

Utilização de objetos pedagógicos para o ensino de Física em escolas.

Caio Soares Santos
caaio-santos@hotmail.com
INT

Gil Fernandes da Cunha
gil.brito@int.gov.br
INT

Juliana Spinelli e Silva
jspinelliesilva@yahoo.com.br
INT

Saul Eliahú Mizrahi
saul.mizrahi@int.gov.br
INT

Resumo: Dificuldades no ensino tem sido tema constante quando se fala de baixo rendimento escolar. Segundo dados, 19,5% dos alunos do primeiro ano do Ensino Médio reprovaram ou abandonaram a escola apenas em 2014 (QEDU). Isso mostra a ineficácia do sistema de ensino em relação à capacidade de atrair e manter o estudante em sala de aula. A dificuldade de professores em atrair o interesse de alunos para conteúdos ministrados tem tornado-se um problema cada vez maior. Percebendo que a introdução de aulas experimentais tem gerado resultados positivos, a pesquisa do Artigo foi direcionada para esse tema. Lembrando que “a aula experimental não deve ser vista apenas como uma demonstração da teoria já trabalhada em sala de aula” (MACHADO et.al - 2014), foram estudadas formas de passar o conteúdo proposto através de um objeto pedagógico. Depois de observações, foi proposto um material relacionado a parte do conteúdo de física apresentado no Ensino Médio, visando aprimorar o ensino, ao mesmo tempo que avalia seu grau de eficiência.

Palavras Chave: Objetos - Pedagógicos - Física - Ensino - Aprendizagem

1. INTRODUÇÃO

Uma breve análise dos dados do Censo Escolar (INEP, 2010; 2015) para o Ensino Médio regular, revela que o número de matrículas se reduziu em quase 10% entre 2010 e 2015 ao passo que dados referentes ao rendimento escolar em 2014 (QEDU) mostram que 19,5% dos estudantes foram reprovados ou abandonaram os estudos ao fim do primeiro ano do Ensino Médio. Comparando em valores absolutos, a redução de matrículas dos últimos cinco anos corresponde a um quantitativo próximo a 710 mil, enquanto que quase 890 mil estudantes estão compreendidos entre reprovações e abandonos. Isso mostra a ineficácia do sistema de ensino em relação à capacidade de atrair e manter o estudante em sala de aula. Além da falta de confiança que muitos brasileiros têm a respeito da qualidade do ensino na maioria das instituições públicas, existe também uma indiferença no que diz respeito as disciplinas mais específicas como a Física, geralmente introduzida a partir do Ensino Médio. A dificuldade que os professores têm em atrair o interesse dos alunos para o conteúdo ministrado nessa matéria contribui para os resultados negativos e também para a falta de estímulo para o estudo de outras disciplinas, o que vem se tornando um problema cada vez maior.

Portanto, é importante que o docente procure por novas formas de apresentar o conteúdo de Física, tanto no âmbito expositivo quanto no experimental. Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (2015), o ensino de Física não é suficientemente atraente para muitos alunos por ser exposto de forma desarticulada e não correspondente à realidade dos mesmos. Como observado por Machado et al. (2014), os jovens da era digital, por possuírem necessidades diferentes do jovem de épocas anteriores, precisam de novos incentivos para ter interesse nos estudos.

Conteúdos de Física, em especial a área da Mecânica, são considerados desinteressantes por serem frequentemente apresentados por meio de muitas fórmulas e conceitos abstratos. A Mecânica é a área da Física onde existem as maiores possibilidades de serem realizadas experiências práticas e com baixo custo de produção, podendo “ser o espaço adequado para promover conhecimentos a partir de um sentido prático e vivencial macroscópico” (PCN, 2015). Para Machado et al. (2014), as aulas práticas durante o Ensino Fundamental e o Ensino Médio também são importantes para estimular a produtividade do futuro profissional, desenvolvendo suas capacidades de criação e de inovação. É importante ressaltar que “a aula experimental não deve ser vista apenas como uma demonstração da teoria já trabalhada em sala de aula” (MACHADO et al., 2014) porque, ainda que nem todos a compreendam, uma aula prática permitirá que alguns alunos absorvam a forma criativa que o professor escolheu para trabalhar a matéria. Pode-se destacar a argumentação de Araújo e Araújo (2009) que “o aluno aprenderia a exercitar a sua capacidade de imaginar, assim como fazer algo imaginativamente, ligando intuitivamente, ou estabelecendo relações entre hipóteses aparentemente distintas.”. Mesmo não sendo o planejado, o resultado comum das aulas experimentais é o interesse gerado, que muitas vezes é maior daquele que ocorre em uma aula puramente expositiva.

Com esse intuito, muitos educadores procuram ser mais criativos e inovar na maneira de apresentar suas ideias para seus alunos.

2. OBJETIVO

O presente artigo tem por objetivo mostrar como é possível apresentações práticas auxiliarem educadores na apresentação de conteúdos de Física para alunos do Ensino Médio.

Uma boa maneira de alcançar essa meta é buscar uma “didática da invenção” (ARAÚJO; ARAÚJO, 2009), que corresponde à procura do ensino por meio de estímulos

criativos, o que pode ser encontrado no emprego de objetos pedagógicos, sendo objeto pedagógico tudo aquilo que pode ser utilizado para desenvolver ou estimular a aprendizagem. Tais objetos favorecem a obtenção do conhecimento ao mesmo tempo em que concordam com o Artigo 36 II da LDB, referente ao professor, que deverá adotar “metodologias de ensino e de avaliação que estimulem a iniciativa dos estudantes”. Um exemplo de que a adoção de tal técnica funciona é o que ocorre no Museu de Astronomia e Ciências Afins (MAST), que na edição de seu livro de aniversário trata sobre educação e divulgação da ciência (VALENTE ET al., 2015), reconhecendo que “o potencial educativo dos instrumentos científicos dos museus vem adensando a produção de uma literatura sobre estudos que exploram o objeto como recurso de interpretação para a educação e a comunicação em ciências”. Araújo e Araújo (2009) afirmam que “a imaginação é uma faculdade que ajuda a melhor entender as ideias abstratas veiculadas pelo ensino e pelos *curricula* que o sustentam” porque, sem o auxílio desse tipo de imaginação, muitas inovações não existiriam, sendo importantes, também, no ensino da Mecânica, objeto de nossa pesquisa.

Nossa convicção coincide com o seguinte lema apresentado no portal da Associação Brasileira de Centros e Museus de Ciência (ABCMC) “A educação não-formal, através de seus processos livres e lúdicos, pode despertar os professores para novas possibilidades pedagógicas, assim como novos talentos para a atividade científica”.

3. O KIT E A MECÂNICA

Foi proposto o desenvolvimento de um kit, *ATRELANDO O FUTURO*, cujo projeto foi pautado na promoção da aprendizagem associada ao estímulo da curiosidade. Buscou-se também que ele pudesse ter aplicação interdisciplinar, com uso intuitivo, acessível e que auxiliasse na forma de expressão do aluno para contribuir para o aumento da qualidade de ensino e do aproveitamento escolar de alunos do Ensino Médio.

O conteúdo é apresentado de forma objetiva e simples, porém criativa, “evitando-se descrições detalhadas e abstratas de situações irreais, ou uma ênfase demasiadamente matematizada” (PCN, 2015).

O projeto consiste em um painel desmontável com um conjunto de engrenagens, de diferentes tamanhos e diferentes números de dentes, evidenciando a relação de transmissão de movimentos e forças existente entre elas. Em seu funcionamento são explicitadas relações entre a quantidade de movimento e as causas de variação do próprio movimento, além de outros conceitos como: movimento circular uniforme, conservação de movimento, energia, vetores, velocidade angular, rotações por minuto e geometria.

Para auxiliar na promoção da aprendizagem, além da atividade prática, será apresentado conteúdo textual no próprio Kit. Através de uma correia estarão escritas informações e, com o decorrer do uso, estas serão reveladas: fórmulas e leis que representam a ação que acabou de ser realizada pela engrenagem. Trata-se de um processo de ação e reação que acaba por encorajar “a curiosidade, a especulação, a observação, enfim, a prática do método científico” (SIMÕES; GARCÍA - 2014).

4. METODOLOGIA

A elaboração do projeto foi iniciada com uma revisão bibliográfica, com destaque para os Parâmetros Curriculares Nacionais, sobre os aspectos relacionados à aprendizagem de Física.



Entrevistas com professores e estudantes foram realizadas. Foram ouvidos pesquisadores que demandam, para suas equipes, profissionais ou estudantes com conhecimentos em Física. As entrevistas conjugadas com a revisão bibliográfica possibilitaram a identificação das dificuldades de aprendizagem mais frequentes e, em um passo a seguir, a proposição de alternativas para a superação dessas condições.

Também foi feito um levantamento no mercado, na busca de produtos existentes que exercessem ou não a mesma função didática, além de se buscar adquirir um conhecimento mais aprofundado nos conceitos de Física a serem apresentados por nosso Kit.

A seguir disso alguns objetos pedagógicos foram conceituados pela equipe de pesquisadores e após ampla discussão para se escolher a melhor solução foi realizado o detalhamento do seu projeto. Em seguida foi feita a produção de seu protótipo, o que possibilitou uma nova e melhor avaliação por pesquisadores, professores e alunos, o que resultou no retorno de uma série de observações que levou ao aprimoramento desses objetos.

5. COLETA DE DADOS

Existem diversos tipos de engrenagens que foram estudadas com a finalidade de serem selecionadas para a utilização no processo de prototipagem do kit *ATRELANDO O FUTURO*, são elas:

- Engrenagens de dentes retos: Frequentemente encontradas em formas cilíndricas ou de disco. Estas engrenagens são utilizadas para fazer variações na força e na velocidade de rotação de eixos.
- Engrenagens helicoidais: Estes dispositivos são um dos mais conhecidos tipos de engrenagens industriais. Seus dentes são projetados para formar uma malha em um ângulo adequado, com a intenção de criar uma carga de empuxo ideal, sendo assim comumente utilizadas para transportar cargas pesadas, já que a área de contato entre os dentes é maior do que em outros tipos de engrenagens.
- Engrenagens sem-fim: Essa engrenagem serve como um mecanismo de transporte, ela pode ser usada para transmitir potência em motores, sendo usada em muitos campos industriais.
- Engrenagens cônicas: As engrenagens cônicas retas têm a função de fazer a transmissão do movimento entre os eixos do sistema, que geralmente ficam posicionados a 90° , mas também podem atuar com eixos colocados em outros ângulos.

Em função da variedade de componentes da mecânica, buscou-se no mercado Kits didáticos que pudessem suprir as necessidades de recursos de aprendizagem. A companhia de brinquedos MODELIX possui diversos Kits que possibilitam o uso de engrenagens de diversas formas criativas, o que instiga a criatividade e amplia o conhecimento por meio prático.

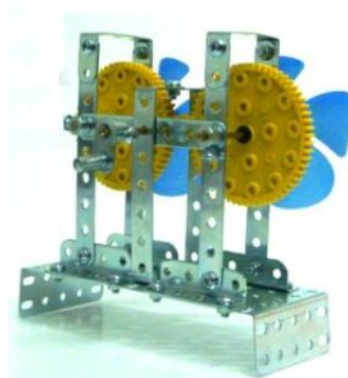


Figura 1: Catavento simples MODELIX

Outro similar encontrado foi o Painel elementos de máquinas e mecanismos 1 - engrenagens, polias e barra dentada EQ268A da empresa CIDEPE, referência internacional em instrumentos educacionais. O produto permite entendimento das seguintes matérias: física clássica, mecânica clássica, mecânica dos sólidos, estática, cinemática e dinâmica.



Figura 2: Painel com engrenagens e polias EQ268A

Também foi considerado um similar um projeto de Leonardo Da Vinci, reproduzido por vários estudantes desde então, que demonstra a relação entre engrenagens de tamanhos diferentes.



Figura 3: Painel de engrenagens de Leonardo Da Vinci (Reprodução)

Em seguida foram analisadas as informações a fim de melhor formular uma solução que concordasse com os objetivos do projeto. Para oferecer informações de forma clara e objetiva, o kit *ATRELANDO O FUTURO* irá evidenciar a relação de transmissão de oito

engrenagens, seguindo os requisitos apresentados anteriormente, ligadas através de um painel desmontável similar à experiência do inventor Leonardo Da Vinci. Serão utilizadas engrenagens cilíndricas para as ações propostas por serem exemplos de engrenagens mais comuns no dia-a-dia e apresentar a engrenagem cônica em funcionamento, por não ser tão conhecida.

O produto final será projetado através dos seguintes requisitos: possuir número limitado de engrenagens, demonstrar direta e indiretamente relações de transmissão; ser desmontável, para aumentar o grau de integração com o aluno; passar informações de forma clara, simples e rápida; demonstrar na prática as teorias expostas; estimular o interesse do aluno e ser de baixo custo.

As restrições encontradas pelo projeto são referentes aos materiais e processos disponíveis para fabricação de protótipos e modelos.

6. MODELAGEM E PROTOTIPAGEM DOS OBJETOS PEDAGÓGICOS

Para demonstrar os efeitos da relação de transmissão, seria necessário que as engrenagens estivessem à mostra, por isso foi proposta uma caixa que servisse apenas de suporte para o eixo das engrenagens e que fosse vazada para facilitar a troca de engrenagens de lugar. Depois, para a exposição de informações, foi pensado um mecanismo que, com o girar das engrenagens, revelasse aos poucos as informações por trás das ações, tais quais: fórmulas, leis, relações de transmissão.

Para ocorrer qualquer mudança na quantidade de rotação de uma engrenagem é necessário que haja um atrelamento com outra engrenagem, que tenha quantidade de dentes maiores do que a primeira. O kit, na versão protótipo, virá com oito engrenagens e o estudante terá total liberdade de trocar por outras de diâmetros maiores ou menores, suas localizações ou atrelar a elas uma polia para que transmitam essa energia para algum outro lugar, de modo a utilizar todo o potencial de estudo de forma prática e lúdica.

Para a confecção das engrenagens, foi utilizado o software de modelagem tridimensional Rhinoceros 3D. Seguido do envio do objeto modelado para equipamento de impressão tridimensional, podendo ser finalizado tanto em polímero ABS, material usado na impressora, quanto em outro material caso mude a forma de produção. Para a estrutura da caixa foram usados madeiras, metais e acrílicos.

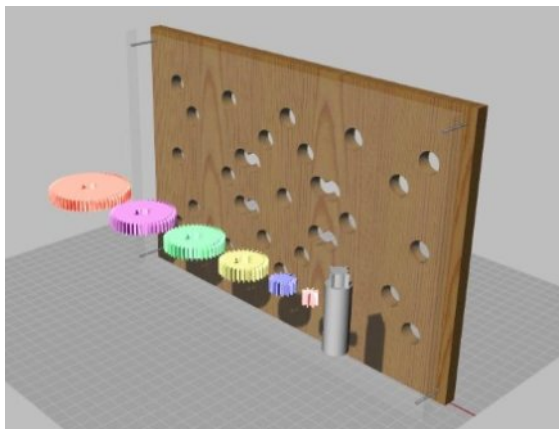


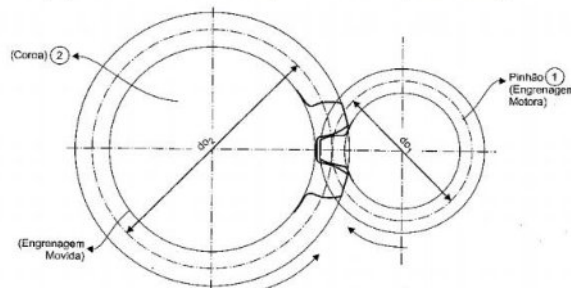
Figura 4: Desenho em software (Rhinoceros 3D)

7. EXPERIMENTOS

Durante o tempo de pesquisa, foi realizada uma aula acerca do conteúdo compreendido no uso do kit *ATRELANDO O FUTURO*, onde foi aplicado um exercício teórico retirado do livro *Elementos de Máquinas* (MELCONIAN, 2009). Logo após a teoria houve uma avaliação de desempenho dos alunos. Em seguida, realizados experimentos práticos com a utilização do kit, procedido de outra avaliação de aprendizagem.

Foi estabelecida a ementa da aula, que tinha por objetivo tratar de assuntos que tornassem o aluno capaz de absorver o conteúdo ministrado. Por se tratar de uma aula de Física com conteúdo referente à área da Mecânica, foi feito um planejamento partindo-se do conceito mais simples para o mais complexo, sendo eles: Movimento Circular Uniforme, Frequência, Torque e Força Tangencial. Foi proposto e aplicado como método de avaliação um exercício que compreendesse todos esses conceitos.

A transmissão por engrenagem é acionada por meio do pinhão (1) acoplado a um motor elétrico de IV polos com potência $P = 15\text{KW}$, ($P = 20\text{cv}$) e rotação $n = 1720\text{ rpm}$. As características da engrenagem são: Pinhão (1): $Z_1 = 24\text{ dentes}$, $M = 4\text{mm}$ (Módulo). Coroa (2): $Z_2 = 73\text{ dentes}$, $M = 4\text{mm}$ (Módulo)



FONTES: MELCONIAN, SARKIS: *Elementos de Máquinas* – 9 Ed. Revisada. Editora Érica. Ano 2009.

Figura 5: Exercício selecionado para experimentação

Em seguida foram elaboradas quatro questões para resolução do exercício, relacionando conceitos de matemática com física. Apesar de ser apresentada com o gabarito aqui, recomenda-se que, durante a avaliação, ele seja omitido.

A. Qual a velocidade angular do Pinhão (1)?

$$\omega_1 = \frac{n\pi}{30}$$

$$\omega_1 = \frac{1720\pi}{30}$$

$$\omega_1 = 57,33\pi \text{ rad/s}$$

Figura 6: Solução da questão A

B. Qual a frequência da polia um?

$$f_1 = \frac{n_1}{60}$$

$$f_1 = \frac{1720}{60}$$

$$f_1 = 28,67 \text{ Hz}$$

Figura 7: Solução da questão B

C. Qual o torque da polia um?

$$M_{T_1} = \frac{P}{\omega_1}$$

$$M_{T_1} = \frac{15000}{57,33\pi}$$

$$M_{T_1} = 83,28Nm$$

Figura 8: Solução da questão C

D. Qual a relação de transmissão?

$$i = \frac{Z_2}{Z_1}$$

$$i = \frac{73}{24}$$

$$i = 3,04$$

Figura 9: Solução da questão D

8. MODELO DE AVALIAÇÃO

Foram estabelecidas dinâmicas para apresentação e avaliação do kit *ATRELANDO O FUTURO*. Concomitantemente, uma série de quesitos de avaliação foi construída e dividida em aspectos relacionados ao design e à aprendizagem, em seguida foi realizada uma avaliação acerca do design e do ensino.

O design foi avaliado por quesitos como: atração, segurança, dimensão e aparência.

Já a qualidade do ensino foi avaliada de duas formas. A partir da comparação de notas obtidas em testes e provas realizadas antes e depois da utilização do kit e através de uma pesquisa onde os professores e alunos puderam descrever os positivos e negativos do experimento.

9. UTILIZAÇÃO EFETIVA

Para parecer mais preciso do kit, foi feita uma demonstração para um grupo de indivíduos de diferentes graus de formação e área de conhecimento. Em seguida foi pedido a eles que respondessem a um questionário cujos quesitos levaram em consideração itens como o tempo de uso, a qualidade e melhorias que pudessem ser feitas no kit.

Analisando as respostas, pode-se concluir que o kit possui qualidades e defeitos que podem ser mais bem estudados. A maioria do grupo utilizou o kit de duas a três horas seguidas e o avaliou positivamente. Chegou-se a um consenso no que diz respeito a capacidade do kit de motivar positivamente alunos desinteressados em física e todos declararam que o recomendariam para conhecidos.

No geral, sua qualidade foi elogiada, tanto pelo design inteligente quanto pela forma que passa o conteúdo proposto, ainda que, para alguns, haja necessidade dele ser mais bem explicado. Foi inquirido qual o impacto visual do kit para o grupo, que concordou ser um produto interessante, bem elaborado e que prova força. Apesar de alguns haverem declarado gostar de Física antes da utilização, ainda o aprendizado foi um dos pontos negativos, declarou-se fraco em relação ao proposto.



Figura 10: Uso de modelo por aluno do Ensino Médio

10. CONCLUSÃO

Ficou evidenciado que o kit *ATRELANDO O FUTURO*, apesar de ainda possuir pontos onde pode melhorar, cumpriu com o objetivo de ajudar no ensino de Física. Ficou em evidência o aumento da capacidade cognitiva dos alunos que utilizaram o kit, quando entenderam melhor o assunto e conseguiram resolver os exercícios propostos. Como complemento às aulas teóricas o kit teve uma boa recepção por parte dos estudantes e professores que o acharam um produto de fácil utilização, ainda que resulte em melhor desempenho em turmas onde os alunos possuam uma maturidade maior. Isso acontece por ser um objeto pedagógico que estimula a criatividade sendo, por esse motivo, um fácil meio de distração para o estudante.

Por fim, acredita-se que estímulos a atividades semelhantes às expostas no presente artigo tendem a melhorar o ensino e incentivar a permanência em escolas, além de direcionar o interesse de certos indivíduos para estudos mais profundos de determinado assunto.

11. REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, A. F. & ARAÚJO, J. M.** Imaginário educacional figuras e formas, Niterói, 2009, pp. 64-74
- MACHADO, ET AL.** A Pesquisa Científica Como Linguagem e Praxis, Rio de Janeiro, 2014, pp. 50-54
- VALENTE, M. E. & CAZELLI, S. (Orgs.)** MAST: 30 anos de pesquisa. Educação e Divulgação da Ciência, v. 2, Rio de Janeiro, 2015, pp. 299
- MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO.** Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio, 2015, 58p.
- MELCONIAM, S** Elementos de Máquinas, Ed. 9, Brasil, 2009
- CAETANO, E. L. ET AL.** Universidade Tuiuti do Paraná, Lista de exercícios – Elementos de máquinas, Curitiba, 2015, pp. 84-85
- CATAVENTO SIMPLES MODELIX** Disponível em: <http://www.leomar.com.br/modelix/index.php?option=com_content&view=article&id=336:novo-material-didatico&catid=114:exercicios-escolares&Itemid=18&lang=pt> Acessado em: 04 Mai. 2016
- PAINEL COM ENGRENAGENS E POLIAS EQ268A** Disponível em: <<http://www.cidepe.com.br/pt/produtos/escolatecnica/todos/painel-elementos-de-maquinas-e-mecanismos-1-engrenagens-polias-e-barra-dentada-eq268a>> Acessado em: 04 Mai. 2016
- PAINEL DE ENGRENAGENS DE LEONARDO DA VINCI (REPRODUÇÃO)** Disponível em: <<http://blog.brasilacademico.com/2015/07/em-brasilia-exposicao-interativa-mostra.html>> Acessado em: 05 Mai. 2016

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA.
Censo Escolar 2010 Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/basica-censo>> Acessado em: 09 Jun. 2016

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA.
Censo Escolar 2015 Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/basica-censo>> Acessado em: 09 Jun. 2016

BRASIL. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, 1996. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm> Acessado em: 09 Jun. 2016

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CENTROS E MUSEUS DE CIÊNCIA, Programa Nacional de Popularização da Ciência, Disponível em: <<http://www.abcmc.org.br/publique1/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infolid=39&sid=18>> Acessado em: 10 de Jun. 2016

QEDU Taxas de Rendimento, 2014. Disponível em: <<http://www.qedu.org.br/brasil/taxas-rendimento>> Acessado em: 15 Jun. 2016

Tabela 1: Relação de siglas e áreas temáticas

Siglas	Áreas Temáticas
INT	Instituto Nacional de Tecnologia
ABS	Acrilonitrilo-butadieno-estireno
CIDEPE	Centro Industrial de Equipamentos de Ensino e Pesquisa
MAST	Museu de Astronomia e Ciências Afins
ABCMC	Associação Brasileira de Centros e Museus de Ciência
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais