

## **As engrenagens que movem o mundo: construção de engrenagens para a utilização em aulas experimentais**

Larissa de F. Frinhani; Iasmin da S. S. Nascimento; Claudio Maia Porto; Francisco Antônio L. Laudares

*Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro*

### **Introdução**

Desde a elaboração do PCN e do PCN+ o ensino passa por um processo de valorização do conhecimento para ser aplicado na sociedade. Isso significa que não basta o aluno saber todos os conceitos de um determinado assunto, ele deve ser capaz de aplicá-los no seu cotidiano para modificar e melhorar a realidade à sua volta. E posteriormente, com a criação das diretrizes curriculares nacionais do ensino do ensino básico, esse objetivo é ratificado nos incisos II e III, do artigo IV

Para que isso aconteça é necessário que o ensino de física seja contextualizado, relacionando-se à realidade de cada escola e aluno. Contudo, para que esse objetivo seja alcançado, muitas barreiras precisam ser enfrentadas. Em primeiro lugar, é necessário que o aluno veja real sentido no conteúdo aprendido na escola, pois uma dessas barreiras é justamente sua falta de interesse (Buch, 2013). É nesse momento que as aulas experimentais podem contribuir para aprendizagem de física, já que os alunos apresentam um grande interesse nessa forma de abordagem (Gapsar, 2005). Além disso, o aluno muitas vezes possui concepções prévias, frutos de observação do seu cotidiano e que dificilmente são substituídas por explicações abstratas feitas pelo professor e sem qualquer comprovação prática. Ao ser utilizando conjuntamente com um plano de aula bem estruturado, um experimento é capaz de ajudar na verificação das leis físicas e proporcionar a reflexão sobre o funcionamento de equipamentos presentes no cotidiano dos alunos, além de criar algumas habilidades como interação em grupo, criatividade e ampliação da capacidade de observação (Oliveira, 2010)

Com a intenção de tornar o ensino de física mais eficiente, o grupo PIBID-Física/UFRRJ pesquisa materiais e métodos alternativos, aplicando-os na escola parceira do projeto, o Colégio Professor Waldemar Raythe, localizado no município de Seropédica. Foram selecionados alguns temas, vinculados, em sua maior parte, ao conteúdo do currículo mínimo de Física no Estado do Rio de Janeiro, a saber: movimento circular, força, princípio de Pascal, calorimetria; máquinas térmicas, corrente elétrica, circuitos elétricos simples, potência elétrica e indução eletromagnética.

Desde o início do projeto os bolsistas e orientadores realizam reuniões semanais onde são discutidas quais serão as próximas ações realizadas na sua escola. Nos primeiros encontros discutimos como seriam abordados os temas mencionados.

Os integrantes foram divididos em duplas, onde cada dupla deveria realizar pesquisa bibliográfica para compreender as dificuldades apresentadas na compreensão de cada um dos temas propostos e elaborar experimentos com a finalidade de auxiliar os alunos no entendimento dos temas presentes no projeto.

### **Planejamento de material experimental para o ensino de movimento circular**

A equipe PIBID-Física tinha como objetivo planejar um experimento utilizando materiais de baixo custo e que fosse eficiente para demonstrar as formas de transmissão de movimento. No entanto, deveríamos ter cuidado para que o experimento realizado reforçasse a ideia de que a física está presente no cotidiano dos alunos.

A ideia que surgiu foi a criação de uma caixa de marchas, já que muitos dos alunos provavelmente utilizam ou têm contato com o termo “troca de marcha”, tanto em bicicletas como em carro. O nosso projeto original previa a construção de uma caixa de marchas grande, que poderia ser utilizada pelo professor para a demonstração da transmissão de movimento através dos dentes de uma engrenagem para todos os alunos na sala de aula. Logo, precisávamos de peças maiores do que as disponíveis em lojas para a compra. Na maioria das vezes engrenagens são obtidas de equipamentos eletrônicos usados e têm tamanhos bem reduzidos. Mesmo assim, quando encontradas para a compra o preço era muito alto.

A dificuldade em encontrar engrenagens para a confecção de nosso experimento nos levou a pesquisar maneiras fáceis de produzir engrenagens. Portanto, esse trabalho, se limita a mostrar as alternativas encontradas pelo grupo PIBID-Física da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

### **A confecção de engrenagens em madeira**

A primeira tentativa de confecção de engrenagens foi realizada utilizando madeira. No entanto, estávamos preocupados com custo, já que são necessárias ferramentas muito específicas para reproduzir as engrenagens utilizadas atualmente. A alternativa encontrada para reduzir o valor gasto na sua confecção foi cortar rodela de madeira utilizando uma serra do tipo copo e para reproduzir os dentes das engrenagens colar cavilhas, que podem ser facilmente encontradas em lojas de móveis. Na produção desse tipo de engrenagens contamos com a ajuda dos técnicos do Laboratório e Materiais e Dispositivos Supercondutores (LMDS) da UFRRJ, pois lá existiam os materiais necessários para a confecção desse tipo de engrenagem.

Apesar de satisfeitos com o resultado, já que a engrenagem serviria perfeitamente para a demonstração das formas de transmissão de movimento, a nossa preocupação foi de que o aluno não reconhecesse esse tipo de engrenagem, já que este modelo foi inspirado nas engrenagens feitas por Leonardo da Vinci e não estão mais em uso.



**Figura 01:** *Engrenagem feita de madeira*

### **A confecção de engrenagens de *biscuit***



A preocupação de que os alunos não reconhecessem o tipo de engrenagem apresentada anteriormente nos fez buscar alternativas para a produção de engrenagens mais parecidas com as utilizadas na confecção de relógios, equipamentos eletrônicos e caixas de marchas, já que possivelmente os alunos poderiam reconhecê-las melhor do seu cotidiano. Para isso utilizamos o site “Online gear template generator”, em que é possível imprimir modelos de engrenagens, além de projetá-los, escolhendo o número de dentes e também o raio de cada peça.

O material escolhido para a confecção das engrenagens é um tipo de massa de modelar chamado *biscuit*, que, após ser modelado, seca e fica bem rígido. Este material é encontrado facilmente em lojas de artesanato.

Após a impressão dos modelos em papel sulfite, recortamos os moldes fornecidos pelo site e colocamos em cima da massa de *biscuit*. Com ajuda de uma espátula modelamos a massa. O resultado pode ser visto da figura 02.



**Figura 02:** Engrenagens feitas de *biscuit*

### **A confecção de engrenagens feitas em acrílico**

Apesar das engrenagens feitas com *biscuit* serem bem parecidas com as utilizadas atualmente, o *biscuit* é um material que, após seco, é muito frágil e qualquer queda pode causar a sua quebra. Por isso resolvemos que deveríamos encontrar um material mais resistente, já que em sala de aula materiais muito frágeis podem causar acidentes.

Após realizar pesquisa por materiais que apresentariam uma resistência maior que o *biscuit* e que poderiam ser modelados de forma que conseguíssemos reproduzir as engrenagens projetadas no site “Online gear template generator” encontramos o acrílico. Este material, muito utilizado na confecção de copos, é bem resistente e só pode ser quebrado se houver um impacto muito grande com uma superfície dura.

Para a montagem de engrenagens em acrílico é necessário que seja feito um molde, pois não é possível modelar com a mão a resina responsável pela confecção de peças em acrílico. Ao misturar a resina com o catalisador, a mistura fica em forma líquida, sendo necessário um recipiente na forma desejada, que, no caso, é a das engrenagens, para que o líquido seja derramado e endureça no formato esperado.





### **A produção dos moldes de borracha**

A confecção dos moldes precisa de uma peça para ser copiada. Por isso utilizamos as engrenagens feitas de *biscuit*.

Despejamos a mistura de um produto chamado “borracha de silicone azul” e de um catalisador em um pote onde a engrenagem de *biscuit* estava presa ao fundo com fita dupla face, como mostra a figura 03. O silicone e o catalisador podem ser facilmente encontrados em sites de compras na internet, além de ser possível encontrá-lo em lojas de artesanato. É importante que se observe a proporção de catalisador necessária para que o molde endureça. Cada fabricante possui uma especificação de uso do produto. No nosso caso, nós adquirimos um conjunto que possui a borracha e o silicone juntos e apenas despejamos todo o catalisador no silicone.

### **A produção das engrenagens em acrílico**

Após a produção do molde a etapa final consiste em misturar a resina acrílica com o catalisador e despejar no molde de silicone, conforme mostrado na figura 04. Nesta etapa é importante utilizar equipamentos de produção individual, tais como luvas e máscaras. O cheiro da resina acrílica é bem forte, por isso é recomendável que essa etapa seja feita em um local aberto.

Após endurecer, o acrílico perde o cheiro forte e pode ser utilizado em sala de aula pelos alunos e pelo professor.



**Figura 03:** *Molde de borracha sendo confeccionado*



**Figura 04:** *Acrílico sendo feito no molde.*

É importante mencionar que, qualquer umas das engrenagens feitas nesse trabalho não devem ser feitas por crianças ou adolescentes, já que podem causar riscos. Elas devem ser apenas utilizadas pelos alunos em sala de aula após prontas.

### **Proposta de atividade experimental utilizando as engrenagens produzidas**

Como já mencionado, a proposta inicial era a construção de uma caixa de marchas, no entanto, isso não foi possível, pois não foram encontrados os materiais necessários para tal atividade.

A partir da criação das engrenagens obtivemos os recursos necessários, entretanto, acreditamos que uma abordagem mais simples, que explicasse as duas formas de transmissão de



movimento relacionada ao funcionamento da caixa de marchas, poderia ser mais útil antes de uma demonstração completa de seu funcionamento.

Com isso foram montados dois kits experimentais para demonstração das seguintes formas de transmissão: (i) a partir de um eixo de rotação e (ii) através dos dentes das engrenagens.

Essas atividades foram realizadas utilizando as engrenagens feitas com *biscuit*, palito de churrasco (eixo), dois pregos e um parafuso (manivela).



**Figura 04:** *Kit para a demonstração de transmissão de movimento a partir de um eixo.*



**Figura 05:** *Kit para a demonstração de transmissão de movimento a partir dos dentes das engrenagens.*

O experimento representado na figura 04 mostra a transmissão de movimento através de um eixo. Nesse experimento, ao utilizar a marcação em amarelo é possível observar que os dois pontos em amarelo nas engrenagens conseguirão completar uma volta no mesmo período de tempo. Ou seja, terão a mesma velocidade angular.

É possível remover a engrenagem de cima e encaixar outra com um raio menor, maior ou igual e também com diferentes números de dentes para repetir o experimento. Pode-se perceber que, novamente os arcos descritos pelos dois pontos em amarelo nas engrenagens serão iguais no mesmo período de tempo. Concluindo assim, que na transmissão de movimento a partir de um eixo as velocidades angulares são iguais e independem dos raios das engrenagens.

A transmissão de movimento através dos dentes das engrenagens que está representada na figura 05 mostra que a velocidade angular não será igual nas duas engrenagens se estas apresentarem diferentes raios e números de dentes. E assim como no experimento que mostra a transmissão de movimento através de um eixo, as engrenagens podem ser trocadas para que os alunos possam observar a relação da velocidade angular com o raio e o número de dentes.

## Considerações finais



A utilização de experimentos é um importante atrativo para as aulas de física. No entanto, é necessário que existam os recursos necessários para que essas atividades sejam desenvolvidas. No caso do movimento circular, as engrenagens são partes importantes para a confecção de experimento. Porém, encontrá-las ou produzi-las requerem um pouco de esforço. Nesse trabalho foram apresentadas três formas para a confecção de engrenagens e uma proposta para sua utilização. Qual delas é a melhor opção, depende muito da atividade a ser desenvolvida.

As engrenagens de madeira têm alguns pontos contra: um deles é o fato de que os dentes são extremamente frágeis, ou seja, se o experimento realizar rotações muito rápidas os dentes feitos com as cavilhas podem se soltar. Além disso ainda existe o problema do custo da serra copo.

As engrenagens de *biscuit*, apesar de parecerem as mais fáceis e baratas de serem produzidas, podem ser quebradas com grande facilidade. Então não é aconselhável seu uso em turmas de ensino fundamental e médio, já que durante o manuseio é possível que caiam no chão e quebrem. Já as engrenagens feitas de acrílico, apesar de aparentemente serem mais trabalhosas, apresentam melhores resultados no quesito resistência. Além disso, a existência dos moldes de silicone possibilita a confecção de várias engrenagens semelhantes, permitindo a criação de vários quites experimentais.

### **Agradecimentos**

Agradecemos aos alunos bolsistas e alunos voluntários do grupo PIBID/Física/UFRRJ. Agradecimentos ao Ministério da Educação (MEC) e a CAPES pelo apoio financeiro.

### **Referências**

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**, Lei 9394/96 de 20/12/1996. Disponível em: <http://goo.gl/AFpbu>, acesso em: 01-08-2012.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN + Ensino Médio: Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília: Ministério da Educação, 2002

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: Ministério da Educação, 1999.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: introdução aos parâmetros curriculares nacionais** / Secretaria de Educação Fundamental. Brasília, 1997.

CASSARO, Renato. **Atividades Experimentais no Ensino de Física**. Paraná: Universidade Federal de Rondônia, 2012. Trabalho de conclusão de curso, Curso de Especialização em Ensino de Física.

ARAÚJO, M. C. T; ABIB, M. L. V. S. Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 25, n. 2, 176-192, junho de 2003.