

Clipião: Um pião feito com clipe de papel

A invenção do clipe é atribuída ao norueguês Johan Vaaler, que patenteou a idéia em 1899. Por sua versatilidade e simplicidade é considerada por muitos uma das invenções mais geniais da história. Se ele realmente merece estar ou não nesta lista é difícil dizer, mas uma coisa é fato: suas aplicações vão muito além de segurar papel. Mas dificilmente Vaaler imaginou que Física poderia ser ensinada com a ajuda de sua invenção...

O objetivo deste artigo é apresentar um pequeno pião construído a partir do arame de um clipe de papel. Com ele é possível fazer uma demonstração prática de conceitos de equilíbrio e centro de massa com um custo bastante acessível.

A idéia do clipião surgiu com um artigo do professor japonês de matemática Takao Sakai [1]. A partir do desenho proposto por ele montamos um pião apenas dobrando o arame de um clipe (sem cortar, soldar ou colar), mostrado na Fig. 1.

Construindo seu clipião

Antes de tudo escolha qual clipe você irá utilizar. O seu tamanho e a espessura do arame não influenciam no funcionamento do clipião, contanto que as instruções sejam devidamente observadas. Não recomendamos o uso de cliques coloridos, pois seu arame é muito fino podendo quebrar-se muito facilmente, dificultando a confecção. Apenas se for dobrado com cuidado dará certo, por isso recomendamos que você o utilize depois que já tiver prática.

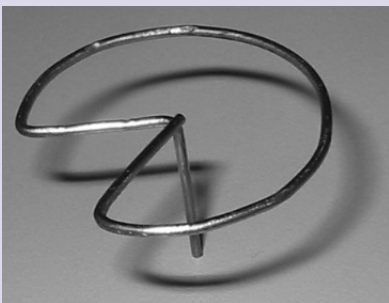
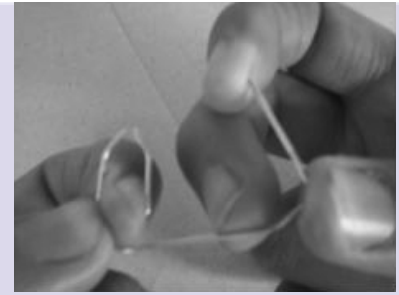


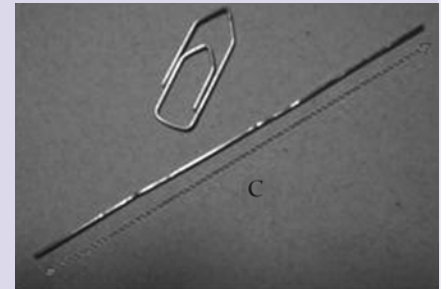
Figura 1. Um clipião.

Além do clipe você irá precisar de um alicate de bico, uma lapiseira (com grafite 0,3 ou 0,5 mm) ou lápis de ponta bem fina, um esquadro, um compasso, um transferidor (tanto faz se for de 180 ou 360°), uma folha de sulfite branco, uma régua e uma lixa (de unha, caso não haja outra disponível). A Fig. 2 mostra o material que utilizamos, servindo como exemplo.

Antes de mais nada precisamos desdobrar o clipe conforme mostrado na Fig. 3a, deixando-o como na Fig. 3b. Neste momento, com o arame esticado, use uma régua para obter seu comprimento total, que chamaremos de C (mostrado na figura). Em função deste valor vamos determinar todas as outras medidas do clipião, lembrando que as únicas alterações que serão feitas no arame são dobras. Das Figs. 1 e 4 vemos que falta um arco de circunferência na parte de cima com um ângulo que chamaremos de β . O valor deste ângulo precisou ser cuidadosamente calculado para que o centro de massa permanecesse na haste central, sobre a qual ele gira, permitindo que o clipião gire de modo estável. Supondo constante a densidade do arame do clipe, obtivemos o ângulo ideal $\beta = 53,13^\circ$, equivalente a aproximadamente $0,927 \text{ rad}$ ($53,13\pi/180 \text{ rad}$). Chamando R o raio da circunferência formada na parte de cima, L o comprimento da haste central (Fig. 4) sobre a qual ele gira, temos, geometri-



(a)



(b)

Figura 3. Preparando o clipe.

tricamente, a seguinte relação para o comprimento total C do arame (β em radianos):

$$C = L + 2R + (2\pi - \beta)R. \quad (1)$$

Resolvendo a Eq. 1 para R , temos:

$$R = \frac{C - L}{2\pi - \beta + 2}. \quad (2)$$

Escolhendo um valor adequado para L (por volta de 2 cm), e utilizando $\beta = 0,927$, com o auxílio de

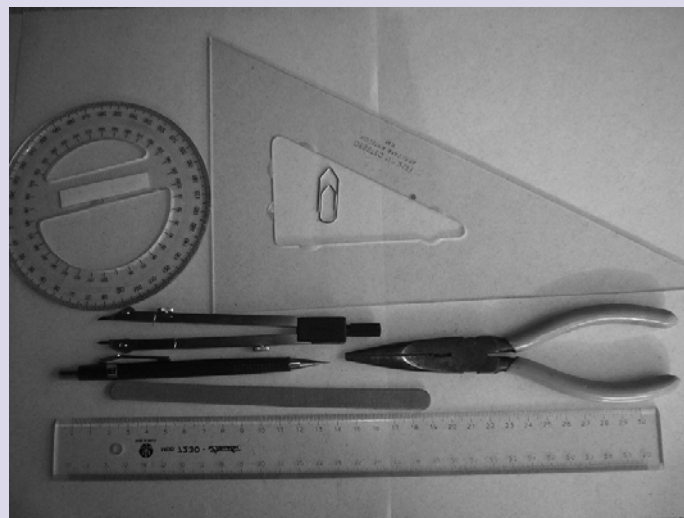


Figura 2. Material necessário.

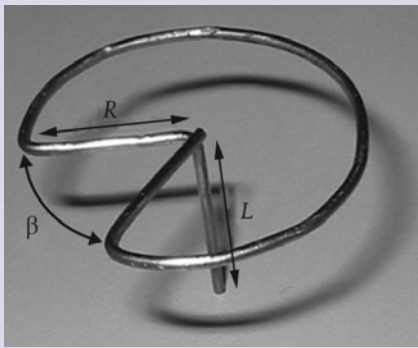


Figura 4. Parâmetros do clipião.

uma calculadora podemos determinar o raio R do clipião e do gabarito que deverá ser confeccionado para servir como base para dobrar o clipe. A Fig. 5 ilustra os passos necessários. Primeiramente desenhe uma linha reta em uma folha branca utilizando uma régua (a), depois faça um pequeno traço aproximadamente perpendicular atravessando-a (b). O ponto de intersecção entre elas servirá de centro para uma circunferência com raio R determinado pela Eq. (2) a ser traçada com um compasso (c). Utilizando o transferidor com o 0° na linha maior (que foi desenhada primeiro), marque um ponto com ângulo β próximo de $53,13^\circ$ (d). Novamente com a régua, trace uma reta do centro da circunferência até o ponto marcado com o transferidor (e).

Concluído o gabarito, com o auxílio de um alicate de bico e de uma régua, faça uma dobra em uma

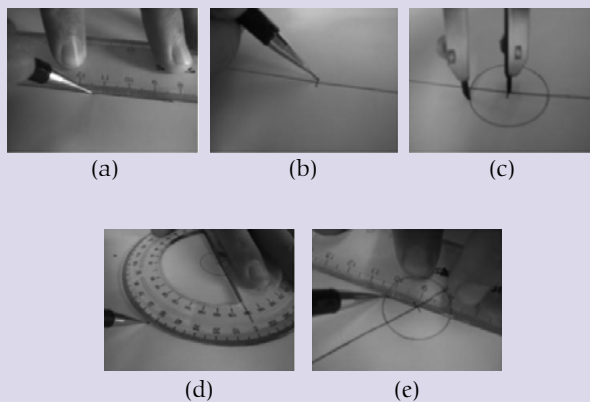


Figura 5. Confeccionando um gabarito.

das pontas do clipe com o comprimento L definido inicialmente, esta será a haste sobre a qual o clipião irá girar (Fig. 6a). Ao seu lado e na outra ponta faça outras duas dobras com comprimento R que você já determinou, deixando-o como mostrado na Fig. 6b. Comece agora a dobrar a parte circular, utilizando ainda o alicate (Fig. 6c). Para facilitar esta tarefa, coloque o clipião algumas vezes sobre o gabarito, utilizando-o como guia. Continue dobrando até o clipião praticamente coincidir com o gabarito, como na Fig. 6d. Tente deixar a haste central (de comprimento L) praticamente perpendicular à circunferência com o auxílio de um esquadro posicionado atrás do clipião. Se a ponta do arame estiver muito irregular, pode-se utilizar uma lixa (até mesmo de unha) para deixá-la plana.

Feito isso, seu clipião está pronto!

Sugestões de atividades

Seu primeiro clipião pode não sair perfeito, mas não desanime, faça vários utilizando o mesmo tipo de clipe até que você esteja habituado com o processo. Após conseguir um que gire com boa estabilidade,

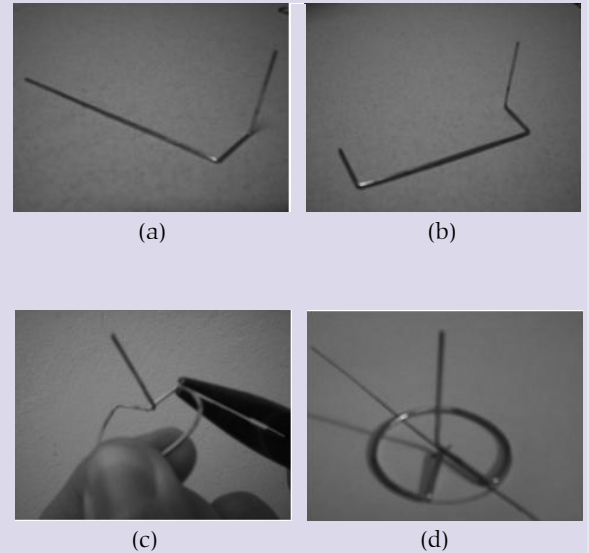


Figura 6. Dobrando o clipião.

tente mudar o tamanho e espessura do clipe, mas mantendo β de $53,13^\circ$. Este novo clipião também é estável? O comprimento total do arame ou mesmo sua espessura alteraram a posição do centro de massa?

Tente depois usar um L muito maior que R , mantendo o β ideal, e observe o que acontece. O movimento de precessão (quando o clipião fica inclinado e seu eixo começa a variar de orientação) é mais rápido?

Agora construa clipiões com β diferente do ideal. Existe alguma faixa de valores em que a estabilidade é mantida? Como ele se comporta quando construído com β muito diferente de $53,13^\circ$? Você saberia estimar, baseando-se na precessão que o clipião apresentar, onde está localizado o seu centro de massa agora?

Leandro Zanella de Souza Campos
Universidade Estadual Paulista
Campus de Guaratinguetá
leandro.zanella@gmail.com.

Marcelo Magalhães Fares Saba
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
msaba@dge.inpe.br.

Referência

- [1] T. Sakai, *Mathematical Sciences* **271**, 18 (1986).