

# Qual voa mais tempo?

Constança Providência<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro de Física, Universidade de Coimbra

## Material

- Papel
- Régua
- Lápis
- Cronómetro
- Caderno

## Avião de papel

Estou certa que já te perguntaste porque voam os aviões. Os irmãos Wright, dois americanos dos Estados Unidos da América, foram os primeiros homens a construírem um avião cujo voo podia ser controlado. Desde então os aviões têm sofrido um desenvolvimento enorme e, presentemente, já podes voar num avião de dois andares, o Airbus A380-800, que leva até 555 passageiros e pode realizar voos de 14 800 km sem parar. O desenvolvimento dos aviões a nível do design, da segurança, do tamanho e da potência tem sido o resultado do trabalho de muitas pessoas entre as quais os engenheiros aeroespaciais.

São as leis da física que explicam porque voa um avião, um avião real ou um avião de papel como o que vou propor que construas. O movimento na vertical é determinado pela força da gravidade e pela força de sustentação que o ar exerce, do mesmo modo que um barco também não se afunda devido à força que a água exerce sobre ele. A capacidade do ar de sustentar o avião é definida pelo tamanho e forma das asas. O movimento na horizontal é determinado pela resistência do ar, que se opõe ao movimento do avião, e pelo impulso que lhe transmite quando o lanças. Num avião real é o motor o responsável por este movimento.

Proponho-te que sejas uma engenheira ou um engenheiro de avões de papel e desenvovas o teu próprio modelo. O desafio que deixo é o de construíres um avião que consiga manter-se a voar o máximo de tempo possível. Para isso terás de perceber bem como funciona o avião e como o poderás afinar. Poderás também testar diferentes tipos

de papel e o modo como o dobras.

Constrói o seguinte modelo muito simples mas que voa muito bem. Pega numa folha de papel A4 e marca 8 linhas transversais que distem cerca de 2 cm umas das outras como mostra a Figura 1a) (linhas de 1 a 8). Dobrar pelas linhas que marcaste: dobra da linha 1 para a linha 2, e depois da linha 2 para a linha 3, etc, até dobrares pela linha 8. Vinca bem cada dobra que fizeres. Mesmo que não consigas dobrar bem pelas linhas que marcaste, não faz mal, o importante é teres o cuidado de fazeres dobras todas paralelas umas às outras para no final o avião ficar bem equilibrado. Para ser mais fácil fazeres as dobras paralelas marca com uma linha ao comprimento do centro da folha A4, e, para cada dobra que fizeres verifica que o centro da dobra se mantém alinhado. Quando tiveres feito as oito dobras transversais, dobra o retângulo que obtiveste ao meio (linha 9 a ponteadado), mantendo o rolo, que resultou das dobras sucessivas, para fora como mostra a Figura 1b). Finalmente dobra ao longo das duas linhas paralelas à linha central, linhas 10 e 11. No final ficas com um retângulo com cerca de 11cm por 8 cm, Figura 1c). Segura pela quilha do avião, a parte central em V, e ergue as asas de modo que o perfil do avião tenha a forma indicada na Figura 2. As asas devem estar acima do plano horizontal como indicado na Figura 2b).

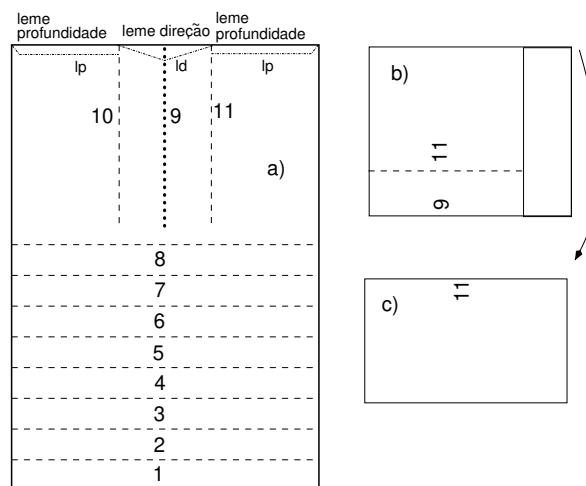


Fig. 1a) - Linhas pelas quais deves dobrar o avião, b) dobra pela linha 9, c) dobra pelas linhas 10 e 11 de modo a ficares com a linha 9 para dentro.

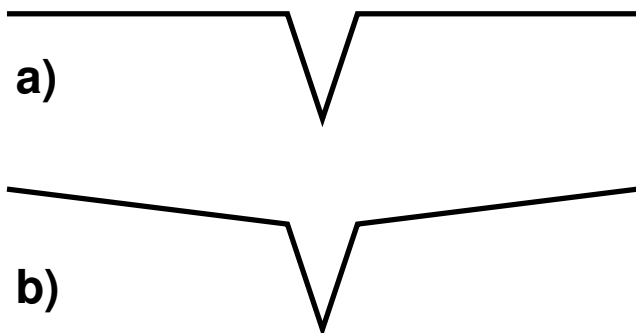


Fig. 2 - O avião de perfil de frente a) com as asas horizontais; b) com as asas ligeiramente para cima.

Agora começa a fase do aperfeiçoamento! Atira o avião com a parte mais pesada para a frente. O teu avião consegue planar ou depois de levantar cai a pique? Se cair a pique terás de o estabilizar fazendo uma ligeiras dobras para cima na extremidade das asas, ao longo das linhas ponteadas marcadas nas asas e designadas por 'lp' (Figuras 1 e 3). Chamamos a estas dobras lemes de profundidade. Será a resistência do ar que vai ajudar a controlar o teu avião desde que lhe faças as dobras corretas para desviarem o avião na direção que queres. Experimenta relançar o avião. E agora já consegue planar melhor? Podes dobrar mais ou menos e verificar qual a melhor posição dos lemes. O teu avião ainda pode ter outro tipo de problema: por exemplo vira sempre para a direita ou sempre para a esquerda. Nesse caso corrige o voo dobrando um pouco o leme de direção, indicado nas Figuras 1 e 3 com 'ld', para o lado contrário ao que o avião escolhe. Quando o avião estiver bem afinado pede a um colega para cronometrar o voo, e

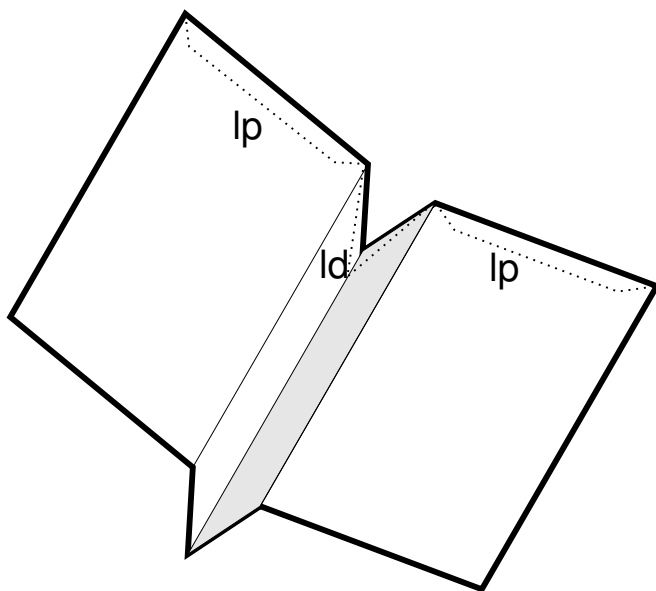


Fig. 3 - O avião com os lemes de estabilidade marcados: lp é o leme de profundidade e ld o leme de direção.

anota o tempo de voo.

Podes construir outros modelos alterando o papel, a largura das dobras, ou alterando um pouco a forma do avião, por exemplo, introduzindo as dobras 12 e 13 indicadas na figura 4, e repetindo o resto como no avião da figura 1. Este segundo modelo pode ser estabilizado dobrando as asas para

cima pelos tracejados 14 e 15 da Figura 4. Para cada modelo afina os lemes. Dá um número a cada modelo e toma nota das suas propriedades no teu caderno usando uma tabela, onde deves escrever o número do modelo e o tempo de voo. Para poderes repetir o melhor modelo, não te esqueças de indicar também o papel que usaste ou o tipo de dobras que fizeste.

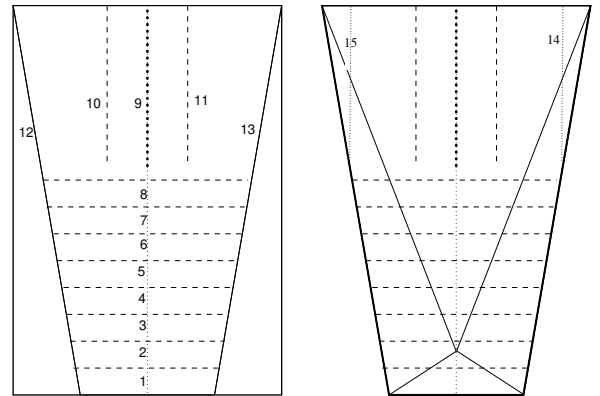


Fig. 4 - Um modelo um pouco mais complexo e com maior estabilidade.

Escolhe os teus melhores modelos e desafia os teus colegas para uma competição: concurso do avião que voa durante mais tempo. O concurso deverá ocorrer num espaço fechado grande como um ginásio, ou um corredor largo. Se não tiveres um espaço grande fechado faz o concurso ao ar livre num dia sem vento.



Fig. 5 - Avião terminado, após seguir a sequência de passos apresentados no texto e mostrados na Figura 6 da página seguinte.

#### Bibliografia

Ken Blackburn e Jeff Lammers, O livro dos aviões de papel, Könemann, 2004

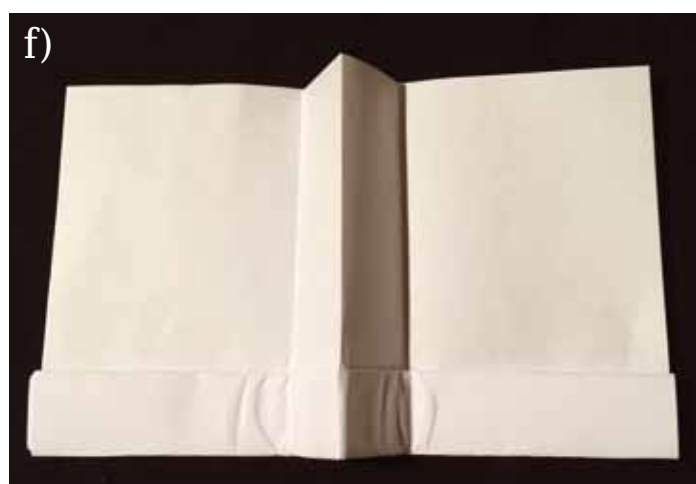
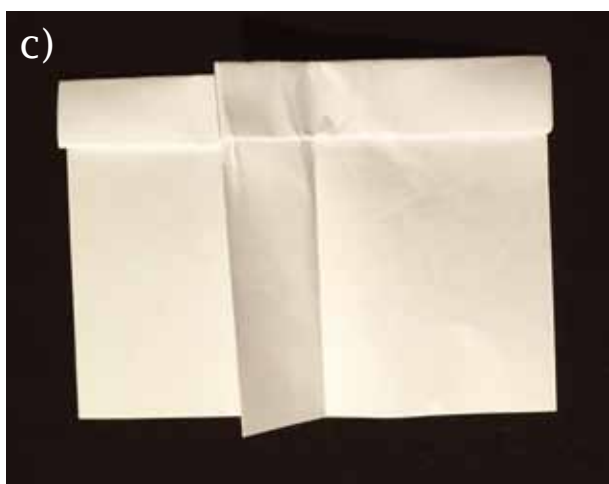
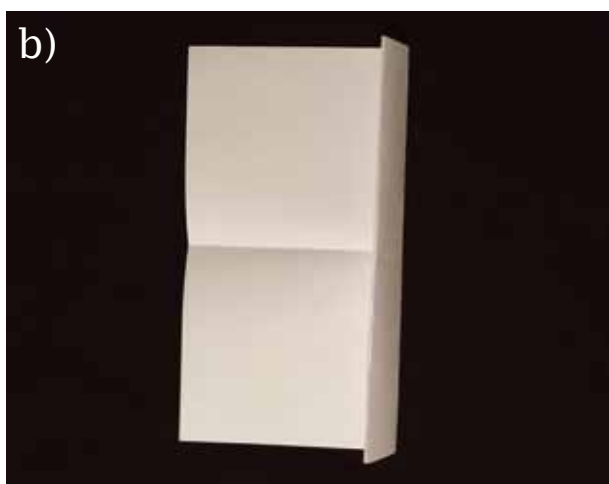
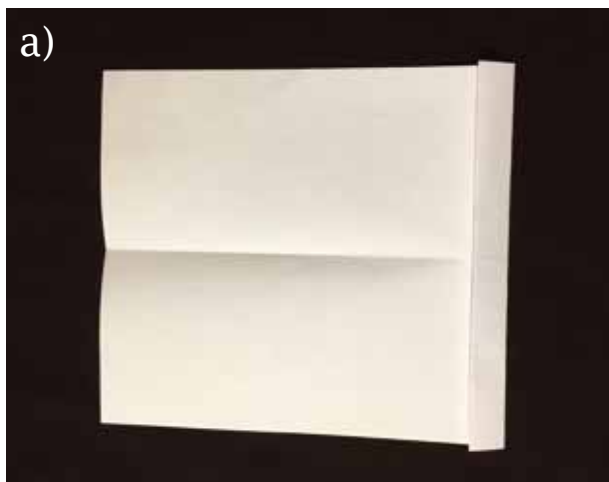


Fig. 6 - Fases sucessivas na construção do avião:  
a) As primeiras três dobras transversais; b) As oito dobras transversais completas; c) Dobra pela linha 9 da figura 1a); d) Dobra pelas linhas 10 e 11 da figura 1a); e) o avião completo visto de cima; f) o avião completo visto de baixo.