindo posteriormente o conceito para ondas longitudinais e transversais. Em seguida, descreveu-se o som como uma onda longitudinal que se propaga em meios materiais através de zonas de rarefação e compressão (analogia à mola). Nesse ponto discutiu-se o tambor e o tímpano, descrevendo em seguida o sistema auditivo humano. Adiante, os parâmetros que caracterizam uma onda foram apresentados – frequência, período, comprimento de onda, amplitude e velocidade – trabalhando-se cada um deles com o auxílio do aplicativo "Oscilloscope", a mola, a corda e ilustrações. As relações $f=1/T$ e $v=\lambda f$ foram deduzidas e trabalhadas. Ao final, foram incluídas explicações simplificadas sobre reflexão e interferência, para retomar a atividade do tubo do início da aula. |
| 11/04<br>5ª aula | - Início da construção dos instrumentos musicais com materiais de baixo custo.<br>- Pesquisas não dirigidas na sala de informática sobre a física por trás dos instrumentos construídos e possibilidades de instrumentos para construção ao longo da eletiva. |
| 18/04<br>6ª aula | - Aula teórica sobre notas musicais e som em tubos. Iniciou-se com uma discussão sobre notas musicais e escala musical, com intensa participação dos alunos que conheciam o assunto. Em seguida, apresentou-se a relação das notas com frequências pré-determinadas, e simularam-se diferentes notas e melodias simples no aplicativo "Garage Band", introduzindo o conceito de timbre, com diferentes instrumentos musicais. A partir da flauta de pan que um dos grupos estava produzindo, associou-se a emissão de diferentes notas musicais com o comprimento do tubo, o que serviu de base para uma introdução teórica às ondas estacionárias e ondas em tubos. Para auxiliar a compreensão dos conceitos, utilizaram-se vídeos (já citados) e imagens. |
| 25/04<br>7ª aula | - Construção dos instrumentos em sala.<br>- Apresentação dos grupos à sala sobre seus trabalhos realizados até o momento. |
| 02/05 | Aula suspensa devido a atividades da escola. |
| 09/05<br>8ª aula | - Atividade com galões de água: foram apresentados quatro galões de água vazios à sala e pediu-se para que cada grupo propusesse um instrumento com eles, explicando o modo como construiriam e o funcionamento dele com base nos conhecimentos físicos trabalhados até o momento. Os grupos apresentaram suas propostas, e elaboraram um relatório escrito descrevendo-as para ser entregue na próxima aula.<br>- Construção dos instrumentos em sala. |
| 16/05<br>9ª aula | - Construção dos instrumentos em sala.<br>- Discussão grupo a grupo sobre a física das cordas vibrantes com os grupos que trabalhavam com instrumentos de corda. Procurou-se explorar as diferentes frequências que as cordas dos instrumentos emitiam e reconhecer quais parâmetros que definiam essas frequências. |
| 23/05<br>10ª aula | - Construção dos instrumentos em sala.<br>- Discussão sobre qualidade do trabalho escrito entregue na aula anterior, sobre a atividade com galões de água. Houve pouca discussão sobre os conceitos físicos envolvidos nos instrumentos propostos, e, por isso, pediu-se aos alunos que refizessem o trabalho. |

| | |
|---|---|
| 30/05<br>11ª aula | - Construção dos instrumentos em sala. A maioria dos grupos trabalhou na finalização artística dos instrumentos, sob coordenação da professora de Artes. |
| 06/06 | Aula suspensa |
| 13/06<br>12ª aula | - Finalização dos instrumentos. Cada grupo produziu três instrumentos musicais ao longo da disciplina, sendo um de percussão, um de sopro e outro de corda. Houve uma grande variedade de instrumentos produzidos, dentre eles: flauta de pan, flauta transversal, diversos tambores – com diferentes materiais, chocalho, harpa, ukulele e pandeiro. Imagens dos instrumentos no anexo. |
| 20/06<br>13ª aula | - Preparativos para a Culminância: elaboração de painéis para auxiliar na apresentação dos alunos e últimos ajustes nos instrumentos.<br>- Elaboração dos relatórios finais e esclarecimento de dúvidas sobre os conceitos físicos relacionados aos instrumentos construídos. |
| 23/06<br>Culminância | - Os alunos realizaram uma exposição e apresentaram ao público escolar os instrumentos que construíram, explicando como os fabricaram e os princípios físicos de seu funcionamento. Alguns alunos que tinham habilidade para tocar os instrumentos tiravam alguma melodia, eventualmente.<br>- Parte dos alunos ficou responsável por explicar ao público a propagação do som na matéria (ar) e como é possível ouvi-lo, isto é, o funcionamento do ouvido humano. |

## 7. Como a atividade está inserida na Proposta Curricular do Estado de São Paulo

Os conteúdos e habilidades trabalhados nessa atividade se inserem no tema "Som, imagem e comunicação" da Proposta Curricular do Estado de São Paulo. Nele, propõe-se atribuir um novo sentido ao estudo tradicional das ondas mecânicas e eletromagnéticas, relacionando-as ao contexto da música e da comunicação.

## 8. Estratégias desenvolvidas para a atividade proposta

Visando uma aprendizagem significativa dos conteúdos, foi proposto que o trabalho em sala de aula se desse através de atividades diversas, em que o protagonismo do aluno seria desenvolvido em grande parte delas. Assim, em grupos, os alunos teriam autonomia para pesquisar e escolher quais instrumentos musicais construiriam, organizando todo o processo de construção e a busca por informações referentes ao funcionamento dos instrumentos. Os professores e bolsistas auxiliavam no processo conforme solicitados ou quando notavam a necessidade de direcionar determinado grupo, oferecendo-lhes informações e instruções.

Entretanto, nas aulas iniciais, observou-se a necessidade de atividades mais direcionadas, para que toda a sala adquirisse conhecimento básico sobre alguns conceitos fundamentais, a serem desenvolvidos durante a construção dos instrumentos. Nesse momento, planejou-se trabalhar com experimentos para externalizar as concepções prévias dos alunos e motivá-los para aulas teóricas subsequentes. Embora essas últimas tenham se dado de forma expositiva, procurou-se utilizar a maior variedade de recursos para auxiliar no envolvimento com os alunos. Assim, as exposições foram marcadas por vídeos, imagens, uso de aplicativos

de celular, objetos diversos – mola e corda –, além de se realizar paralelo com os experimentos realizados e os instrumentos com construção em andamento naquele momento – como foi o caso da flauta de pan.

## 9. Participação dos alunos

### 9.1. Interação dos alunos

Alguns alunos aparentaram se sentir mais motivados com a construção dos instrumentos musicais, enquanto outros se sentiram mais animados com a customização dos instrumentos e poucos se interessaram pela teoria.

### 9.2. Habilidades desenvolvidas e habilidades estimuladas

As principais habilidades desenvolvidas foram trabalho em equipe e autonomia dos alunos gerirem o seu trabalho, sendo estimuladas também a investigação e criatividade para lidar com dificuldades encontradas durante a construção dos instrumentos. No campo da física, os alunos aprenderam a reconhecer a constante presença das ondas sonoras no dia a dia, identificando objetos, fenômenos e sistemas que produzem som; e associar diferentes características do som às grandezas físicas que o caracteriza – frequência, amplitude, período, comprimento de onda, etc. Ainda, estimulou-se o reconhecimento de escalas musicais e o princípio físico de funcionamento de alguns instrumentos.

## 10. Gestão disciplinar dos alunos

### 10.1. Foco nas atividades

Na construção dos experimentos, no geral, os alunos permaneceram focados em quase todas as aulas, embora alguns poucos raramente tenham colaborado com seu grupo e se interessado em aprender algo. O instigante da atividade é que ela dá espaço para os alunos se envolverem em diferentes aspectos – construção do instrumento, compreensão do fenômeno físico, pesquisa, criatividade para improvisos com materiais alternativos, tocar os instrumentos, customização artística, entre outros – e, em algum momento, diferentes alunos se identificam com a atividade.

Houve casos de grupos esquecerem o material necessário para construção do instrumento em algumas aulas, ficando ociosos naquele dia. Entretanto, observou-se que alguns desses alunos auxiliavam os colegas de outros grupos em seus trabalhos de forma voluntária. Também, quando disponível a sala de computação, utilizavam o tempo vago para pesquisas.

Já nas aulas teóricas, houve bastante dispersão dos alunos. Embora os bolsistas tenham utilizado materiais diversos para tentar envolver os estudantes, muitos não se motivavam a prestar atenção nas explicações. O ritmo acelerado em se passou os conteúdos nesse primeiro momento também pode ter prejudicado o envolvimento dos alunos com a aula.

### 10.2. Manutenção da atenção dos alunos

Não raramente havia alunos que se dispersavam das atividades. Por terem autonomia para gerir suas tarefas, às vezes se distraiam com algo e deixavam de realizar as atividades referentes à Eletiva. Quando isso ocorria, as professoras e os bolsistas pediam para que os jovens retornassem para suas atividades, muitas vezes utilizando do argumento de que o tempo disponível para finalizar os instrumentos, até o dia da Culminância, era pouco e não havia tempo a perder. Quando ocorria dispersão generalizada, ou quando julgavam os resultados das pesquisas e trabalhos realizados insuficientes, as professoras conversavam com a sala toda, chamado a atenção para que se dedicassem mais à matéria, pois, se não conseguissem boa notas, não poderiam escolher qual disciplina eletiva fariam no semestre seguinte.

Diversas vezes, as professoras comentaram sobre a falta de comprometimento dos alunos do primeiro ano com a Eletiva, e associaram as dificuldades em se atingir os resultados desejados com esse fato. Tais alunos, que compunham aproximadamente metade da sala, ainda não estavam acostumados com o ritmo da escola, segundo as docentes, o que prejudicou bastante o ritmo da disciplina.

## 11. Nível acadêmico da proposta

A sala era muito heterogênea no que diz respeito ao nível de conhecimento, dado que os alunos matriculados estavam entre o 1º e 3º anos do Ensino Médio. Portanto, alguns já haviam estudado ondas sonoras nas aulas regulares, enquanto outros nunca tinham ouvido falar sobre. Tendo isso em vista, os bolsistas abordaram todo o conteúdo necessário, o que talvez tenha tornado maçante as explicações teóricas para alguns alunos.

Ainda, durante as aulas teóricas, a quantidade de conteúdo exposto foi bastante extensa, o que prejudicou na assimilação dos conceitos por parte dos alunos. Os conhecimentos trabalhados estavam num patamar adequado para a turma, mas a forma densa como foram trabalhados nas aulas iniciais foi inapropriada. Durante a construção dos instrumentos todos esses conceitos tiveram que ser retomados grupo a grupo, conforme as dificuldades apareciam.

Também, é possível que a falta de um material teórico indicado para consulta tenha dificultado a assimilação dos conteúdos. Por conta dos slides utilizados nas aulas teóricas, os alunos não anotaram os conceitos para consultas futuras, e posteriormente percebia-se a dificuldade de utilizá-los de forma adequada para compreensão e construção dos instrumentos.

## 12. Análise do roteiro de atividades

Houve muita reclamação por parte dos alunos em relação à organização da disciplina. De fato, os bolsistas compartilham dessa impressão, e revendo a sequência em que se deu a Eletiva é possível compreender a razão.

Ao permitir que os grupos seguissem diferentes ordens para os gêneros dos instrumentos que construiriam, houve grande dificuldade de adotar com a turma toda uma sequência de apresentação dos conceitos físicos de forma a iniciar dos mais elementares aos mais elaborados. A solução encontrada foi passar todos os conceitos de forma condensada nas aulas iniciais, retomando-os quando necessário grupo a grupo durante a construção dos instrumentos. Entretanto, as exposições condensadas se mostraram muito cansativas e confusas aos alunos, criando uma aversão à compreensão dos conceitos físicos envolvidos nos instrumentos posteriormente. Por não terem compreendido bem os conteúdos nas aulas expositivas, muitos alunos passaram a julgar aquele conhecimento muito difícil para ser aprendido e aplicado em momentos seguintes. Assim, muitos acabavam preferindo construir os instrumentos de forma intuitiva em vez de analisar seu funcionamento e construí-lo de forma planejada, com base na física.

Se a proposta original de impor a ordem dos gêneros dos instrumentos a serem construídos tivesse sido mantida, é possível que o andamento da disciplina se desse de forma mais organizada. Isso por que, nesse caso, os conteúdos poderiam ter sido trabalhados de forma mais distribuída entre todos os momentos da Eletiva, e não condensados no início. Assim, haveria maior tempo de assimilação de cada conceito até que se trabalhasse outro, e esses seriam tratados de forma contextualizada aos instrumentos sendo produzidos, permitindo uma melhor visualização e compreensão dos fenômenos.

## 13. Sugestão de caráter geral

Como dito acima, impor a ordem dos gêneros dos instrumentos trabalhados poderia ter acarretado numa melhor organização da disciplina e da transposição dos conceitos físicos. Como resultado, a construção dos instrumentos poderia ter se dado de forma mais planejada e menos intuitiva, trabalhando melhor os conteúdos e habilidades em vista no planejamento da disciplina.

A apresentação dos conteúdos deveria ter se dado durante a construção dos instrumentos, em momentos em que fossem necessários para os alunos; não no início, momento em que os estudantes não compreendiam por que aquele conteúdo era importante. Na tentativa de facilitar o trabalho dos grupos realizando exposições, dificultou-se a assimilação dos conceitos.

## 14. Conclusão

A proposta da Eletiva, sem dúvidas, era bastante singular e inovadora, comparada ao modelo tradicional de ensino do conteúdo trabalhado. A interdisciplinaridade, com as professoras de física e artes trabalhando juntas, e a heterogeneidade dos alunos, havendo estudantes dos três anos do ensino médio, criaram um ambiente bastante interessante. A atividade proposta foi capaz de envolver alunos de diferentes perfis, e permitiu que desenvolvessem habilidades relativas ao trabalho em grupo em cooperação e à autonomia, além daquelas relativas à física e à arte.

Entretanto, houve dificuldade na organização da transposição dos conteúdos, resultando num nível de assimilação dos conceitos físico pelos alunos aquém do idealizado. Se por um lado os experimentos iniciais motivaram e envolveram os alunos, as aulas expositivas, embora fizessem uso de materiais diversos, foram cansativas e pouco do que foi trabalhado nesse momento foi aprendido. Diluir as exposições ao longo de toda a disciplina, realizando-a de forma simultânea à construção dos instrumentos, poderia ter resultado numa melhor assimilação dos conteúdos.

## 15. Documentação anexa

### 15.1. Atividades

(a) (b) (c)

Imagem 1: a) Atividade experimental "telefone", parte 1. Duas alunas se comunicando através do aparelho. b) Atividade experimental "telefone", parte 2. Bolsista se comunicando com alunos através do copo principal, do qual partem múltiplos fios. c) Aula expositiva.

(a) (b) (c)

Imagem 2: Construção dos instrumentos musicais. a) Alunos construindo um cavaquinho com papelão e fios de nylon. b) Alunos construindo um tambor a partir de um galão de água. c) Alunas construindo harpa com cabo de vassoura e elástico.

### 15.2. Alguns instrumentos construídos

(a) (b) (c) (d)

Imagem 3: Instrumentos de percussão. a) Pandeiro com plástico reutilizado. b) Tambor feito a partir de papelão, arame e fita adesiva transparente. c) Tambor feito a partir de galão d'água. d) Chocalho feito a partir de embalagens reutilizadas.

Imagem 4: Instrumentos de sopro. Flautas transversais de cano de PVC.

(a) (b)

Imagem 5: Instrumentos de sopro. Flautas de cano de PVC.

(a) (b)

Imagem 6: Instrumentos de corda. a) Harpa de cabo de vassoura e elásticos. b) Ukulele com cordas de nylon feito a partir de papelão e madeira reutilizada.

### 15.3. Culminância

(a) (b) (c)

Imagem 7: a) Aluna explicando ao público como se dá a propagação do som utilizando uma mola. b) Alunos, professoras e bolsistas posando para foto com os instrumentos produzidos antes do início do evento. c) Alunos apresentando ao público os instrumentos produzidos.

Imagem 8: Alunos apresentando ao público os instrumentos que produziram.