

UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

GUIA DO PROFESSOR PARA UTILIZAÇÃO DO FILME HEUREKA NO ESTUDO
DA LEI DE ARQUIMEDES / PRODUÇÃO DE UM FILME

Produto da dissertação: A desconstituição de um mito por meio da produção
de vídeo: o caso de Arquimedes

Nome do aluno: Nasser Meneghetti Lanza

Nome do orientador: Alexandre Mesquita

CAXIAS DO SUL, RS

2017

Produto da dissertação

Guia do Professor para Utilização do Filme Heureka no Estudo da Lei de Arquimedes.

O filme produzido nesse trabalho chama-se Heureka e pode ser visualizado no site de depósito de vídeos *Youtube* no link <https://www.youtube.com/watch?v=xv1VB4NGYIY> .

GUIA DO PROFESSOR

Método de Galileu: Balança Hidrostática

Apresentação

Tema: Empuxo

Série escolar: 1ª série do Ensino Médio.

Tempo de duração do vídeo: aproximadamente 20 minutos.

Tempo sugerido/previsto para utilização do vídeo: quatro aulas de 50 minutos cada uma.

Introdução

Caro professor, este vídeo foi desenvolvido visando discutir e problematizar, com os alunos do ensino médio, o método de Galileu, que oferece um contraponto de como a maioria dos livros didáticos abordam a solução de um problema, envolvendo uma coroa solicitada por um rei.

Acredita-se que o vídeo é um ótimo meio de comunicação, integrador, visualmente atrativo e motivador para os alunos. Aproxima a sala de aula do cotidiano, das linguagens de aprendizagem e comunicação da sociedade, como também introduz novas questões no processo educacional.

Para o desenvolvimento dessa temática são apresentadas situações de confronto com as ideias comumente apresentadas nos livros didáticos, utiliza-se o conceito de

empuxo, peso aparente e confrontam-se as medidas de volumes e de pesos. Mas afinal, o que é empuxo? Qual o impacto que o desenvolvimento desse conceito teve em nossas vidas? Como aparece no vídeo, quando você entra em uma banheira o empuxo está agindo, sustentando o corpo.

Para um melhor aproveitamento, julga-se necessário que os alunos já tenham estudado o a Lei de Arquimedes:

“Todo corpo mergulhado em um líquido sofre um empuxo de baixo para cima igual ao peso do fluido contido em um volume idêntico ao volume submerso do corpo no fluido”.

O empuxo pode ser traduzido pela expressão:

$$E = d_L * V_d * g$$

Onde:

d_L = densidade do líquido no qual o corpo está imerso.

V_d = volume do líquido deslocado pelo corpo (corresponde ao volume da parte de um corpo imerso no líquido).

g = aceleração da gravidade.

Objetivos

- Ressaltar os fatores responsáveis pelo equilíbrio de corpos imersos em líquidos;
- Comparar o equilíbrio de corpos de mesma massa, porém de substâncias distintas, imersas em um líquido;
- Conhecer a Lei de Arquimedes.

Pré-requisitos

- Conceito de empuxo;
- Diferença entre os métodos de Vitruvius e de Galileu.

Dicas para utilização do vídeo

As mídias, como um todo, têm por objetivo ser um meio de comunicação integrador, atrativo e motivador para os alunos. No entanto, o modo como você, professor, irá utilizá-lo pode mudar.

O Vídeo pode trazer, fortemente, o fator “Motivação”, nesse caso, o professor poderá utilizá-lo antes da discussão e explicação do tema tratado no vídeo. Abordagem das tramas e cenas do vídeo podem ser utilizadas para introduzir um novo conteúdo, já que objetivam despertar a curiosidade e motivação para o assunto conceitual a ser discutido. Ou, o vídeo pode ser usado como fator de “Demonstração”, nesse caso poderá ser utilizado após a discussão e explicação do tema/assunto do vídeo. O professor pode optar por abordar e explicar a temática em questão antes de sua utilização, e assim a mídia ajudará a mostrar e levantar novas questões referentes às explicações e discussões já vividas em sala.

Tem-se também a possibilidade do vídeo ser utilizado como suporte de ensino, nesse caso pode ser usado durante a explicação do professor. As cenas e tramas podem ser utilizadas para responder questões, assim como para levantar outras. O vídeo tem duração de aproximadamente 20 minutos, mas é importante que o professor se prepare e planeje suas aulas da melhor maneira, visando cumprir os objetivos específicos de ensino e levando em consideração tempo previsto para execução da atividade e discussão da temática. É importante destacar também, que cada turma reage de uma maneira frente à exibição dos vídeos.

Sinopse

O rei Hierão queria uma coroa, de ouro puro, e teria entregue a um ourives uma porção de ouro em pó e uma porção de prata (a porção de prata era como pagamento). Quando a coroa foi entregue, o rei ficou muito contente, mas a alegria durou pouco, o povo comentava que Hierão havia sido enganado, a coroa que lhe fora entregue não era de ouro puro. O rei mandou que chamassem Arquimedes, só ele, na época poderia resolver o problema da coroa do rei.

Arquimedes e seu princípio estão envoltos em uma fábula, aquilo que se diz, em todos os livros didáticos, que ele banhava-se em uma banheira e notou que quando seu corpo afundava a água subia então, saíra gritando pelas ruas Heureka, Heureka! Ou, seja, achei, achei! É muito intrigante, assim teria se dado conta que se mergulhasse pesos iguais de ouro e prata e depois a coroa em água e medindo volumes descobriria se era falsificada. Quem contou essa história foi Vitruvius.

Vitruvius não viveu na época de Arquimedes e sim dois séculos depois, portanto suas palavras não constituem uma informação de primeira mão. Em que tipo de fonte ele baseou-se? Não o sabemos.

Basta um pouco de bom senso para perceber que esse método de medida de volume não pode funcionar. Suponhamos que a coroa do rei tivesse um diâmetro da ordem de 20 cm. Então, seria preciso utilizar um recipiente com raio superior a 10 cm, cheio de água, e medir a mudança de nível ou a quantidade de líquido derramado quando a coroa fosse colocada lá dentro. Suponhamos que a massa da coroa fosse da ordem de 1 kg e que a sua densidade (por causa da falsificação) fosse de 15 g/cm^3 (um valor intermediário entre a densidade do ouro e a da prata). Seu volume seria então de 67 cm^3 . Colocando essa coroa no recipiente cheio de água, cuja abertura teria uma área superior a 300 cm^2 , o nível do líquido subiria uns 2 milímetros. É pouco plausível que fosse possível medir essa variação de nível ou medir a quantidade de líquido derramado com uma precisão suficiente para chegar a qualquer conclusão, por causa da tensão superficial da água. Se o recipiente estivesse totalmente cheio, ao mergulhar a coroa dentro dele, poderia cair uma quantidade de líquido muito maior ou muito menor do que o volume da coroa (ou mesmo não cair nada). Portanto, é fisicamente pouco plausível que Arquimedes pudesse utilizar esse tipo de método."

Tal método é duramente criticado, mas acredite, todos os livros didáticos de física trazem essa história. Galileu foi o primeiro a duvidar do método, chegou a escrever um documento que depois de sua morte, foi lançado como livro, A Pequena Balança é o título. Diz Galileu: "O método relatado por Vitruvius é fabuloso, enganoso e grosseiro. Eu julgaria antes que, espalhado o rumor que Arquimedes teria descoberto o roubo, a trapaça do ourives usando água, algum escritor da época teria relatado o fato, e esse mesmo escritor, para acrescentar alguma coisa ao pouco que compreendera do rumor, teria dito que Arquimedes utilizara a água da forma que foi depois universalmente admitida. Porém, sabendo que tal método era completamente impreciso

e desprovido de exatidão necessária no âmbito da matemática, fui várias vezes levado a me perguntar de que forma se poderia, utilizando água, descobrir de maneira precisa a composição da mistura dos dois metais; e depois de ter relido com cuidado o que Arquimedes demonstra em seus livros Sobre as coisas colocadas na água e Sobre o equilíbrio dos corpos, veio-me finalmente ao espírito uma forma extremamente precisa de resolver nossa questão. Acho, inclusive, que foi dessa maneira que Arquimedes procedeu, não apenas em virtude de que é exata, mas porque, além disso, depende de demonstrações feitas pelo próprio Arquimedes.”

Preparação

Antes da exibição do vídeo, sugerimos a você, professor, que assista ao vídeo antes para conhecê-lo. É importante assistir atentamente ao material. Atente-se para as questões e situações levantadas, onde ressalta-se inicialmente a versão contada por Vitruvius, método de volumes e que está amplamente presente nos livros didáticos e por fim, o vídeo apresenta a versão de Galileu com a Balança Hidrostática e a medida de pesos, envolvendo o conceito de empuxo. Cheque a qualidade da cópia e deixe a mídia preparada no ponto exato para a exibição.

Sem antecipar as situações do vídeo, pode instigar os alunos a pensarem sobre o tema da atividade com questionamentos, indicativos de pesquisa, sondagens a respeito do problema da coroa do rei Hierão. Como sugestão, apresenta-se uma ideia de construção de Mapas Conceituais antes da exibição do filme, tomando-se como base a pesquisa dos alunos, seja no livro didático, concepção espontânea ou consulta na rede mundial de computadores a respeito do tema tratado no vídeo/filme. Após a aplicação/exibição do vídeo, sugere-se que se retome a abordagem com Mapas Conceituais para que se discuta a incidência do poder desta mídia.

Os alunos podem ser acomodados de modo que trabalhem em grupos de três ou quatro pessoas. Desta forma pode ocorrer a efetiva interação dos alunos com o objeto e entre os próprios colegas do grupo. Os alunos devem ser instruídos a levarem material para anotação e cartolinas para confecção dos Mapas Conceituais.

Durante a atividade

Atente-se para as cenas mais importantes e anote-as para uma discussão posterior. É importante também observar as reações do grupo: como eles reagem à exibição do vídeo. Se necessário, pause a exibição do vídeo para esclarecer e discutir a(s) passagem(s) que julgar interessante(s).

Pode-se também propor uma tarefa aos alunos relacionada ao conteúdo do segmento do vídeo a que estão prestes a assistir (uma questão, uma pesquisa ou mesmo uma observação). Os alunos, por exemplo, deverão anotar as informações que foram solicitadas. Dessa forma, dois objetivos serão atingidos por meio desta atividade: primeiro, que os alunos prestem atenção durante o segmento, e, segundo, que estejam antenados às respostas que foram solicitadas.

Depois da atividade

Depois da exibição do vídeo, o professor pode rever os diálogos mais importantes ou que considere de difícil compreensão. Ou, se necessário, exibi-los uma segunda vez, chamando a atenção para determinados diálogos ou situações.

É importante que o grupo (professor e alunos) desenvolva uma discussão sobre o vídeo, destacando questões, dúvidas e comentários sobre a mídia.

Pode-se também resgatar a dinâmica em que os alunos refletem e escrevem inicialmente em uma folha e, após a aula sobre “o que aprenderam”, eles escreverão sobre algo novo que tenham aprendido com o vídeo. Podem ainda trocar a folha com os colegas para incentivar discussões e por fim a reunião de alunos em grupos para a confecção de Mapas Conceituais.

Avaliação

Avalie o efeito do segmento apresentado. Você pode perguntar aos seus alunos o que eles aprenderam, se o vídeo lhes forneceu ideias claras, se ficaram dúvidas ou, ainda, se eles gostariam de assistir a outros vídeos sobre a temática.

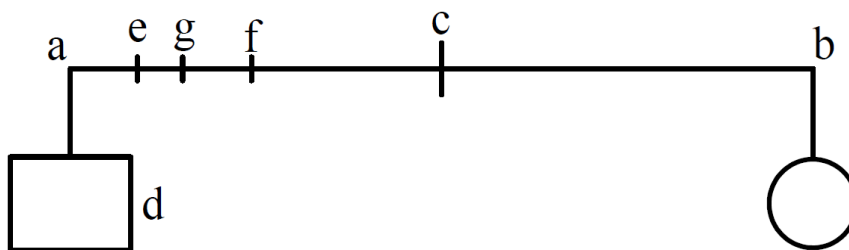
Sugerimos como possibilidade de avaliação a comparação dos Mapas Conceituais antes e depois da exibição do filme.

Em uma segunda abordagem avaliativa, o professor poderia solicitar que os alunos buscassem outras questões relevantes sobre o assunto trabalhado.

Atividade complementar

Como atividade complementar, sugere-se fazer a atividade da balança hidrostática. Voltando para a fala de Galileu: “Se suspendermos em uma balança um metal, e no outro braço um contrapeso que pese o mesmo que o dito metal no ar, e se mergulharmos água deixando o contrapeso no ar, para que esse contrapeso equilibre o metal será preciso deslocá-lo para o ponto de suspensão”. Seja por exemplo a balança ab, seja c o seu ponto de apoio (equilíbrio) e seja uma massa de um metal qualquer suspensa em b, e seja d o seu contrapeso. Mergulhemos o peso, ou seja, b, na água.

Figura 1: BALANÇA HIDROSTÁTICA



Fonte: Autor

O contrapeso em “a” pesará mais, sendo preciso, portanto, para que equilibre o peso, deslocá-lo para um novo ponto de apoio, digamos em e; a distância ca será tantas vezes maior que a distância ae quanto o metal pesará mais que a água. Suponhamos então que o peso colocado em “b” seja de ouro puro, e que, ao ser pesado na água, o contrapeso “d” esteja em “e”; e que, ao se fazer a mesma coisa com a prata pura, o contrapeso esteja em “f” quando se pesa a prata na água. O ponto “f” estará mais perto do ponto “c”, uma vez que a prata é menos pesada (densa) que o ouro, e a diferença que há entre a distância af e a distância ae, será a mesma que entre o peso do ouro e da prata.

Mas se tivermos uma mistura de ouro e prata, é claro que, uma vez que contém prata, pesará menos que o ouro puro; e que, uma vez que contém ouro, pesará mais que a prata pura. Assim, quando a pesarmos no ar, se quisermos que o mesmo contrapeso a equilibre quando mergulhada na água, será preciso deslocá-la para o ponto de apoio “c” mais próximo que “e”, que é o limite para o ouro puro, e mais longe que “f”, que é o limite para a prata pura; ela cairá entre os limites “e” e “f”, e a relação na qual a distância ef ficar assim dividida nos dará, muito igualmente, a proporção dos dois metais que constituem essa mistura.

Por exemplo, digamos que a mistura de ouro e prata esteja em “b”, equilibrada no ar pelo contrapeso “d”. Quando se pesa a mistura na água, esse contrapeso é deslocado para “g”. Digo então que o ouro e a prata, que constituem essa mistura, estão entre si na mesma relação que as distâncias fg e ge. Mas convém dizer que a distância gf, que termina na marca da prata, nos dará a quantidade de ouro, e que a distância ge, que termina na marca do ouro, nos dará a quantidade de prata; de modo que se fg é o dobro de ge, a mistura será de duas partes de ouro para uma de prata. Procedendo da mesma forma com outras misturas, encontraremos igualmente a quantidade de metais puros.

Para construir a balança, pega-se uma régua com mais ou menos 3 metros de comprimento e quanto mais comprida for, mais preciso será o instrumento. Divide-se ao meio, onde será o ponto de apoio (c). Sobre um dos braços (lados) da régua marque os pontos onde se encontram os contrapesos dos metais puros quando pesados na água, tendo o cuidado de fazer as pesagens com os metais mais puros que puder encontrar. Feito isso, resta encontrar a maneira de conhecer a proporção na qual as distâncias entre as marcas dos metais puros serão divididas pelas marcas das misturas. Ao meu ver, proceder-se-á da seguinte forma: enrola-se um fio de aço muito fino sobre as marcas dos metais puros; nos intervalos entre as marcas, enrola-se um fio de latão puro e muito fino: os intervalos serão divididos em um grande número de partes iguais.

Por exemplo, rodeiam-se as marcas “e” e “f” com dois fios de aço, isso para distingui-las do latão; preenche-se em seguida todo o espaço entre “e” e “f” enrolando-se um fio de latão muito fino, que dividirá a distância ef em numerosas partes iguais. Quando eu quiser depois conhecer a relação entre fg e ge, contarei os fios sobre fg e sobre ge, e se achar que há 40 fios sobre fg e 21 fios sobre ge, por exemplo, direi que, nessa mistura, há 40 partes de ouro para 21 partes de prata. Convém apontar aqui uma dificuldade na contagem: pois como os fios devem ser bem finos, o que é necessário à precisão, não é possível, às vezes, contá-los a olho nu, pois o olho se perde em espaços tão pequenos.

Logo, para contar com precisão, pegue um estilete muito fino, com o qual se percorre bem lentamente a distância sobre os fios, de modo que, tanto pelo ouvido como pela resistência que a mão sente a cada fio, contar-se-ão facilmente os fios. Contando-se dessa maneira obtém-se da forma descrita a exata quantidade dos metais puros de que é composta a mistura. A assinalar, porém, que os componentes correspondem reciprocamente às distâncias; por exemplo, numa mistura de ouro e prata, os fios do

lado da marca da prata nos darão a quantidade de ouro, e os do lado da marca do ouro nos darão a quantidade de prata. O Mesmo deve ser entendido para outras misturas.