Erivelton Alves Bizerra

Santos Dumont e o desenvolvimento da dirigibilidade de balões

Mestrado em História da Ciência

Pontifícia Universidade Católica de São Paulo

São Paulo 2008

Livros Grátis

http://www.livrosgratis.com.br

Milhares de livros grátis para download.

Erivelton Alves Bizerra

Santos Dumont e o desenvolvimento da dirigibilidade de balões

MESTRADO EM HISTÓRIA DA CIÊNCIA

Dissertação apresentada à Banca Examinadora como exigência parcial para obtenção do título de Mestre em História da Ciência pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, sob a orientação da Profa. Doutora Lilian Al-Chueyr Pereira Martins.

Pontifícia Universidade Católica de São Paulo

São Paulo 2008

BIZERRA, Erivelton Alves.
"Santos Dumont e o desenvolvimento da dirigibilidade de balões" São Paulo, 2008. (x, 96 páginas)

Dissertação (Mestrado) – PUC-SP Programa: História da Ciência Orientadora: Profa. Dra. Lilian Al-Chueyr Pereira Martins

Folha de aprovação

Banca Examinadora	

Autorizo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação por processos fotocopiadores ou eletrônicos.
Ass.:
Local e data:
Erivelton Alves Bizerra <pre><pre><pre><pre><pre><pre><pre>pousadabezerra@ig.com.br></pre></pre></pre></pre></pre></pre></pre>

Agradecimentos

Agradeço aos meus pais, pelo amor e apoio.

Aos amigos, por entenderem minha ausência.

À CAPES, por financiar minha formação.

E principalmente ao Grande Arquiteto do Universo, por iluminar meus caminhos na busca da sabedoria e equilíbrio.

RESUMO

Alberto Santos Dumont (1873-1932) é muito conhecido, no Brasil e na França, por seus trabalhos pioneiros sobre aviação, mas também desenvolveu, antes disso, a técnica de vôo em balões, obtendo importantes resultados na dirigibilidade com aparelhos dotados de motor. Este trabalho analisa sua contribuição neste campo.

Esta dissertação apresenta primeiramente um histórico da invenção dos balões, desde as luzes voadoras chinesas até a introdução de balões de ar quente e de hidrogênio na Europa, no século XVIII. Em seguida, a dissertação analisa a história da dirigibilidade dos balões. Logo após os primeiros vôos tripulados, em 1783, surgiu um enorme interesse pelo invento e foram propostas formas de proporcionar-lhe dirigibilidade. As primeiras tentativas, com algum grau de sucesso, de balões dotados de motores ocorreram em 1852, utilizando uma máquina a vapor. Houve depois algumas poucas tentativas, utilizando motores de vários tipos (inclusive elétricos), mas não foram obtidos bons resultados. Nos últimos anos do século XIX, Santos Dumont iniciou o desenvolvimento de balões movidos por motores de combustão interna (como os de automóveis) e conseguiu bons resultados. Em 1901, obteve o *Prêmio Deutsch de la Meurthe*, demonstrando o controle de um balão motorizado que contornou a Torre Eiffel.

Por fim, a dissertação analisa os conhecimentos científicos e técnicos de Santos Dumont, bem como as dificuldades técnicas que era necessário superar para conseguir controlar o vôo dos balões, na época.

<u>Palavras chaves</u>: Alberto Santos Dumont, balões, dirigibilidade, história da técnica, história da aviação.

ABSTRACT

Alberto Santos Dumont (1873-1932) is well known in Brazil and France for his pioneer contributions to the development of the airplane. However, before that, he also helped to develop the technique of balloon flight, obtaining important results of directed flight using motorized airships. This works analyses his contribution to this field.

This dissertation presents, first, an historical account of the invention of balloons, from the early Chinese flying lights to the introduction of hot-air and hydrogen balloons in Europe, in the 18th century. Next, this work analyses the issue of balloon flight control. After the first manned flights, in 1783, there was a strong interest for this invention and there were several proposals of controlling its flight. The first attempts of flying motorised balloons, which attained a moderate success, were made in 1852, using a heavy steam machine. Other attempts were made afterwards, using several kinds of motors (including electrical ones), but they did not attain practical results. In the late 19th century, Santos Dumont began to develop airships driven by internal combustion engines (such as those used by automobiles) and obtained good results. In 1901 he was awarded the *Deutsch de la Meurthe Prize*, when he demonstrated the control of a motorised balloon that was able to make a flight round the Eiffel Tower.

Finally, this dissertation analyses Santos Dumont's scientific and technical knowledge, as well the technical difficulties involved in the control of airships, at that time.

<u>Keywords</u>: Alberto Santos Dumont, balloons, airships, flight control, history of technology, history of flight.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. A ORIGEM DOS BALÕES	4
2.1 O desejo de voar	4
2.2 AS LANTERNAS CHINESAS	
2.3 Propostas teóricas	6
3. BARTHOLOMEU LOURENÇO DE GUSMÃO	9
3.1 ALGUMAS INFORMAÇÕES BIOGRÁFICAS	9
3.2 A PETIÇÃO DE PRIVILÉGIO	
3.3 A "PASSAROLA"	11
3.4 O BALÃO DE AR QUENTE DE GUSMÃO	14
3.5 A PROPOSTA DE JEAN GALIEN	
4. OS PRIMEIROS AERÓSTATOS DE GRANDES PROPORÇÕES	17
4.1 Os IRMÃOS MONTGOLFIER	17
4.2 O BALÃO DE HIDROGÊNIO DE JACQUES CHARLES	20
4.3 OS PRIMEIROS VÔOS TRIPULADOS	21
4.4 A DIFUSÃO DOS BALÕES	
4.5 O DOMÍNIO DA TÉCNICA	28
5. O PROBLEMA DA DIRIGIBILIDADE	29
5.1 AS TENTATIVAS DE BLANCHARD E GUYTON DE MORVEAU	30
5.2 O PROJETO DE JEAN-BAPTISTE MEUSNIER	
5.3 Os projetos de Carra e Scott	
5.4 AS EXIGÊNCIAS DE UM AERÓSTATO DIRIGÍVEL	
6. AERÓSTATOS COM MOTORES	38
6.1 MOTOR DE RELÓGIO – PIERRE JULLIEN	
6.2 O MOTOR A VAPOR	39
6.3 O MOTOR ELÉTRICO	41
6.4 Em busca da solução	44
7. A FORMAÇÃO DE SANTOS DUMONT	47
8. OS AERÓSTATOS DE SANTOS DUMONT	60
9.1 Quigo DE MOTORES A EVIN OSÃO	60

8.2 O PRIMEIRO DIRIGÍVEL	65
8.3 OS NOVOS AERÓSTATOS DE SANTOS DUMONT	71
8.4 Contornando a Torre Eiffel	74
8.5 Depois do prêmio	77
9. DEPOIS DE SANTOS DUMONT	80
9.1 Os irmãos Lébaudy	80
9.2 O CONDE ZEPPELIN	83
10. CONCLUSÃO	86
BIBLIOGRAFIA	90

1. INTRODUÇÃO

Quando pensamos na história da aviação, lembramo-nos geralmente dos passos que levaram ao desenvolvimento dos aviões. No entanto, foram desenvolvidos ao longo do tempo outros tipos de técnicas para o vôo humano, como os balões. Embora, atualmente, sua importância prática seja muito pequena, trata-se de uma etapa importante (e que parecia extremamente promissora) na conquista dos céus. É importante entender como a evolução de balões e dirigíveis, muitas vezes com sacrifício de vidas¹, foi importante para que fosse realizado um grande desenvolvimento em pouco tempo, influenciando mudanças no mundo contemporâneo, com sua utilização em guerras e transporte, tornando seu desenvolvimento fundamental para a aviação como conhecemos hoje.²

Nos últimos anos do século XIX e primeiros do século XX, foram os dirigíveis que proporcionaram a Santos Dumont uma grande notoriedade, mas pouco se fala sobre isso, comparado com sua contribuição para o desenvolvimento do avião – que não será tratado aqui.

O número de projetos e invenções, com pouco ou nenhum sucesso, que fez parte desse desenvolvimento, é enorme. Teremos neste trabalho uma abordagem focalizando, principalmente, a participação de Santos Dumont no aperfeiçoamento dos dirigíveis, discutindo os aspectos científicos e técnicos envolvidos nesse trabalho.

Ubiratan D'Ambrosio questiona o fato de historiadores da ciência não se interessarem pelos aspectos técnicos científicos da obra de Santos Dumont:

Não se pode deixar de fazer uma especial referência a Alberto Santos Dumont, freqüentemente apresentado como um *playboy* internacional que gostava de fazer balões ou, com desmedido ufanismo, como pai espoliado da aviação. Mas o conhecimento dos princípios científicos que orientaram Santos Dumont nas

² A. de Vasconcellos, *Actualidades scientificas*. *A aeroestação*, p 6.

¹ F. Marion, Les ballons et les voyages aériens, p. 247.

suas experiências tem recebido pouca atenção de nossos historiadores das ciências e tecnologia³.

O questionamento feito por D'Ambrosio nos faz refletir. Por que não existe interesse dos historiadores da ciência em pesquisar os conhecimentos científicos e técnicos que permeiam o trabalho de Santos Dumont? Mas será que existia um conhecimento científico por trás desses trabalhos? Será que existe documentação que nos permita conhecer as bases científicas do inventor?

Em 1914 as pressões decorrentes da guerra mudaram drasticamente toda a Europa. Santos Dumont foi acusado de espionagem pelo governo francês, fato que o deixou muito decepcionado, pois dedicava boa parte de sua vida à França e ao seu povo. Por esse motivo, ele queimou seus desenhos, projetos e anotações técnicas e cientificas, deixando uma grande lacuna nesse sentido⁴, sobrando pouca coisa além de seus livros e recortes de jornais.

Os conhecimentos científicos de Santos Dumont e sua formação quase não são citadas em seus trabalhos. Ele não teve formação superior, mas seus conhecimentos científicos estão presentes em seus trabalhos; dessa forma podemos observar os conceitos técnicos, físicos e matemáticos utilizados por ele em seus inventos.

Em folheto chamado *A conquista do ar pelo aeronauta brasileiro* Santos=Dumont, de 1901, o próprio Santos Dumont afirma a importância da relação entre técnica e conceitos científicos teóricos na realização de trabalhos práticos.

A pratica é cega, quando não é iluminada pela luz da theoria e a theoria é defeituosa quando não se apóia dados da pratica.⁵

É inquestionável que alguns conceitos científicos e técnicos, principalmente sobre física e mecânica, eram essenciais no desenvolvimento dos dirigíveis.

³ U. D'Ambrosio, "Tendências historiográficas na história da ciência" *in* A. M. Alfonso-Goldfarb, & M. H. R. Beltran, orgs. *Escrevendo a história da ciência: tendências, propostas e discussões historiográficas*, p. 180.

⁴ H. L. de Barros, Santos-Dumont e a invenção do vôo, p. 101.

Conhecer as idéias de centro de massa, equilíbrio, torque, densidade, sustentação, potência, peso, resistência do ar e conceitos de hidrostática era fundamental para qualquer inventor que quisesse ter êxito em suas experiências – e deve-se notar que muitas das pessoas envolvidas com os balões tinham formação em engenharia ou outra área técnica. No entanto, muitas vezes alguns princípios básicos foram esquecidos na realização das experiências e por esse motivo houve sérias dificuldades no desenvolvimento do vôo controlado⁶.

Recentemente Alexandre Medeiros realizou um trabalho detalhado de análise do conhecimento científico e técnico envolvido nos balões de Santos Dumont⁷. É um trabalho interessante e que mostra de forma convincente a base de conhecimentos que ele deve ter adquirido. No entanto, a abordagem utilizada nesta dissertação será de outro tipo.

A ciência conhecida da época era suficiente para a obtenção dos principais resultados necessários; apesar disso, muitas vezes esses conhecimentos não eram bem aplicados pelos inventores.⁸ Apesar disso, os desenvolvimentos ocorreram, pois a maior parte dos inventores trabalhava com o conhecimento do concreto. Tratava-se de um desenvolvimento *técnico* e não *tecnológico*, de acordo com a distinção enfatizada por Ruy Gama⁹.

⁵ A. Santos Dumont, *A conquista do ar pelo aeronauta brasileiro Santos=Dumont*, p. 4.

⁶ H. L. Barros, Santos-Dumont e a invenção do vôo, p. 26.

⁷ A. Medeiros. Santos Dumont e a física do cotidiano.

⁸ F. Marion, Les ballons et les voyages aeriens, p. 53.

⁹ R. Gama, "A tecnologia em questão", *Revista USP* (set.-nov., 1990), 43-48.

2. A ORIGEM DOS BALÕES

2.1 O DESEJO DE VOAR

A vontade de voar esteve presente na humanidade desde tempos remotos, como mostram antigas lendas, como a de Dédalo e Ícaro. 10

Dédalo, o mais engenhoso arquiteto e escultor de sua época, construtor do labirinto do Minotauro na ilha de Creta, matou Talos, seu aluno demasiadamente diligente. Decide fugir e prepara para si e seu filho Ícaro asas de penas de pássaro, as quais liga com cera. As primeiras tentativas de vôo têm sucesso. Conseguem fugir. A ilha de Samos fica logo à sua esquerda, mas Ícaro, eufórico com o sucesso do vôo, se dirige a uma camada de ar superior. Aproxima-se demasiadamente do Sol. A cera de suas asas derrete-se e ele cai no mar.¹¹

Em uma lenda que fala sobre os antigos tesouros do Egito, encontrado em *As Campinas de Ouro* (al-Massoudi, século X) um escriba descreve uma história para seu filho mais velho.

Mas há também maravilhas da alta ciência herdadas de nossos antepassados, instrumentos prodigiosos, os quais multiplicam as dimensões e os poderes do homem, permitindo-lhe medir o tempo, prever o futuro, voar nos ares e avançar sob a água tão facilmente como sobre a terra.¹²

Registros e documentos da criatividade humana e do desejo inquestionável de voar acompanham a história da humanidade desde a Antigüidade. Muitos outros povos manifestaram o objetivo de dominar os ares, como China, Índia e Pérsia. Fatos concretos não existem, mas esses ilusões e sonhos sempre

¹⁰ F. Marion, Les Ballons et les voyages aériens, p. 14.

¹¹ R. Strehl, *O céu não tem fronteiras*, p. 10.

¹² A. Napoleão, & A. Jacobina, orgs. *História geral da aeronáutica brasileira*, p. 48.

estiveram presentes¹³. Deixando de lado sugestões e tentativas de imitar o vôo dos pássaros, com asas, vejamos como ocorreu o desenvolvimento dos balões.

2.2 AS LANTERNAS CHINESAS

Embora não tenham desenvolvido aparelhos para o transporte aéreo de seres humanos, os chineses criaram dispositivos que voavam: as pipas e os balões. De acordo com os registros históricos, o inventor do balão de ar quente foi o militar Zhuge Liang (181-234), também conhecido como Zhuge Kongming. Os balões eram feitos de papel, com uma estrutura de bambu e com um dispositivo que mantinha fogo aceso dentro deles. De acordo com os relatos tradicionais, o objetivo militar dos balões, que eram lançados durante a noite, era assustar os inimigos, ou realizar sinalização. Em homenagem ao seu inventor, esses dispositivos se tornaram conhecidos como "luzes de Kongming". 14

No entanto, Joseph Needham aponta indícios de que pequenos dispositivos voadores já eram utilizados na China muito tempo antes, no século II a.C. Em uma obra escrita pelo príncipe Liu An no segundo século antes da era cristã, descreve-se que a corrente de ar quente criada por madeira queimando podia fazer com que uma casca de ovo voasse¹⁵. Pode ser que a mesma idéia tivesse sido aplicada à construção de balões antes de Zhuge Liang, e que ele tenha sido simplesmente um personagem famoso que os usou e ao qual se resolveu atribuir a invenção.

Não se sabe se os balões de ar quente chineses foram divulgados na Europa. Porém, seja por transmissão por viajantes que estiveram no oriente, seja por descoberta independente, sabe-se que na Idade Média, pelo menos a partir do século IX, utilizavam-se balões de ar quente para sinalização militar¹⁶. Lynn White Jr. informa ainda a existência de gravuras dos séculos XIV e XVII que

¹³ L. Rodrigues, *História da conquista do ar*, p. 15.

¹⁴ Yinke Deng, *Ancient Chinese inventions*, p. 112-113.

¹⁵ J. Needham, Science and civilization in China, v. 4, parte 2, p. 596.

¹⁶ L. White Jr., "Eilmer of Malmesbury, an eleventh century aviator: a case study of technological innovation, its context and tradition", Technology and Culture, 2 (1961), p. 98, p. 108.

mostram o uso de balões com forma de dragão, para fins militares¹⁷. Houve, portanto, certa continuidade no uso desses dispositivos na Europa.

2.3 PROPOSTAS TEÓRICAS

No século XV, Giovanni da Fontana (ca. 1395-ca. 1455), de Veneza, discutiu na sua obra *Metologum de pisce cane et volucre* (texto escrito aproximadamente em 1420) a possibilidade de que uma pessoa pudesse voar em um tipo de balão de ar quente, aquecido por tochas que ela seguraria¹⁸. O autor rejeita essa idéia, por considerá-la muito perigosa: haveria um grande risco de que o envoltório do balão pegasse fogo, e a descida do balão representaria um grande risco. Pelo modo como Fontana apresenta sua análise, infere-se que a idéia já havia sido sugerida antes.

Um século depois, Giulio Cesare Scaligero (1484-1558) havia sugerido construir um dispositivo com uma fina folha de ouro, que devia ser cheio com ar, para voar¹⁹.

Em um livro publicado em 1670 (*Prodromo overo saggio di alcune inventioni nuove premesso all'arte maestra*), o padre jesuíta Francesco Lana (ca. 1631-1687) de Terzi sugeriu a construção de um barco aéreo que seria sustentado por esferas metálicas evacuadas (ver figura 1)²⁰.

O padre Lana apresentou uma análise quantitativa defendendo sua proposta²¹. Ele calculou que um pé cúbico de ar tem o peso de uma onça²² e meia (o valor correto seria um pouco menor), e que uma esfera de latão com 14 pés de diâmetro poderia conter 1437 pés cúbicos de ar, que pesaria 2155 onças. Se a esfera for muito fina e pesar apenas 3 onças por pé quadrado, então, como ela terá 616 pés quadrados, seu peso será de apenas 1848 onças, e se estiver totalmente vazia de ar pesará menos do que o ar deslocado, e flutuará, já que seu peso seria de 24 libras e 7 onças a menos. Para esvaziar a esfera de metal

¹⁸ L. Thorndike, *A history of magic and experimental science*, v. 4, p. 173.

¹⁷ Ibid.

¹⁹ G. Tiraboschi, *Storia della letteratura italiana*, pp. 375-376.

²⁰ L. Thorndike, *A history of magic and experimental science*, v. 7, p. 610.

²¹ C. Amoretti, F. Soave, "Delle macchine aerostatiche", *Opuscoli Scelti Sulle Scienze e Sulle Arti*, 6 (1783), p. 363-364.

bastaria enchê-la com água, ligando-a pela parte de baixo com um tubo dotado de torneira, com comprimento de pelo menos 47 pés de comprimento. Abrindo-se a torneira, a água sairá e a esfera ficará vazia.

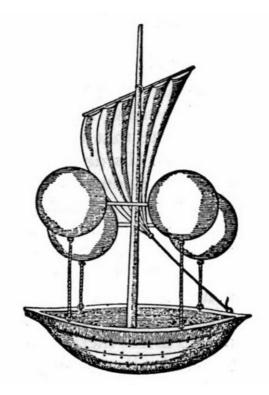


Figura 1. O barco aéreo de Francesco Lana (1670)²³.

Note-se que o princípio teórico do funcionamento dos balões, ou seja, o empuxo aerostático, estava perfeitamente compreendido tanto sob o ponto de vista qualitativo como do ponto de vista quantitativo.

É interessante que o padre Francesco Lana defende a possibilidade prática de seu invento, mas afirma que Deus impedirá sua construção, pois ela teria muitos usos militares²⁴.

A proposta de Francesco Lana foi bastante divulgada e discutida²⁵. Christaan Huygens considerou a idéia "muito bem fundamentada em teoria", mas

²² A antiga unidade de peso "onça" equivale a 1/16 de uma libra, ou 30,6 g.

²³ http://www.centennialofflight.gov/timeline/ri_images.cfm

²⁴ M. F. Ashley-Montagu, "The conscience of the past and the practice of the present", *Science* 90 (1939), p. 180.

²⁵ L. Thorndike, *A history of magic and experimental science*, v. 8, p. 223; M. F. Ashley-Montagu, op. cit.

impossível de ser colocada em prática²⁶. Uma esfera metálica fina, evacuada, não resistiria à pressão atmosférica externa; e se fosse suficientemente resistente, seria demasiadamente pesada. Críticas semelhantes foram feitas por Robert Hooke²⁷.

²⁶ P. E. Ariotti, "Christiaan Huygens: aviation pioneer extraordinary", *Annals of Science*, 36 (1979), p. 616.

²⁷ M. F. Ashley-Montagu, op. cit., p. 180.

3. BARTHOLOMEU LOURENÇO DE GUSMÃO

No início do século XVIII outro padre jesuíta, Bartholomeu Lourenço de Gusmão (1685-1724), nascido no Brasil, desempenhou um papel relevante – porém, não tão importante quanto apregoam os nacionalistas mais exaltados. A contribuição de Bartholomeu de Gusmão tem dois aspectos conflitantes. Por um lado, há documentos que mostram seu projeto de um veículo aéreo chamado "Passarola", que é totalmente inviável. Por outro lado, há documentos que indicam que ele fez demonstrações públicas de um pequeno balão de ar quente. Vejamos um pouco dessas histórias.

3.1 ALGUMAS INFORMAÇÕES BIOGRÁFICAS

Bartholomeu era filho do cirurgião Francisco Lourenço e de Maria Álvares. Nasceu em Santos, na província de São Paulo, no mês de dezembro de 1685. Adquiriu o sobrenome Gusmão com o intuito de homenagear o provincial dos jesuítas no Brasil. Teve uma vida muito curta, morrendo aos 39 anos, longe de sua pátria, em Toledo, num hospital de indigentes²⁸.

Sob orientação de Alexandre de Gusmão, cursou o seminário jesuíta em Belém da Cachoeira, no estado da Bahia, tornando-se noviço. Seu tutor Alexandre ocupou o cargo de secretário do rei D. João V, ficando conhecido como o negociador que consolidou as fronteiras brasileiras expandidas pelos bandeirantes para oeste, e de certa forma anulando o que estava disposto no Tratado de Tordesilhas.

Com 15 anos, Bartholomeu foi para Portugal, onde estudou direito religioso na cidade de Coimbra, logo após ordenando-se sacerdote da Companhia de Jesus. Mudou-se para Lisboa no ano de 1701, onde estudou matemática e física, principalmente a mecânica. Obteve grande destaque como pregador religioso e recebeu do rei o cargo de capelão da Casa Real.

²⁸ A. Napoleão, & A. Jacobina, orgs. *História geral da aeronática brasileira*, p. 68.

Quando voltou para Salvador, construiu um tipo de bomba elevatória, que abastecia o colégio dos padres com a água puxada do rio Paraguaçu. Foi essa sua primeira invenção, mostrando seus conhecimentos técnicos.

Uma possível indicação de que algum ensino científico seria ministrado pode ser vislumbrada nos vários projetos de bombas mecânicas para água elaborados e "patenteados" por Bartholomeu Lourenço de Gusmão quando de sua estada no Seminário da Cachoeira, próximo a Salvador, e do projeto dos pequenos balões de ar quente que levou para Portugal e pôs em prática no mesmo ano, 1709²⁹.

Em 1705, Bartholomeu embarcou para a metrópole, matriculando-se na Faculdade de Cânones da Universidade de Coimbra em 1708. Foi quando desenvolveu notavelmente os seus estudos em Física e Matemática que, desde a sua adolescência, sempre tinham despertado seu interesse.

3.2 A PETIÇÃO DE PRIVILÉGIO

Em 1708 Gusmão trabalha com muita dedicação no projeto de uma máquina capaz de voar. Entrega então ao Rei Dom João V uma "petição de privilégio" sobre o seu "instrumento de andar pelo ar", que lhe é concedida por alvará, em 17 de Abril de 1709, como mostra trecho descrito por Francisco Freire de Carvalho, copiado na Torre do Tombo, de documento da chancelaria d'El-Rei Dom João V.

Petição do Pe. Bartholomeu Lourenço sobre o Instrumento que inventou para andar pelo ar, e suas utilidades.

Diz o licenciado Bartholomeu Lourenço, que ele tem descoberto hum instrumento para andar no pelo ar da mesma sorte, que pela terra, e pelo mar com muita brevidade; fazendo-se muitas vezes duzentas e mais léguas do caminho por dia, nos quaes instrumentos se poderão levar os avisos de mais importância aos exércitos e terras mais remotas quase no mesmo tempo, em que se resolveu: no que interessa a Vossa Majestade muito mais que todos os outros Príncipes, pela

10

²⁹ C. A. L. Filgueiras, *Bartolomeu de Gusmão – um eco da Revolução Científica no Brasil Colonial*, p. 72.

maior distância dos seus domínio, evitando desta forma os desgovernos das conquistas, [...]. ³⁰

Após tal pedido, Bartholomeu teve apoio do governo para desenvolver seu trabalho além de receber boa ajuda financeira para continuar seus estudos e pesquisas no desenvolvimento do que chamou de "instrumento para andar pelo ar".

Como parece à Mesa: e além das penas, acrescento a de morte aos transgressores e para com mais vontade o supplicante se aplicar ao novo instrumento, obrando os effeitos, que relata, lhe faço mercê da primeira Dignidade, que vagar em miinhas Collegiadas de Barcellos, ou Santarem, e de Lente de Prima de Mathematica na Minha Universidade de Coimbra, com seiscentos mil réis de renda, que crio de novo em vida do Supplicante somente. Lisboa, 17 de abril de 1709. Com rubrica de Sua Majestade³¹.

Portanto, Bartholomeu de Gusmão solicitou e obteve o privilégio real de uso de sua máquina voadora, além de benefícios financeiros. Mas o que era essa máquina, exatamente? Esses documentos oficiais não a descrevem.

3.3 A "PASSAROLA"

A primeira notícia impressa sobre os experimentos de Gusmão foi publicada em 1759, na obra *Raridades da natureza e da art*e, de Pedro Norberto de Aucourt e Padilha. Depois de se referir a algumas tentativas antigas de voar, ele comentou: "O padre Bartholomeu Lourenço de Gusmão trabalhou no mesmo projecto e com effeito em huma maquina de papelam se elevou na presença do Senhor Rey D. Joam V"³². Não havia mais detalhes, nessa fonte.

O desenho da "Passarola" de Gusmão (figura 2) foi publicado em 1774 em Portugal, sob a forma de um folheto, com o título: "Maquina aerostatica que pela primeira vez se vio na Europa, inventada pelo celebre Bartholomeu Lourenço, por

³⁰ A. Napoleão, & A. Jacobina, *História geral da aeronática brasileira*, p. 84.

³¹ A. Napoleão, & A. Jacobina, *História geral da aeronática brasileira*, p. 84..

³² R. Southey, *Sir Thomas More, or colloquies on the progress and prospects of society.* London: John Murray, 1831. Vol. 2, p. 390.

antonomásia o Voador, Irman do insigne Alexandre de Gusmão. Lançada ao ar no Castello de S. Jorge de Lisboa; donde o author desceo nella ao Terreiro do Paço em 20 de Abril de 1709"³³. Note-se que o título afirma que Bartholomeu de Gusmão viajou naquele veículo aéreo uma grande distância (o Castelo de São Jorge fica em um morro muito distante do Terreiro do Paço). A mesma figura da "Passarola" aparentemente já havia sido publicada na Alemanha, em 1709³⁴.

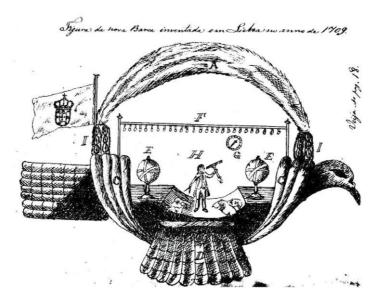


Figura 2. A *Passarola* de Bartholomeu Lourenço de Gusmão ("Figura de uma nova barca inventada em Lisboa no anno de 1709") ³⁵.

Segundo a descrição que acompanha a gravura impressa em Portugal, as duas esferas indicadas pela letra *E* seriam as responsáveis pela sustentação magnética do barco aéreo:

E - Apontam as figuras esféricas, em que está o seguro atrativo; são feitas de metal: servem de cobertura para se não corromper a pedra de cevar, que por dentro do pé, que é oco, atrairá a si continuamente a barca, cujo corpo é de madeira forrado de chapas de ferro, e pela parte interior forrada de estreitas

³³ R. Southey, *op. cit.*, p. 390.

³⁴ A. Napoleão & A. J. Lacombe, *História geral da aeronática brasileira.* Rio de Janeiro: Itatiaia, 1988, p. 77-78.

³⁵ Documento da época com o esquema da *Passarola*, arquivado na Biblioteca Nacional (Rio de Janeiro, RJ) http://www.novomilenio.inf.br/santos/h0057a.htm

tábuas feitas de palha de centeio para a comodidade da gente, que levará até dez homens, e com seu inventor, onze. ³⁶

Dava-se o nome de "pedras de cevar" aos ímãs. Portanto, a explicação fornecida indicava que os ímãs colocados nas duas esferas atrairiam e sustentariam o barco. O verso da estampa tinha uma explicação adicional:

Não obstante que o autor da máquina diga, que dentro dos globos vai o magneto, cuja virtude fará subir a barca; contudo não é a sua elevação por força da virtude atrativa, mas sim pela força do gás, que os mesmos globos têm dentro, e a que o mesmo autor chama – segredo – que não quis declarar talvez por boas razões que para isso tivesse. ³⁷

É evidente que o aparelho jamais poderia subir aos ares, seja por atração magnética (já que precisaria violar a lei de ação e reação), seja por qualquer gás contido nas esferas metálicas (por causa do pequeno empuxo aerostático que seria produzido). Embora alguns autores tenham alegado a viabilidade desse aparelho, mesmo Afonso Taunay, o mais importante defensor da importância do trabalho de Bartholomeu de Gusmão, admite que esse dispositivo não poderia funcionar³⁸.

Vários autores ridicularizam o invento de Gusmão:

Segundo alguns, um certo Lourenço de Gusmão, monge do Rio de Janeiro, tendo visto flutuar diante da janela de sua célula uma casca de ovo ou de laranja, havia em 1720 lançado um balão diante de seus companheiros atônitos; segundo outros, esse monge se elevou em Lisboa, em 1736, em um cesto de vime, diante do rei João V, até a cornija do palácio, de onde caiu. As datas concordam pouco; pois outros relatos colocam a pretendida ascensão de Gusmão em 1709. A gravura que fornecemos aqui, tirada da Biblioteca da rua Richelieu, é o único traço

³⁷ A. Napoleão & A. J. Lacombe, *op. cit.*, p. 79-80.

13

³⁶ A. Napoleão & A. J. Lacombe, op. cit., p. 79.

³⁸ A. Napoleão & A. J. Lacombe, op. cit., p. 79.

encontrado da dita invenção de Gusmão. Nós a reproduzimos em toda sua bizarrice³⁹.

Até autores brasileiros discordam da primazia dos aeróstatos atribuída a Gusmão, alegando falta de evidências convincentes.

Mas o que era esta machina? Era realmente um balão? Longe disso. Embora faltem quasi em absoluto elementos para podermos fazer uma idéia exacta de machina de Bartholomeu Lourenço, póde affoitamente dizer-se, pelas suas escassas descripções e por um seu desenho dum gravador do século XVIII, que o invento se parece mais com as criações phantasistas dos anteriores inventores do que com verdadeiro balão [...] alguns portugueses e brazileiros se tenham esforçado por reivindicar para Bartholomeu Lourenço de Gusmão a prioridade da descoberta dos balões, as provas apresentadas não lógram convencer⁴⁰.

3.4 O BALÃO DE AR QUENTE DE GUSMÃO

Diante da dificuldade encontrada para esclarecer o que o padre Lourenço de Gusmão realmente fez, vários pesquisadores procuraram localizar mais documentos da época. Afonso de Taunay publicou em 1938 a primeira edição de uma obra de peso⁴¹, onde reuniu grande número de evidências que apontam para uma realização bem mais simples do padre: um simples balão de ar quente, semelhante aos dos antigos chineses.

As evidências relativas ao balão de ar quente de Bartholomeu de Gusmão são diversos documentos da época, descrevendo os experimentos que fez na corte, em Lisboa. Uma dessas descrições, de autoria de Salvador Antônio Ferreira, informa:

⁴⁰ A. de Vasconcellos, *Actualidades scientificas. A aerostação*, p. 14-15.

³⁹ F. Marion, Les ballons et les voyages aériens, p. 23-24.

⁴¹ A. K. Manchester, "A vida gloriosa e trágica de Bartholomeu de Gusmão, by Affonso de E. Taunay; Bartholomeu de Gusmão e a sua prioridade aerostática. by Affonso de E. Taunay", pp. 71-73

A 3 de agosto de 1709 quis fazer o Padre Bartholomeu Lourenço exame ou experiência, do invento de voar – para isso foi a casa que fica debaixo das embaixadas – que não surgiu effeito, porque logo ao principio se queimou.

A 5 do mesmo mez veio o ditto padre com um meio globo de madeira delgado, e dentro trazia um globo de papel grosso, mettendo-lhe no fundo um tijela com fogo material; o qual subiu mais de 20 palmos e como o fogo ia bem aceso, começou a arder o papel subindo; e o meio globo de madeira ficou no chão sem subir, porque ficou frustrado o intento.

E como o globo ia chegando ao tecto da casa acudiram com paus dois creados da casa real, para evitar o pegar algum desastre, assistindo a tudo Sua Majestade com toda a Casa Real e várias pessoas.

Quinta feira, 3 de outubro fez o Padre Bartholomeu de Quental, digo Bartholomeu Lourenço, outro exame no pateo da casa da India, com o instrumento de voar, que tendo já subido a bastante altura, cahiu no chão sem effeito. 42

Esta descrição, com a qual concordam outros documentos da época, indica de forma bastante clara que o aparelho construído e exibido pelo padre era um pequeno balão de ar quente, feito de papel, ao qual estava preso, na parte inferior, um pequeno barco de madeira (que não subiu junto). O balão subiu apenas alguns metros, sendo um experimento bem sucedido feito dentro de uma sala, e o outro ao ar livre. A partir de outros relatos, infere-se que teriam sido feitos ao todo quatro experimentos com pequenos balões de ar quente⁴³. Nenhuma das testemunhas indica a existência de aparelhos semelhantes à "Passarola", nem experimentos em grande escala que pudessem erguer uma pessoa aos ares.

Reduzida assim às devidas proporções, a invenção do padre Bartholomeu de Gusmão pode ser aceita como verdadeira; porém, não tem nada de extraordinário – trata-se de uma recriação das luzes chinesas, ou dos balões usados na Europa desde a Idade Média. Os experimentos desse padre não tiveram continuidade, não tendo assim tido grande influência.

⁴² A. Napoleão & A. J. Lacombe, *op. cit.*, p. 93.

⁴³ A. Napoleão & A. J. Lacombe, *op. cit.*, p. 96.

3.5 A PROPOSTA DE JEAN GALIEN

Posteriormente continuaram a surgir propostas de aparelhos que pudessem flutuar no ar. Em uma obra publicada em 1755, intitulada "L'art de naviguer dans les airs", o padre dominicano Jean Galien propôs que se construísse uma esfera "de bom tecido encerado o impermeável, bem contornada por cordas e repleta por um ar mais leve do que o comum", para voar. O ar adequado teria apenas a metade do peso (ou densidade) do nosso ar ambiente; segundo o autor, esse ar poderia ser obtido na atmosfera, à altura das nuvens onde se forma o granizo⁴⁴.

Como no caso de Francesco Lana, a proposta de Galien estava fundamentada claramente no princípio de Arquimedes. Ele sugere a construção de um aparelho de enormes proporções, e faz estimativas corretas de seu empuxo aerostático. Assim, pode-se perceber que pessoas bem informadas sobre ciência fundamental eram capazes de conceber a possibilidade teórica de construção de grandes balões.

⁴⁴ C. Amoretti & F. Soave, "Delle macchine aerostatiche", p. 365; G. Tiraboschi, *Storia della letteratura italiana*, p. 375-376; F. Marion, *Les ballons et les voyages aériens*, p. 20-23.

4. OS PRIMEIROS AERÓSTATOS DE GRANDES PROPORÇÕES

4.1 OS IRMÃOS MONTGOLFIER

Os franceses Joseph Michel Montgolfier (1740-1810) e Jacques Étienne Montgolfier (1745-1799) tiveram importante papel no desenvolvimento dos balões de grandes proporções, levando pela primeira vez à efetiva concretização do vôo humano.

Era o dia 5 de junho de 1783 [...]. A população de Annonay, pequena cidade do Vivarais, nas Cévennes, e os membros da assembléia provincial, analisam com incredulidade e sem nada compreender da experiência prometida, o grande saco de papel que está caído ali, mole e vazio, no jardim do convento de Cordeliers. No entanto, embora todos duvidem do sucesso da tentativa que vai ocorrer, os dois experimentadores, Étienne e Joseph de Montgolfier, estão trangüilos e possuem boas razões para isso. 45

A primeira demonstração pública do balão dos irmãos Étienne e Joseph havia sido precedida por meses de tentativas privadas, e eles sabiam o que estavam fazendo.

A família Montgolfier era proprietária de fábricas de papel em uma pequena cidade provinciana chamada Annonay, no vale Cance, entre Lyon e Valence, na França. Há séculos a família se dedicava a esse tipo de trabalho, o que havia proporcionado, por um lado, uma boa riqueza e, por outro, a disponibilidade do material que seria utilizado pelos irmãos Montgolfier em seus experimentos.

Há muitas versões diferentes sobre o modo pelo qual eles começaram a pensar na possibilidade de construção de balões, as quais não vamos relatar aqui. Em novembro de 1782 começaram a construir diferentes tipos de balões, primeiramente pequenos, depois maiores. Sabe-se com segurança que eles não tinham bons conhecimentos científicos e que não estavam se baseando no princípio de Arquimedes⁴⁶. Durante algum tempo, eles pensaram que era a

⁴⁵ H. Graffigny, *Les ballons dirigeables et la navigation aérienne*, p. 28.

⁴⁶ L. Figuier, *Les aérostats*, p. 8.

fumaça ou algum "ar" especial que fazia com que o dispositivo ficasse "leve" e subisse.

Começaram com pequenos dispositivos de papel e de tecido, aumentando gradualmente o seu tamanho: dimensões de um metro, depois três metros... Passaram a utilizar sistematicamente o papel como material de construção, já que podiam dispor do tipo e quantidade que quisessem. Em abril de 1783 construíram um balão de grandes proporções, com diâmetro de onze metros e capacidade de 750 metros cúbicos, quando cheio de ar quente. Era feito de um tecido grosseiro, recoberto com papel e com uma rede de cordas de cânhamo. As diversas partes eram presas umas às outras com botões e presilhas, não havendo a preocupação de formar um dispositivo do qual o ar quente não pudesse escapar.

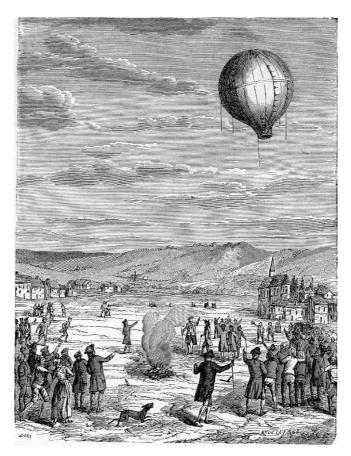


Figura 3. Experiência feita em Annonay, 4 de junho de 1783, pelos irmãos Montgolfier⁴⁷.

A altura do balão correspondia a quase quatro andares de um prédio atual e seu peso era de aproximadamente 250 kg. Nos dois testes realizados sem a

⁴⁷ Album de la science, p. 164.

presença de público, o balão subiu a uma altura de centenas de metros e depois caiu, sendo recuperado.

Na primeira demonstração pública realizada em Annonay, no dia 4 de junho de 1783, o balão foi enchido com ar quente produzido pela queima de uma mistura de palha e lã, e à medida que se inflava era mantido no solo por oito pessoas. O balão não levava consigo nenhuma chama; o fogo que produzia o ar quente era mantido no solo (figura 3). Quando foi solto, subiu cerca de 2.000 metros e se deslocou a uma distância de centenas de metros, levado por uma brisa, caindo depois de dez minutos (porque o ar quente escapava pelas costuras e emendas) ⁴⁸.

Este foi o passo fundamental para a criação de balões para fins práticos. Os irmãos Montgolfier conseguiram produzir um aparelho suficientemente grande, resistente e razoavelmente leve, que não apenas era capaz de erguer seu próprio peso, mas poderia também transportar uma carga significativa – como pessoas. Além disso, como era utilizado o fogo para produzir ar quente, conseguiram também evitar que o balão se incendiasse, enquanto era enchido.

A repercussão popular e científica foi rápida e forte.

Poucos dias depois, a sensacional noticia era communicada á Academia das Sciencias de Paris, causando em todas as esferas sociaes uma estraordinaria emoção. É preciso ler as memórias do tempo para se poder fazer uma idéia do enthusiasmo verdadeiramente louco causado por esta experiência. A Academia nomeia immediatamente uma commissão que solicita a vinda a Paris dos irmãos⁴⁹

Porém, antes que os irmãos Montgolfier repetissem seu experimento com o aeróstato⁵⁰ na capital, um físico francês se adiantou e construiu rapidamente um grande balão cheio de hidrogênio, que subiu em Paris no mês de agosto de 1783 – apenas dois meses depois do experimento de Annonay.

⁵⁰ Como logo ficou claro que a causa da sustentação do balão era o empuxo aerostático (princípio de Arquimedes), esses aparelhos passaram a ser conhecidos por "aeróstatos".

⁴⁸ F. Vera, *Inventores célebres*, p. 217 ; L. Figuier, *Les aérostats*, p. 10.

⁴⁹ A. de Vasconcellos, *Actualidades scientificas A aeroestação*, p. 23.

4.2 O BALÃO DE HIDROGÊNIO DE JACQUES CHARLES

Alguns anos antes dos experimentos dos irmãos Montgolfier, havia um intenso estudo científico de novos tipos de gases (ou "ares", como eram chamados na época). Joseph Black, Henry Cavendish, Daniel Rutherford, Carl Wilhelm Scheele, Joseph Priestley e Antoine-Laurent Lavoisier, além de outros pesquisadores, estavam desenvolvendo a nova "física pneumática", que acabou levando a uma revolução na química⁵¹. Em 1766, Henry Cavendish descobriu que, tratando metais como ferro, zinco ou estanho com ácido clorídrico ou sulfúrico, obtinha-se um novo tipo de "ar" que podia pegar fogo facilmente. Por isso, ele o chamou de "ar inflamável", sendo depois denominado "hidrogênio" por Lavoisier (em 1783). Cavendish verificou que o "ar inflamável" tinha densidade muito menor do que o ar, e que produzia água quando queimava.

O químico Joseph Black sugeriu que seria possível fazer um recipiente leve voar enchendo-o de hidrogênio, mas não fez nenhum teste. O italiano Tiberio Cavallo (1749-1809), que vivia na Inglaterra, iniciou experimentos com hidrogênio, primeiramente enchendo bolhas de sabão que subiam, depois tentando fazer com que bexigas e sacos de papel voassem. Percebeu que o papel era poroso e deixava o hidrogênio escapar rapidamente⁵². Publicou suas observações em 1782, um ano antes do experimento público dos irmãos Montgolfier.

Após a divulgação do experimento realizado em Annonay, o jovem professor Jacques Alexandre César Charles (1746-1823), que conhecia os estudos de Cavallo, resolveu construir um grande balão cheio de hidrogênio. Com apoio da Academia de Ciências de Paris, fez um balão cujas paredes eram de seda emborrachada (para impedir a saída do gás). Não apenas o invólucro do aparelho, como também a produção de uma enorme quantidade de hidrogênio através de reação de ferro com ácidos, exigiram despesas consideráveis. O risco de trabalhar com uma quantidade enorme de hidrogênio era muito grande. A execução do balão foi supervisionada por Charles e executada pelos irmãos Nicholas Louis Robert Robert (1758-1820) e Marie-Noel Robert (1761-1828), fabricantes de instrumentos científicos⁵³.

⁵¹ C. A. L. Filgueiras, *Lavoisier e o estabelecimento da química moderna*.

⁵² A. de Vasconcellos, *Actualidades scientificas. A aerostação*, p. 19.

⁵³ L. Figuier, *Les aérostats*, pp. 10-11.

No dia 23 de agosto de 1783 foi realizado o primeiro experimento público com o balão de hidrogênio construído por Charles e pelos irmãos Robert, com total sucesso (figura 4). Estima-se que o público presente era de 300.000 pessoas – ou seja, a metade da população de Paris, na época⁵⁴. Depois de subir aproximadamente mil e quinhentos metros e voar durante 45 minutos, o balão se rompeu, pois era fechado e havia sido lançado totalmente cheio de gás. Caiu a 24 km de distância, na região rural de Écouen, onde foi totalmente destruído pelos camponeses assustados, que não compreenderam o que seria aquele objeto voador.

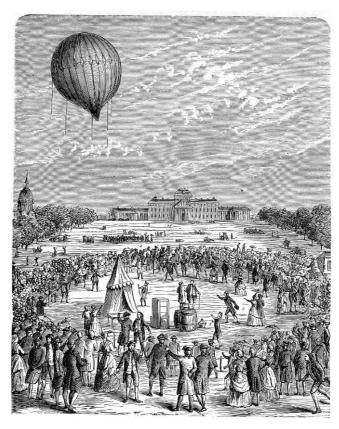


Figura 4. Primeiro aeróstato com gás hidrogênio, lançado do Campo de Marte de Paris por Charles e pelos irmãos Robert no dia 27 de agosto de 1783.⁵⁵

4.3 OS PRIMEIROS VÕOS TRIPULADOS

Convidado pela Academia de Ciências, Étienne Montgolfier havia se deslocado até Paris e assistiu ao experimento do aeróstato com hidrogênio de

⁵⁴ H. Graffigny, *Les ballons dirigeables*, p. 30; L. Figuier, *Les aérostats*, p. 12.

⁵⁵ Album de la science, p. 165.

Charles⁵⁶. Ele estava construindo um novo balão de ar quente, para fazer uma demonstração pública. Resolveu fazer um aparelho maior do que o de Annonay, e capaz de transportar pessoas. Porém, por precaução, resolveu fazer primeiramente um experimento com animais.

O novo aeróstato tinha 22 metros de altura e 15 de diâmetro na parte central. Era construído por um tecido forte (de um tipo empregado para fazer sacos) coberto de papel no interior e no exterior. Porém, no dia do primeiro experimento com esse aparelho, quando estava cheio pela metade, ocorreu uma tempestade. Os fortes ventos destruíram o balão cujo papel estava molhado⁵⁷.



Figura 5. Balão do tipo Montgolfier lançado em Versalhes, na presença do Rei, no dia 19 de setembro de 1783, transportando três animais.⁵⁸

Em uma semana, Étienne construiu outro balão, desta vez esférico. O balão era revestido por uma tela de algodão, que foi pintada de azul e ornamentada

⁵⁶ L. Figuier, *Les aérostats*, pp. 15-16.

⁵⁷ L. Figuier, *Les aérostats*, p. 16.

com ouro (figura 5). No dia 19 de setembro foi feito o lançamento do balão no jardim do palácio de Versalhes, na presença do rei Luiz XVI, de Marie Antoinette e de uma enorme multidão. O balão transportava, em sua parte inferior, uma grande gaiola com um galo, um pato e um carneiro. Depois que estava cheio de ar quente, as cordas foram cortadas e ele subiu a uma grande altura, mas por pouco tempo, pois havia se fendido em um lado. Desceu em um bosque próximo, onde os animais foram resgatados.

O passo seguinte era uma viagem de balão com tripulantes humanos. Tanto Étienne Montgolfier quanto Charles e Robert estavam empenhados para serem os primeiros a conseguir tal feito. Charles pediu doações públicas de dinheiro para ajudar a construir um grande balão de seda, com hidrogênio, capaz de transportar duas pessoas. Em dois dias arrecadou 10.000 francos⁵⁹. Mas não conseguiu construir seu novo balão tão rapidamente quanto esperava.

Montgolfier construiu um novo balão de ar quente, com cerca de 15 metros de diâmetro e capacidade interna de 1.600 metros cúbicos. Em outubro foram feitos alguns experimentos de vôos com um tripulante, o jovem professor Jean-François Pilâtre de Rozier (1754-1785). Nesses primeiros testes, o balão era mantido preso ao solo por fortes cordas. No dia 15 de outubro de 1783, Pilâtre de Rozier permaneceu cerca de quatro minutos a uma altura de 25 metros do solo; foram feitos outros testes nos dias seguintes, e a 19 de outubro o primeiro experimento público (ainda com o balão atado por uma corda). Esse teste foi realizado na Manufatura Real de papéis (onde o balão foi construído), e o aparelho levou em um cesto o superintendente da Manufatura (Jean-Baptiste Réveillon) juntamente com Pilâtre de Rozier e André Giroud de Villette (1752-1787).

O novo balão era oval, com altura de 23 metros e diâmetro de 13 metros. Sua capacidade era de 2.000 metros cúbicos. Era também azul, adornado com figuras em dourado. Na parte inferior, que tinha uma abertura de 4 metros, estava fixada uma grelha onde se podia queimar a mistura de palha e lã usada pelos Montgolfier, para manter aquecido o ar dentro do balão (nos anteriores, o fogo era mantido no solo).

⁵⁸ Album de la science, p. 166.

⁵⁹ H. Graffigny, Les ballons dirigeables et la navigation aérienne, p. 31.

No experimento de 19 de outubro, primeiramente Pilâtre de Rozier sobe sozinho, com o balão preso à corda ("cativo"), até a altura de 80 metros. Regulando o fogo, ele consegue fazer com que o balão suba e baixe. Depois, é feito novo experimento com duas pessoas (Pilâtre e Giroud de Villette), que atingem uma altura de 105 metros, onde permanecem 9 minutos⁶⁰.

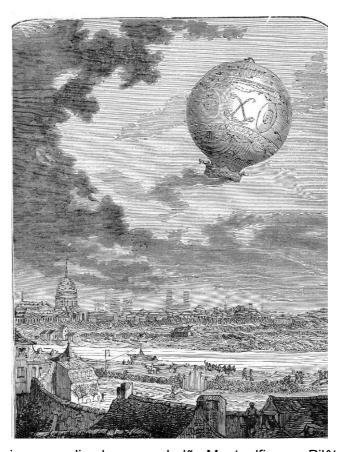


Figura 6. Primeira viagem realizada em um balão Montgolfier por Pilâtre de Rozier e pelo Marquês de Arandes, dia 21 de novembro de 1783.⁶¹

O passo seguinte era o vôo livre. Os dois voluntários eram Pilâtre de Rozier e o Marquês de Arandes, François Laurent (1742-1809)⁶². No entanto, o rei Luiz XVI proibiu o experimento, ordenando que no lugar deles fossem enviados no vôo dois criminosos condenados à morte. Pilâtre e o Marquês de Arandes

⁶⁰ H. Graffigny, Les ballons dirigeables et la navigation aérienne, p. 33.

⁶¹ Album de la science, p. 168.

⁶² L. Figuier, Les aérostat, p. 58.

conseguiram dissuadir o rei, que revogou sua ordem⁶³. O primeiro vôo livre em balão tripulado por seres humanos foi realizado no dia 21 de novembro de 1783. O vôo durou meia hora e o balão percorreu 8 km, descendo sem problemas. Essa data é considerada aquela em que houve o primeiro vôo humano documentado da história.



Figura 7. Primeira ascensão tripulada em balão de hidrogênio, por Charles e Robert, no dia 1º de dezembro de 1783. ⁶⁴

Menos de duas semanas depois, no dia 1º de dezembro de 1783, foi realizado o primeiro vôo tripulado de um balão de hidrogênio, do qual participaram Charles e Robert. O balão tinha 9 metros de diâmetro e subiu do jardim das Tuileries, na presença do rei e de uma multidão com cerca de 400.000 pessoas⁶⁵. O vôo durou uma hora e meia e os transportou a uma distância de 40 km. Quando

⁶³ F. Vera, *Inventores célebres*, p. 219; L. Figuier, *Les aérostat*, p. 58.

⁶⁴ Album de la science, p. 170.

⁶⁵ H. Graffigny, *Les ballons dirigeables et la navigation aérienne*, p. 31.

o balão desceu ao solo, Robert saiu do balão e Charles permaneceu; o balão subiu novamente, por causa do menor peso, ficando mais meia hora no ar.

Considera-se que Charles contribuiu muito para o desenvolvimento dos vôos tripulados, pois desde esse primeiro experimento ele dotou seu aparelho de um conjunto importante de características que foram mantidas pelos balonistas que o seguiram: colocou uma válvula na parte superior do balão para controlar a saída do gás, permitindo a descida de uma forma suave; fez uma rede de cordas que passava por cima do balão e que sustentava a barquinha, distribuindo seu peso de modo uniforme; utilizou lastro que podia ser jogado fora, para controle da subida; desenvolveu o processo de impermeabilização e vedação do tecido, para evitar a saída do hidrogênio; e utilizou um barômetro para determinar a altura de ascensão⁶⁶.

A corrida pela construção de balões e obtenção de novos resultados prosseguiu. No dia 19 de janeiro, um enorme balão de ar quente construído pelos Montgolfier transportou sete passageiros a uma altura de 900 metros sobre a cidade de Lyons.

Pode-se perceber como foi rápido o desenvolvimento dos aeróstatos. Em poucos meses, já existiam dois tipos de aparelhos (ar quente e hidrogênio) e já haviam sido realizados vários vôos tripulados.

4.4 A DIFUSÃO DOS BALÕES

Após essas ascensões, algo como uma "balomania" tomou conta dos céus de Paris, sendo usados tanto balões de hidrogênio chamados de charlières quanto os de ar quente, montgolfières, sendo o primeiro tipo considerado mais seguro⁶⁷, pois não precisava ser utilizada uma chama no balão, mas o segundo tipo era mais comum, uma vez que o hidrogênio era caro e raro⁶⁸. Apenas na França, foram registrados 76 vôos tripulados entre 1783 e 1790. Além de balões transportando pessoas, eram feitos muitos testes com aparelhos menores, apenas por diversão.

⁶⁶ F. Marion, Les ballons et les voyages aériens, p. 99.

⁶⁷ Posteriormente ocorreram acidentes muito graves com balões utilizando hidrogênio, mas nessa época o risco não parecia grande.

⁶⁸ P. Hoffmam, *Asas da loucura*, p. 26.

Fora da França, o primeiro balão tripulado foi construído em Milão, sendo lançado no dia 25 de fevereiro de 1784 pelo cavaleiro Paul Andreani e os irmãos Gerli. Era um grande aeróstato do tipo Montgolfier, com 20 metros de diâmetro. O vôo foi bem sucedido⁶⁹.

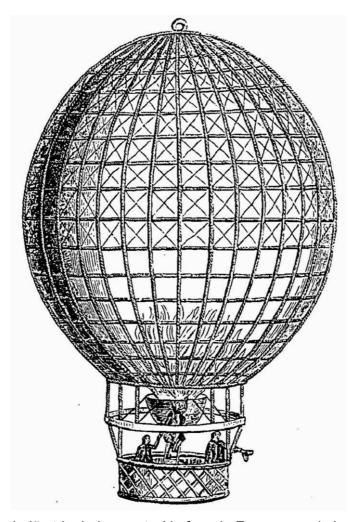


Figura 8. Primeiro balão tripulado construído fora da França, sendo lançado em Milão no dia 25 de fevereiro de 1784 por Paul Andreani e os irmãos Gerli.

O balonismo se espalhou, mas tratava-se de uma aventura, com riscos. No dia 7 de janeiro de 1785, Jean-Pierre Francois Blanchard (1753-1809) e o médico norte-americano John Jeffries (1745-1819), que já tinham adquirido alguma experiência em vôos, fizeram a primeira travessia do Canal da Mancha em um balão de hidrogênio. A viagem durou duas horas e meia. Ocorrido perda de gás, e

⁶⁹ L. Figuier, *Les aérostats*, pp. 34-35.

o balão começou a baixar antes de chegar à terra. Os dois tripulantes lançaram para fora todo o lastro, depois sua comida, equipagem e roupas, para conseguir chegar ao outro lado⁷⁰.

Pilâtre de Rozier, que tinha participado da primeira ascensão em balão livre, foi também a primeira vítima fatal. No dia 15 de junho de 1785, com seu amigo Pierre Romain, ele tentou a travessia do Canal da Mancha em um novo tipo de balão. Debaixo de um grande balão cheio de hidrogênio, ele afixou um segundo balão com ar aquecido por fogo. Ele pretendia assim valer-se das vantagens dos dois tipos de balões. Segundo alguns relatos, o fogo utilizado para aquecer o ar atingiu o hidrogênio, que explodiu⁷¹. Segundo outros, o balão sofreu alguma avaria e o gás escapou. De qualquer modo, o balão caiu e os dois tripulantes morreram.

4.5 O DOMÍNIO DA TÉCNICA

Apesar de problemas e acidentes, a técnica de construção e operação dos balões não-dirigíveis havia sido dominada muito rapidamente. Sabia-se como construir estruturas leves e resistentes e sabia-se como prender uma barquinha abaixo do balão, através de redes de cordas. Sabia-se controlar a subida e a descida, através de válvulas que deixavam sair o gás (ou ar quente) para descer, através de descarte de lastro (para subir) ou aquecendo-se o ar do balão (para subir). Foram desenvolvidos acessórios como cordas de arraste e âncoras, para permitir parar e descer o balão com mais segurança. De um modo geral, pode-se dizer que os aeróstatos não-dirigíveis já não apresentavam problemas técnicos importantes, em torno de 1790.

28

⁷⁰ H. Graffigny, Les ballons dirigeables et la navigation aérienne, pp. 35-37.

⁷¹ R. Strehl, *O céu não tem fronteiras*, p. 64.

5. O PROBLEMA DA DIRIGIBILIDADE

Desde o início do desenvolvimento dos aeróstatos, constatava-se como um dos problemas de ascensões nesses aparelhos a falta de dirigibilidade: o balão era levado pelo vento na direção em que este soprasse, ou ficava parado sobre o ponto de partida, sem que fosse possível dirigir seu movimento. O fantástico sonho de voar começava a ser mais concreto, mas tratava-se do vôo segundo vontades climáticas, sendo levado pelos ventos, sem poder retornar ao ponto de partida ou atingir um ponto previamente planejado. Conseguir dirigir o aeróstato era, sem dúvida, um grande desafio para os inventores e teóricos que trabalhavam para solucionar esse problema

A primeira impressão era de que a dirigibilidade era algo simples: logo que fossem dominadas as formas de ascensão, esse problema seria solucionado com facilidade:

O homem acabava, dizia-se, de conquistar os ares. Podia, à sua vontade, reinar como verdadeiro senhor dessas extensas regiões inexploradas. Pensava-se que a direção destes engenhos aerios era um facto immediato e que a navegação aeria appareceria logo mais pratica e mais fácil do que a marítima⁷².

Ainda no século XVIII, era comum a crença da solução rápida da dirigibilidade, bastando apenas um pouco mais de pesquisa científica e de alguns experimentos para se obter a solução desse problema – que só foi solucionado mais de um século depois. Em um livro intitulado *Aérostat dirigeable a volonté*, publicado em 1789, apenas 6 anos depois dos experimentos dos irmãos Montgolfier, o barão Scott (Auguste Toussaint Scott de Martinville) defendia que a dirigibilidade era possível e de fácil solução.

⁷² A. de Vasconcellos, *Actualidades Scientificas A Aeroestação*, p. 27.

Portanto, não existe qualquer razão válida que apoie esse crença da impossibilidade de conseguir dirigir os aeróstatos, pois tudo mostra a facilidade que se poderia ter na pesquisa dos meios que devem levar a esse resultado. ⁷³

Vejamos as primeiras tentativas que foram realizadas a esse respeito.

5.1 AS TENTATIVAS DE BLANCHARD E GUYTON DE MORVEAU

Antes do desenvolvimento dos aeróstatos pelos irmãos Montgolfier, Jean-Pierre Blanchard (1753-1809) havia se dedicado à tentativa de inventar uma máquina que voasse, sem muito sucesso. Em 1781 ele divulgou seu navio voador (vaisseau volant), que tinha quatro asas semelhantes às de pássaros, que se moviam manipulando dois pedais e duas alavancas manuais (figuras 9, 10). O aparelho nunca deixou o solo, embora Blanchard alegasse que havia voado em um momento em que não havia testemunhas.

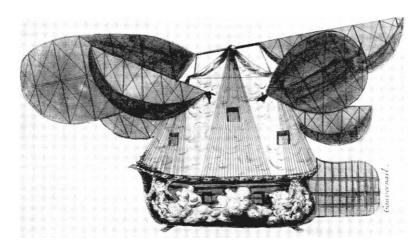


Figura 9. Esquema da parte externa do "navio voador" de Blanchard.

Após a divulgação do invento dos irmãos Montgolfier em 1783, Blanchard voltou sua atenção para os balões. Construiu seu próprio aeróstato e adicionou à sua barquinha grandes pás, como asas presas a remos, alegando que isso lhe permitiria deslocar-se pelo ar para onde quisesse. O aparelho era uma combinação de sua máquina anterior com um balão (figura 11). A primeira tentativa de utilização desse aparelho ocorreu em março de 1784, em Paris, com

⁷³ B. Scott, *Aérostat dirigeable a volonté*, p. 12.

a presença de grande público. O invento não funcionou e o balão se moveu de acordo com o vento⁷⁴.

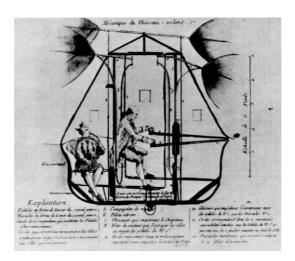


Figura 10. Esquema da parte interna do "navio voador" de Blanchard.

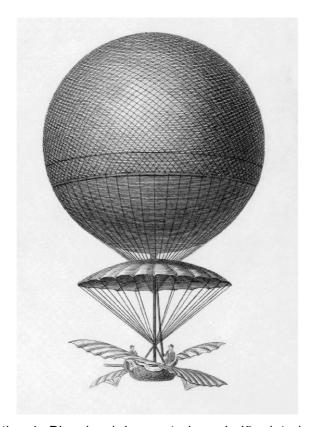


Figura 11. A tentativa de Blanchard de construir um balão dotado de um mecanismo movido pelos próprios tripulantes.

⁷⁴ L. Figuier, *Les aérostats*, pp. 37-40.

O químico Louis-Bernard Guyton de Morveau (1737-1816), da cidade de Dijon, fez outra tentativa ingênua de balão dirigível. Ele instalou remos e um leme na barquinha de um aeróstato, e tentou utilizar esse sistema para movimentá-lo no ar. Fez duas tentativas, uma no dia 25 de abril e outra em 12 de junho de 1784 – esta, em companhia de Charles André Hector Grossart de Virly (1754-1805), presidente do Parlamento de Dijon – sem obter sucesso⁷⁵.

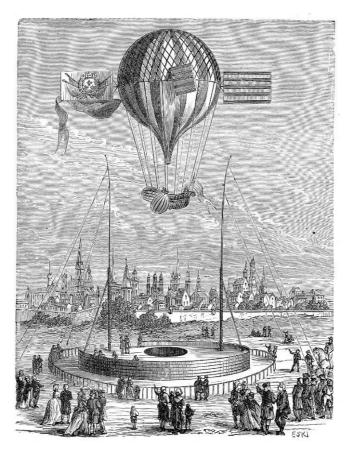


Figura 12. Ascensão feita no dia 12 de junho de 1784, com o aeróstato da Academia de Dijon, por Guyton de Morveau e Grossard de Virly. Possuía grandes pás (como remos aéreos) com área de 24 pés quadrados, movidas através de cordas pelos tripulantes.⁷⁶

No caso desses dois personagens, tratava-se simplesmente de uma tentativa de imitar a navegação na água, sem analisar as importantes diferenças existentes. Um dos problemas era a grande resistência apresentada pelo balão: como as asas ou remos eram muito menores do que a superfície do aeróstato, a

⁷⁵ L. Figuier, *Les aérostats*, pp. 44-46.

⁷⁶ Album de la science, p. 173.

resistência era muito superior à força motriz. Em segundo lugar, os efeitos minúsculos da força muscular dos tripulantes eram insignificantes quando comparados aos efeitos dos ventos.

Outros aeronautas tentaram métodos semelhantes, com pás movidas pela força muscular, para dirigir o movimento dos balões. Um italiano chamado Vicente Lunardi, que foi o primeiro a realizar uma ascensão em aeróstato na Inglaterra (em 1784), também tenta utilizar remos, sem resultado⁷⁷.

Dois químicos chamados Léonard Alban e Mathieu Vallet, que trabalharam produzindo hidrogênio para vários experimentos, resolveram construir seu próprio balão, que voou pela primeira vez no dia 24 de maio de 1785. Introduziram um sistema de pás para dar dirigibilidade ao aparelho. Em vez de remos que oscilavam ou batiam no ar, escolheram um dispositivo semelhante às pás de um moinho de vento⁷⁸ – ou seja, semelhante a uma hélice – que girava por esforço manual.

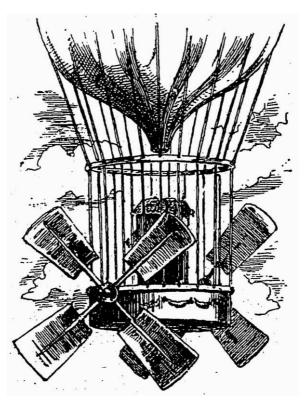


Figura 13. Balão dotado de pás semelhantes às de um moinho de vento, construído por Alban e Vallet em 1785.⁷⁹

33

⁷⁷ H. Graffigny, Les ballons dirigeables et la navigation aérienne, p. 152.

⁷⁸ C. L. Huard, *La direction des ballons*, pp. 13-14.

⁷⁹ C. L. Huard, *La direction des ballons*, p. 13.

Em um vôo realizado no dia 19 de setembro de 1785, esse balão desceu diante do palácio real, e os aeronautas foram recebidos pelo rei Luiz XVI e por Marie Antoinette. Alban e Vallet lhes mostraram o mecanismo do aparelho e depois fizeram uma demonstração da possibilidade de manobrar o aparelho horizontalmente. É possível que o aparelho realmente funcionasse, desde que não houvesse vento.

5.2 O PROJETO DE JEAN-BAPTISTE MEUSNIER

Um dos primeiros registros de projetos teóricos voltados para a dirigibilidade, que se mostrou depois muito útil e aplicável, foi produzido pelo militar francês Jean Baptiste Marie Charles Meusnier de la Place (1754-1793)⁸⁰. Em 1784 na tentativa de resolver o problema do controle de direção dos balões desenvolve propostas que se tornariam fundamentais para os desenvolvimentos futuros da navegação aérea.

Um primeiro aspecto do projeto de Meusnier foi alterar a forma do invólucro dos balões. Todos os aeróstatos construídos inicialmente eram redondos, ou aproximadamente redondos. Ele propôs uma forma mais alongada, como um elipsóide, o que diminuiria o arrasto e contribuiria para a dirigibilidade das aeronaves⁸¹. Ele sugeriu um aeróstato com aproximadamente 80 metros de comprimento e uma capacidade de 1.700 metros cúbicos. O diâmetro central seria de pouco mais de 5 metros.

Teve também a idéia de impulsionar o aeróstato através de um dispositivo de pás equivalente a hélices giratórias – e não remos ou pás oscilantes, como as tentativas descritas acima. Como, na época, não havia motores que pudessem mover essas pás, o conjunto de três propulsores presos a um mesmo eixo seria girado através de um sistema de manivelas acionadas por 80 homens.

Uma terceira característica que Meusnier considerou importante foi a introdução do *balonete*, que era um balão menor, colocado no interior do principal, como uma bolsa de ar, para auxiliar a manter a forma externa do principal, deixando lisa a superfície do invólucro, resolvendo em partes os problemas das

⁸⁰ F. Vera, *Inventores célebres*, p. 223.

⁸¹ R. Soreau, *Le problème de la direction des ballons*, p. 12.

alterações de volumes sofridas pelo hidrogênio durante as variações de altitude. Através da compressão de ar no balonete, o aeróstato poderia subir ou baixar, sem ser necessário utilizar lastro e outros recursos semelhantes.

Neste projeto, o tecido reforçado na parte de baixo sustentaria cabos, utilizando um processo de triangulação, que prenderiam a barquinha (planejada para flutuar na água, se necessário) abaixo do balão.

O projeto foi apresentado à Academia de Ciências de Paris e teve boa repercussão. No entanto, a falta de fundos e, posteriormente, a morte do autor em 1793, impediram sua construção.

5.3 OS PROJETOS DE CARRA E SCOTT

Houve diversos outros estudos teóricos interessantes, divulgados nos anos que se seguiram aos primeiros balões tripulados.

O físico Jean-Louis Carra (1742-1793) apresentou à Academia de Ciências de Paris, no dia 14 de janeiro de 1784, um trabalho intitulado *Essai sur la nautique* aérienne, contenant l'art de diriger les ballons aérostatiques à volonté, & d'accélérer leur course dans les plaines de l'air, avec le précis de deux expériences particulières de météorologie à faire. O autor não se preocupou com a forma do aeróstato, indicando apenas o modo de adaptar-lhe pás (semelhante a hélices) movidas manualmente e um leme⁸².

Em 1789, apenas cinco anos depois do vôo do aeróstato dos irmãos Montgolfier, o barão Scott (Auguste Toussaint Scott de Martinville) publicou um livro intitulado *Aérostat dirigeable a volonté*. Nele relata os problemas da dirigibilidade e algumas possíveis soluções, de forma independente porém com várias semelhanças em relação ao trabalho do general Meusnier. O autor compara o problema de deslocamento do balão ao movimento de um peixe na água, e propõe como Meusnier a utilização de uma forma alongada, uso de leme e de propulsores.

Quando se decidiu que jamais se chegaria a dirigir as máquinas aerostáticas, certamente se pensava a respeito dessas máquinas com as quais foram feitas as experiências de ascensão; de fato, elas havia recebido uma forma

⁸² J. L. Carra, *Essai sur la nautique aérienne*, pp. 11-12

(a esférica) que se opunha de modo tão invencível à sua direção, que houve razão em julgar que seria sempre impossível adaptar-lhes agentes que tivessem o excesso de potência indispensável para efetuar o resultado de obter o direcionamento. ⁸³

Baseando-se na forma dos peixes mais rápidos, o barão Scott propôs que o comprimento dos aeróstatos fosse o triplo de sua largura, com uma cauda que fosse aproximadamente 1/6 de seu comprimento⁸⁴. Os propulsores eram semelhantes a remos que tinham um movimento giratório (figura 14). O projeto era bastante complexo, descrevendo detalhadamente a estrutura do aeróstato que deveria ter cerca de 40 metros de comprimento.

O aparelho nunca chegou a ser construído.

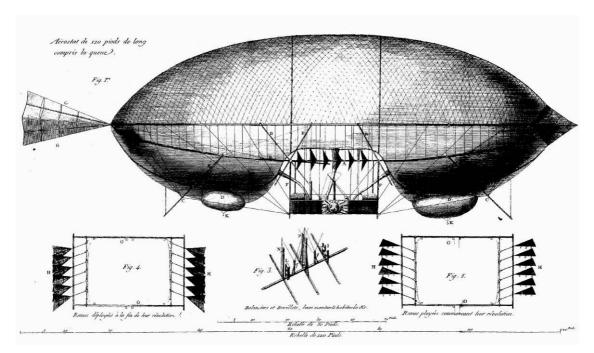


Figura 14. Projeto de aeróstato do barão Scott.85

Inspirando-se no projeto do barão Scott, em 1816 Samuel Johannes Pauly tentou estabelecer em Londres um sistema de transportes aéreos, utilizando um aeróstato que se parecia com um golfinho (figura 15). Ele tinha um leme em forma

⁸⁴ B. Scott, Aérostat dirigeable a volonté, pp. 23-24.

⁸³ B. Scott, Aérostat dirigeable a volonté, p. 1.

⁸⁵ B. Scott, *Aérostat dirigeable a volonté*, prancha I.

de cauda de peixe, e dispunha de hélices movidas muscularmente. O sistema não foi bem sucedido.

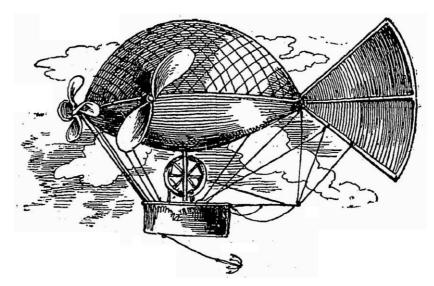


Figura 15. Aeróstato "Dolphin", de Samuel Pauly, construído em Londres em 1816.86

5.4 AS EXIGÊNCIAS DE UM AERÓSTATO DIRIGÍVEL

A partir das várias tentativas e análises realizadas, percebeu-se aos poucos quais eram os problemas da dirigibilidade dos balões. Um aeróstato dirigível deveria, em primeiro lugar, preencher os requisitos básicos de segurança e de possibilidade de subir e descer, como todos os outros. Devia, além disso, contar com algumas outras características. Devia ter uma forma alongada, para oferecer menor resistência ao movimento; deveria ter um sistema de propulsão, sendo as hélices o meio que parecia mais adequado; essas hélices precisavam ser movidas por algum tipo de poder adequado; o aparelho devia ser capaz de se mover a uma velocidade superior à dos ventos comuns; e deveria ser possível manobrá-lo não apenas verticalmente (para cima e para baixo) mas também desviá-lo para um lado e para o outro, através de um leme.

Os aeróstatos alongados apresentavam novos problemas estruturais, inexistentes nos balões redondos. No entanto, não era esse o problema principal e sim a propulsão.

⁸⁶ C. L. Huard, La direction des ballons, p. 17.

6. AERÓSTATOS COM MOTORES

Alguns dos aspectos centrais da construção de aeróstatos dirigíveis, como a forma alongada e o uso de sistemas semelhantes a hélices, já estavam bastante claros no início do século XIX, mas não puderam ser aplicados com sucesso porque se dependia exclusivamente do uso de força muscular. Enquanto não fosse possível utilizar algum tipo de motor mecânico, seria impossível dar aos aparelhos uma velocidade que pudesse fazê-los deslocar-se em relação ao ar de modo útil e vencendo pelo menos os ventos de velocidade moderada. Somente em meados do século XIX foram feitas as primeiras tentativas de adaptar motores a aeróstatos — primeiramente um dispositivo de relojoaria (energia de molas), depois máquina a vapor, depois motor elétrico.

6.1 MOTOR DE RELÓGIO - PIERRE JULLIEN

Pierre Jullien (1814-1876), um relojoeiro de Villejuif, começou a estudar em 1845 a possibilidade de movimentar um aeróstato utilizando um mecanismo de molas. Fez inicialmente experimentos com pequenos dispositivos com hélice e depois construiu um balão de hidrogênio de forma alongada, com 15 metros de comprimento, dotado de duas hélices laterais, que voou no dia 10 de novembro de 1850 no Hipódromo de Paris. Planejou também um aeróstato maior, "Le Précurseur", que não chegou a voar.

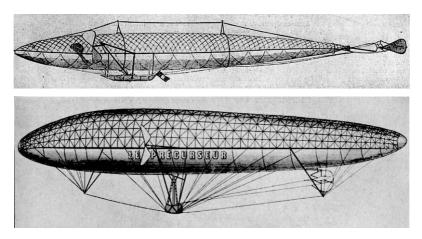


Figura 16. Aeróstatos com mecanismo de relojoaria, de Pierre Jullien (1850)

O motor mecânico de Pierre Jullien não tinha potência suficiente para mover um aeróstato. No entanto, sua demonstração ajudou a motivar Henry Giffard para a construção de um aparelho com motor a vapor.

6.2 O MOTOR A VAPOR

Henri Giffard (1825-1882) foi um engenheiro francês que se dedicou ao aperfeiçoamento dos aeróstatos. Fez várias ascensões em balões esféricos, mas após a demonstração de Pierre Jullien decidiu construir um aeróstato alongado, colocando nele um motor a vapor que utilizava carvão como combustível.

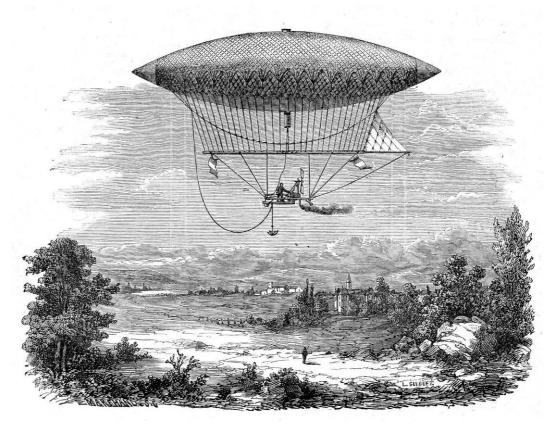


Figura 17. Aeróstato com máquina a vapor, de Henry Giffard, em experiência realizada no dia 25 de setembro de 1852.⁸⁷

O aparelho construído por Giffard tinha 44 metros de comprimento por 12 de diâmetro na parte central, tendo um volume de 2.500 metros cúbicos (figura 17). O motor a vapor utilizado tinha potência de 3 HP e movimentava uma única hélice de 3 metros de diâmetro. A máquina e a fornalha representavam um problema de

⁸⁷ Album de la science, p. 199.

segurança, já que o balão era cheio de hidrogênio, mas Giffard suspendeu o equipamento a uma certa distância abaixo do balão e conseguiu evitar acidentes.

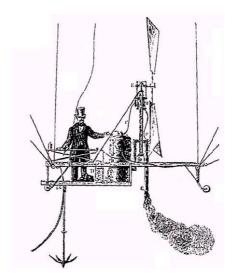


Figura 18. Detalhe do aparelho de Henry Giffard.88

O primeiro teste com essa máquina ocorreu no dia 22 de setembro de 1852⁸⁹. O aeróstato saiu de Paris, percorreu 27 km e chegou a Trappes. O resultado foi parcialmente satisfatório, com o aparelho alcançando velocidades de 2 a 3 metros por segundo (ou seja, um máximo de 10 km/h). Foi possível mostrar que o aparelho tinha estabilidade e era capaz de fazer manobras, obedecendo ao leme; mas não conseguia se movimentar contra o vento, sendo plenamente dirigível apenas com o ar parado.

Em 1955 Giffard fez um vôo com um segundo dirigível que chegou, em determinados momentos, a fazer frente ao vento.

Sem dúvida nenhuma, o uso de um motor como este (cuja potência era estimada como sendo equivalente ao poder muscular de 25 a 30 homens⁹⁰) era uma solução muito superior aos mecanismos movidos manualmente, que haviam sido pensados e testados no final do século XVIII e início do século XIX. Mas ainda era necessário encontrar um motor mais leve para os aeróstatos. A máquina a vapor pesava 50 kg e a caldeira 100 kg. Além disso, era necessário

⁸⁸ L. Figuier, *Les aérostat*, p.183.

⁸⁹ L. Figuier, Les aérostat, p.180.

⁹⁰ L. Figuier, *Les aérostat*, p. 183.

levar o combustível e água que precisava ser reposta na caldeira (mais 40 kg, aproximadamente).

Giffard chegou a planejar um aeróstato imenso, com 600 metros de comprimento e 30 de diâmetro no meio, com capacidade de 220.000 metros cúbicos. Ele seria movido por um motor a vapor que pesaria cerca de 30 toneladas e que, segundo suas previsões, daria ao aparelho uma velocidade de 70 km/h. No entanto, o custo previsto para esse aparelho era enorme, e ele nunca foi construído.

De fato, seria possível obter melhores resultados com motores mais potentes – mas isso significava um aumento de peso, de tamanho e de custo, o que inviabilizou o aperfeiçoamento desses aparelhos⁹¹. Porém, o relativo sucesso da abordagem de Giffard, demonstrando a possibilidade de resolver vários dos problemas da dirigibilidade de aeróstatos, foi motivo de otimismo:

Os belos experimentos de H. Giffard com o aeróstato dirigível a vapor abriam definitivamente o caminho para os inventores e parecia que bastava caminhar sobre sua trilha para chegar, através de aperfeiçoamentos sucessivos, à solução completa do problema. Podia-se portanto esperar que a partir de então os projetos tomariam um caráter mais científico e que os inventores deveriam caminhar seguindo os passos do grande engenheiro que havia, com tanto brilho, indicado o caminho a seguir. ⁹²

6.3 O MOTOR ELÉTRICO

Apenas três décadas depois encontramos um novo avanço importante, com a tentativa de uso de motores elétricos, que haviam se desenvolvido recentemente. Em 1881 foi realizada a *Exposition d'Électricit*é em Paris e nela os irmãos Albert Tissandier (1839-1906) e Gaston Tissandier (1843-1899) apresentaram um modelo reduzido de aeróstato movido por motor elétrico⁹³. Dois anos depois, apresentaram um aparelho de grandes dimensões.

⁹² J. Lecornu, *La navigation aerienne*, p. 144.

⁹¹ L. Figuier, *Les aérostat,* p. 182.

⁹³ L. Figuier, *Les aérostat*, p. 201.

O aeróstato que os irmãos Tissandier construíram tinha 28 metros de comprimento e 9 metros de diâmetro no centro, com volume interno de 1.000 metros cúbicos. O aeróstato, em si, pesava apenas 170 kg. O cordame, o leme, a barquinha e outros acessórios adicionavam outros 200 kg. O motor, a hélice e as pilhas elétricas pesavam mais 280 kg⁹⁴. O aparelho voou no dia 8 de outubro de 1883 e os resultados foram piores do que os de Giffard: a velocidade chegava a cerca de 3 m/s (10 km/h)⁹⁵, sendo a dirigibilidade bastante problemática.

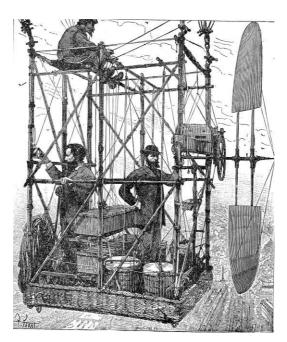


Figura 19. Barco e motor elétrico do aeróstato dirigível dos irmãos Gaston e Albert Tissandier, com as pilhas elétricas.⁹⁶

No ano de 1886, dois engenheiros militares franceses, Arthur Constantin Krebs (1850-1935) e Charles Renard (1847-1905), construíram e voaram em um dirigível movido por um motor elétrico. Obtiveram mais sucesso que os irmãos Tissandier.

O dirigível, denominado *La France*⁹⁷, que tinha 52 metros de comprimento, foi inteiramente financiado pelo Ministério da Guerra francês. Voou pela primeira vez no dia 9 de agosto de 1884. Era uma aeronave alongada semelhante à dos

42

⁹⁴ L. Figuier, *Les aérostat,* p. 204.

⁹⁵ R. Soreau, *Le problème de la direction des ballons*, p. 21.

⁹⁶ Album de la science, p. 201.

irmãos Tissandier, mas com um motor mais potente e pilhas mais leves, conseguindo atingir uma velocidade de 5,6 m/s (aproximadamente 20 km/h)⁹⁸. No primeiro teste, o aeróstato percorreu 8 km em 23 minutos e conseguiu, pela primeira vez na história do balonismo, retornar ao ponto de partida. Em outros seis vôos que realizou, conseguiu retornar ao ponto de partida quatro vezes.

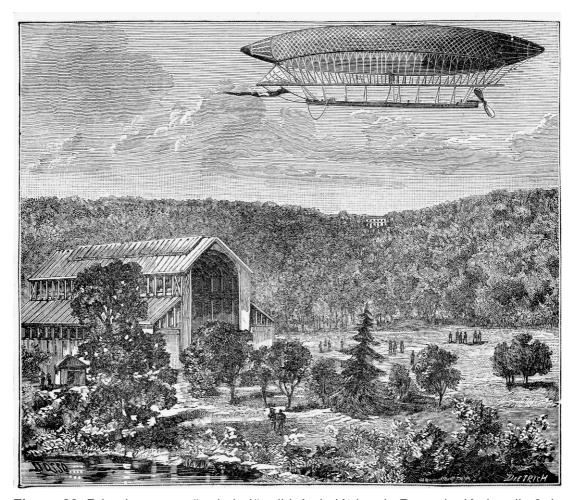


Figura 20. Primeira ascensão do balão dirigível elétrico de Renard e Krebs, dia 9 de agosto de 1884.⁹⁹

A utilização do motor elétrico foi mais proveitosa do que as outras formas de propulsão tentadas até então. Aparentemente, o problema da dirigibilidade estava resolvido. Porém, o *La France* ainda tinha restrições, principalmente com relação

⁹⁷ J. Lecornu, *La navigation Aérienne*, p. 286.

⁹⁸ A. H. da Justa, *Navegação Aérea*, p.9.

⁹⁹ Album de la science, p. 206.

aos ventos, esses que sempre foram os grandes vilões da dirigibilidade. Ele só conseguia se mover contra ventos muito fracos. Mais uma vez, era necessário procurar motores mais potentes e leves.

6.4 EM BUSCA DA SOLUÇÃO

Em 1893, no seu livro *Le problème de la direction des ballons*, Rodolphe Soreau comentou:

Leveza do motor. — Será necessário portanto desenvolver um grande número de cavalos [de potência] sobre a árvore dessa hélice. Mas como o balão exige pelo menos um metro cúbico por quilograma que deve ser erguido, percebese, quando se estabelece um projeto de balão dirigível, que é necessário obter força com um peso muito menor do que o dos motores construídos atualmente. Assim, a condição que domina o problema é a descoberta de um motor ao mesmo tempo poderoso e leve; e se considerarmos (o que estabelecerei mais adiante) que o trabalho a ser desenvolvido varia com o cubo das velocidades, concebe-se a necessidade absoluta, no estado atual da questão, não apenas de imaginar um motor leve, mas também de reduzir ao mínimo as resistências ao avanço. 100

No mesmo livro, Soreau comentou:

Os homens procuraram dirigir o balão desde o ano em que ele foi descoberto; mas até esses últimos tempos, todas as tentativas fracassaram. Deve-se concluir, seguindo a fórmula que se ensinava até poucos anos atrás, que não existe ponto de apoio sobre o ar? ¹⁰¹

Segundo nos asseguram, após muitos anos de pesquisas trabalhosas, o comandante Renard, diretor de nosso estabelecimento central de aerostação militar, está se preparando para experimentar um balão dirigível capaz de se mover no ar por dez horas, com uma velocidade de cerca de 11 metros por segundo, ou seja, 40 km por hora; a direção dos balões estará então praticamente resolvida. 102

44

¹⁰⁰ R. Soreau, *Le problème de la direction des ballons*, p. 9.

¹⁰¹ R. Soreau, *Le problème de la direction des ballons*, p. 6.

¹⁰²R. Soreau, *Le problème de la direction des ballons*, p. 5.

Apesar do otimismo de Soreau, havia outros problemas. O motor elétrico dos irmãos Tissandier, assim como os de Renard e Krebs, era movido por pilhas de bicromato de potássio que duravam no máximo 5 horas, sob uso contínuo. Para viagens com uma duração superior a essa, seria preciso carregar pilhas de reserva, ou descer. Isso parecia, a muitos autores, o problema mais grave. Por isso Louis Figuier, em 1887, considerava que os motores elétricos não tinham futuro.

Portanto, se o aparelho diretor dos balões já foi encontrado, falta ainda o motor, e é para esse fim que devem se dirigir os esforços dos inventores.

Em nossa opinião, apenas um motor responderia às condições do problema, ou seja, forneceria ao mesmo tempo potência e duração: a máquina a vapor. 103

No final do século XIX já se sabia de forma bem clara qual devia ser a velocidade dos ventos usuais a serem enfrentados pelos balões. Rodolphe Soreau informa, em 1893, que em apenas 32% dos casos os ventos da região de Paris são inferiores a 5 m/s (18 km/h); em 30% das vezes são superiores a 10 m/s (36 km/h). Para se ter uma boa segurança de dirigibilidade, seria necessário atingir velocidades de 20 m/s (72 km/h) em relação ao ar, pois apenas 4% dos ventos ultrapassam essa velocidade 104. Como vimos, a velocidade máxima atingida pelos dirigíveis de Renard e Krebs era de apenas 20 km/h.

Em parte, as limitações dessas tentativas eram devidas a uma falta de utilização do conhecimento científico e técnico já desenvolvido, na época. Em 1882, o engenheiro William Pole, membro da *Royal Society* de Londres, publicou um artigo em que analisava os aspectos aerodinâmicos dos aeróstatos dirigíveis, mostrando o modo de otimizá-los através de uma adequada relação entre potência do motor e tamanho dos propulsores, para cada tamanho de aeronave 105. Através dessa análise pode-se ver que aumentando a potência do

104

¹⁰³ Figuier, *Les aérostats*, p. 210.

¹⁰⁴ R. Soreau, *Le problème de la direction des ballons*, p. 8.

¹⁰⁵ A. W. Marshall, *Flying machines, past, present and future*, p. 39.

motor (mesmo com aumento de peso) a aeronave de Giffard poderia ter atingido a velocidade de 32 km/h.

A solução da dirigibilidade só veio no começo do século XX, com a utilização de motores a explosão, graças à sua boa relação entre peso e potência. Essa forma de propulsão equipava os dirigíveis de Santos Dumont, que comentou:

Diante do motor a petróleo, tinha sentido a possibilidade de tornar reais as fantasias de Júlio Verne.

Ao motor a petróleo devo, mais tarde, todo o meu êxito.

Tive a felicidade de ser o primeiro a empregá-lo nos ares.

Os meus antecessores nunca o usaram. Giffard adotou o motor a vapor; Tissandier levou consigo um motor elétrico. A experiência demonstrou, mais tarde, que tinham seguido caminho errado.¹⁰⁶

Veremos, a seguir, quais foram as contribuições de Santos Dumont para o domínio da dirigibilidade dos aeróstatos. Não foi ele quem teve a idéia da dirigibilidade, nem dos formatos fusiforme, nem tão pouco da instalação de uma fonte de propulsão e utilização de hélices em balões. Ele realizou inovações com relação à diminuição substancial do peso e da resistência ao ar, e a colocação de motores movidos a petróleo, que tinham uma relação entre peso e potência bem mais interessante que os a vapor e os elétricos utilizados até então. Em 1901 ele mostrou a viabilidade de controle dos aeróstatos, e no ano seguinte Graffigny comentou:

O problema da direção dos balões, que até ontem se considerava como uma utopia, embora hoje ainda não esteja absolutamente resolvido, pois não existem de fato balões dirigidos, está na véspera de entrar no domínio da prática, pois agora trata-se apenas de uma questão de construção, quer dizer, uma questão de dinheiro.¹⁰⁷

¹⁰⁶ A. Santos Dumont, *O que eu vi o que nós veremos*, p. 12.

¹⁰⁷ H. Graffigny, Les ballons dirigeables et la navigation aérienne, p. 3.

7. A FORMAÇÃO DE SANTOS DUMONT

Nesse capítulo, vamos mostrar aspectos dos conhecimentos científicos e experiências mecânicas de Santos Dumont. Em grande parte, vamos nos basear na sua auto-biografia¹⁰⁸.

Alberto Santos Dumont nasceu no dia 20 de julho de 1873, em Cabangu, distrito de João Gomes (posteriormente denominado Palmira e atualmente Santos Dumont), em Minas Gerais¹⁰⁹. Na época, seu pai Henrique (que era engenheiro) trabalhava na construção de estradas de ferro. Depois, adquiriu fazendas de café na região de Ribeirão Preto (SP) e enriqueceu. Tornou-se uma pessoa riquíssima, sendo conhecido como "rei do café".

Algumas biografias, como a de Peter Wykeham e de Gondin da Fonseca¹¹⁰, descrevem fatos e acontecimentos que podem tê-lo levado a manifestar seu interesse por ciência e técnica desde muito menino, como sua convivência com o pai. O próprio Santos Dumont descreve que as máquinas de beneficiamentos de café, na fazenda do pai, foram um dos motivos pelo seu fascínio inicial pela mecânica e principalmente sua sensibilidade em resolver problemas, uma vez que ele consertava essas máquinas e até projetava algumas melhorias em seu funcionamento.

A ciência da aviação e a possibilidade de viajar pelo céu levaram muitos homens a sonhar, criando um ambiente de ficção e romantismo. Fatos como estes influenciaram o escritor Julio Verne, que é citado por várias vezes por Santos Dumont, como veremos mais adiante.

No livro de Santos Dumont, *Os meus balões*, nota-se desde o início que o autor enfatiza a importância de conhecimentos científicos, como na parábola introdutória em que descreve um diálogo entre duas crianças.

¹⁰⁸ A. Santos-Dumont, Os meus balões.

¹⁰⁹ A. Napoleão, & A. Jacobina, orgs. *História geral da aeronáutica brasileira,* p. 345.

¹¹⁰ G. Fonseca, Santos Dumont; P. Wykeham, Santos-Dumont.

Escute Luís: o homem está na dependência de certas leis físicas. O cavalo, é verdade, carrega mais que seu peso, mas a própria natureza o fez com pernas apropriadas [...] sobre as rodas haveria perda de energia. É mais difícil movimentar uma roda, aplicando uma força motriz no interior da circunferência, que dirigindo-a sobre o exterior [...] para diminuir o atrito eu faria correr meu veiculo sobre trilhos bem lisos.¹¹¹

Além de conceitos de física básica encontrados em abundância em seu texto, observamos ainda neste livro a citação de outros inventores, demonstrando seu conhecimento sobre trabalhos e experimentos realizados até então

O velho sorriu, e sentenciou, convicto: O que você sonha é impossível... O grande balão que você idealiza, existe já desde 1783. Infelizmente, porém, não pode ser dirigido. Está à mercê do mais leve sopro da brisa. Em 1852 um engenheiro francês, chamado Giífard, experimentou uma derrota gloriosa com sua tentativa de balão dirigível¹¹².

Em vários pontos de seu livro, percebe-se que Santos Dumont tinha vasto conhecimento da história da aeronáutica. Não se sabe, no entanto, quando ele os adquiriu.

Em alguns trechos nos quais Santos Dumont descreve sua infância é fácil perceber o seu interesse por máquinas, desde muito cedo. Enquanto seus irmãos montavam a cavalo, ele preferia as locomotivas Baldwin. Sua infância foi cercada de máquinas de beneficiamento de café, já que seu pai era um dos maiores produtores do Brasil.

Dificilmente se conceberia meio mais sugestivo para a imaginação de uma criança que sonha com invenções mecânicas. Aos 7 anos, eu já tinha permissão para guiar as locomóveis de grandes rodas empregadas na nossa propriedade nos trabalhos do campo. Aos 12, deixavam-me tomar o lugar do maquinista das

¹¹¹ A. Santos-Dumont, *Os meus balões*, p. 16

¹¹² A. Santos-Dumont, *Os meus balões*, p. 20.

locomotivas Baldwin que puxavam os trens carregados de café nas 60 milhas de via férrea assentadas por entre as plantações¹¹³.

As manifestações de seu interesse técnico são percebidas desde o início de sua vida.

Todas estas máquinas de qual acabo de falar, bem como as que forneciam a força motriz, foram os brinquedos da minha meninice. O hábito de vê-las funcionar diariamente ensinou-me, muito depressa, a reparar qualquer das suas peças¹¹⁴.

Além do interesse por máquinas em geral, Santos Dumont afirma que se interessava desde muito cedo pelo vôo. Ele descreve o seu fascínio em observar aves com seus vôos fantásticos; e brincadeiras de criança, em que ele se desentendia com os amigos, às vezes, por afirmar que o homem voava.

Segundo o próprio Santos Dumont, sua observação de menino foi suficiente para que percebesse que uma peneira da fazenda de seu pai dava problema constantemente por produzir movimento oscilatório. Isso teria chamado sua atenção para a maior eficiência de movimentos circulares, concepção que Santos Dumont utilizaria em muitos de seus inventos.

Mas há um ponto a respeito do qual minha convicção está perfeitamente definida: é saber que no dia em que for produzida a invenção vitoriosa ela não será constituída nem por asas que batam, nem por qualquer cousa de análogo que se agite.¹¹⁵

É claro que todas as descrições do próprio Santos Dumont a respeito da relação entre sua infância e seus trabalhos posteriores podem ser reinterpretações não muito fiéis ao passado. Não dispomos de documentação independente para esclarecer isso.

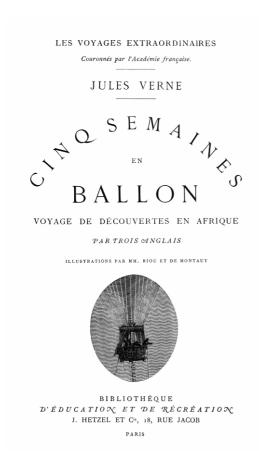
¹¹⁴ A. Santos-Dumont, *Os meus balões*, p. 26.

¹¹³ A. Santos-Dumont, Os meus balões, p. 23.

¹¹⁵ A. Santos-Dumont, *Os meus balões*, p. 27.

Não é absurdo, no entanto, que seu interesse por máquinas tenha sido despertado durante sua infância. O ambiente em que ele vivia, no final do século XIX, estava impregnado pela idéia de progresso técnico, e seu pai certamente procurava aproveitar ao máximo esses avanços em sua fazenda.

Durante a adolescência, uma das influências sofridas por Santos Dumont foi a leitura das obras do romancista Jules Verne. Entre seus 15 e 18 anos, lê todos os livros do romancista que consegue encontrar e a partir daí direciona suas buscas por conhecimentos aeronáuticos. A ênfase que este escritor dava aos aspectos de progresso científico e técnico, e as aventuras que descrevia, entusiasmaram o jovem.



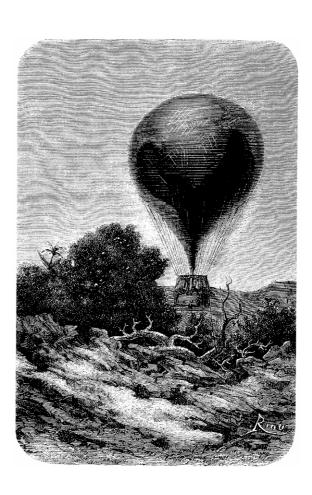


Figura 21. Folha de rosto e uma das ilustrações originais da obra de Jules Verne, "Cinco semanas em balão". ¹¹⁶

¹¹⁶ Ilustração de domínio público, encontrada na *Wikipedia*.

Nesse tempo, confesso, meu autor favorito era Julio Verne. A sadia imaginação deste escritor verdadeiramente grande, atuando com magia sobre as imutáveis leis da matéria, me fascinou desde a infância. Nas suas concepções audaciosas eu via, sem nunca me embaraçar em qualquer dúvida, a mecânica e a ciência dos tempos do porvir, em que o homem, unicamente pelo seu gênio, se transformaria em um semideus.¹¹⁷

Uma das obras de maior sucesso de Jules Verne era *Cinco semanas em balão. Viagem de descobertas na África por três ingleses*, publicada originalmente em 1863. Nesse livro, Verne se dedicou não apenas a descrever uma aventura, mas também a falar sobre a história do desenvolvimento dos balões, fornecendo também detalhes técnicos sobre sua construção e operação e até mesmo os cálculos de sua sustentação. É interessante citar uma descrição contida no capítulo 7 da obra:

O doutor Fergusson havia se preocupado há muito tempo com os detalhes de sua expedição. Compreende-se que o balão, esse veículo maravilhoso destinado a transportá-lo pelo ar, foi objeto de sua constante preocupação.

Inicialmente, para não dar dimensões demasiado grandes ao aeróstato, ele resolveu enchê-lo com gás hidrogênio, que é catorze vezes e meia mais leve do que o ar. A produção desse gás é fácil, e é aquele que deu os melhores resultados nas experiências aerostáticas.

O doutor, a partir de cálculos exatos, encontrou que, para os objetos indispensáveis à sua viagem e para seu aparelho, deveria transportar um peso de quatro mil libras; era necessário, portanto, procurar qual seria a força ascensional capaz de erguer esse peso e, consequentemente, qual seria sua capacidade.

Um peso de quatro mil libras é representado pelo deslocamento de quarenta e quatro mil, quatrocentos e quarenta e sete pés cúbicos¹¹⁸, o que quer dizer que quarenta e quatro mil, quatrocentos e quarenta e sete pés cúbicos de ar pesam aproximadamente quatro mil libras.

¹¹⁷ A. Santos-Dumont, *Os meus balões*, p. 27.

¹¹⁸ Nota de Jules Verne: "1.661 metros cúbicos". No texto do livro, Verne utilizou medidas inglesas porque seus personagens eram ingleses, mas forneceu em notas de rodapé os equivalentes métricos.

Dando ao balão essa capacidade de quarenta e quatro mil, quatrocentos e quarenta e sete pés cúbicos e enchendo-o, em vez de ar, com gás hidrogênio que, sendo catorze vezes e meio mais leve, só pesa duzentas e setenta e seis libras, resta uma ruptura de equilíbrio, ou seja, uma diferença de três mil, setecentas e oitenta libras. É essa diferença entre o peso do gás contido no balão e o peso do ar ambiente que constitui a força ascensional do aeróstato.

No entanto, se introduzíssemos no balão os quarenta e quatro mil, quatrocentos e quarenta e sete pés cúbicos de gás de que falamos, ele ficaria completamente preenchido; ora, isso não deve acontecer, pois à medida que o balão sobre para as camadas menos densas do ar, o gás que ele contém tende a se dilatar e não demoraria a romper o envoltório. Por isso não se costuma encher os balões mais do que dois terços.

Porém o doutor, por causa de certo projeto que só ele conhecia, resolveu só encher seu aeróstato pela metade, e como precisava levar quarenta e quatro mil, quatrocentos e quarenta e sete pés cúbicos de hidrogênio, deu a seu balão uma capacidade que era aproximadamente o dobro.

Ele lhe deu essa forma alongada que se sabe ser preferível; o diâmetro horizontal era de cinqüenta pés e o diâmetro vertical de setenta e cinco; obteve assim um esferóide cuja capacidade chegava, em números redondos, a noventa mil pés cúbicos¹¹⁹.

É possível que a leitura desta obra tenha fornecido ao jovem Santos Dumont não apenas o interesse pela construção e operação de balões, mas também sua base inicial de conhecimentos históricos, científicos e técnicos sobre esse campo.

Com pouco mais de 15 anos, em 1888, Santos Dumont teve contato pela primeira vez com um balão de verdade, fato que o deixou fascinado pelos aeróstatos. Apesar de ter lido sobre balões e ascensões de alguns cientistas e inventores famosos, nada se comparou com a visão, em funcionamento, do fruto da ciência moderna.

Vi pela primeira vez um balão em 1888, com a idade de 15 anos. Havia em São Paulo uma exposição ou qualquer cousa semelhante: um aeronauta

¹¹⁹ Nota de Jules Verne: "Essa dimensão não tem nada de extraordinário. Em 1784, em Lyon, o sr. Montgolfier construiu um aeróstato cuja capacidade era de 340.000 pés cúbicos, ou 20.000 metros cúbicos, e podia erguer um peso de 20 toneladas, ou seja, 20.000 quilogramas."

profissional realizou uma ascensão para atirar-se num pára-quedas. Eu já estava perfeitamente familiarizado com a historia de Montgolfier. Sabia da mania de aerostação que, com uma série de corajosas e brilhantes experiências, marcou de maneira significativa os últimos anos do século XVIII e os primeiros do século XIX. E havia devotado um verdadeiro culto de admiração aos quatro gênios — os Montgolfier, os físicos Charles e Pilâtre de Rogier e o mecânico Henry Giffard — que haviam indissoluvelmente ligado os seus nomes aos grandes problemas da navegação aérea. Eu queria, por minha vez, construir balões. 120

Mas quais eram os conhecimentos de Santos Dumont, na época? É difícil dizer. Quando criança, sua educação foi diferente da usual:

Santos Dumont não freqüentou qualquer escola formal até os dez anos de idade, recebendo educação básica em casa, dada pela sua irmã Virginia, que era sete anos mais velha.¹²¹

Posteriormente, Santos Dumont estudou em várias escolas, começando pelo colégio Culto à Ciência, em Campinas (SP). Era uma escola fundada em 1874, inspirado pelas idéias positivistas de Auguste Comte, que tinha na época grande influência no Brasil. Santos Dumont estudou ali por 2 anos, mudando depois para o Colégio Kopke, com ideais parecidos com os do Culto à Ciência, porém mais liberal e com ensino individualizado. A partir daí, todas as escolas por onde passou tinha essa característica. Passou ainda pelo colégio Morton, em Campinas, e pelo Colégio Menezes Vieira, no Rio de Janeiro 122, o mais liberal deles. Não sabemos ao certo se essas instituições contribuíram para as características particulares na formação de Santos Dumont 123.

Possivelmente esse período escolar não foi tão marcante em sua vida, pois ele não cita esses colégios na sua autobiografia. O que fica mais caracterizado em Santos Dumont é sua busca solitária por conhecimento, com leituras de livros que eram interessantes para ele.

53

¹²⁰ A. Santos-Dumont, *Os meus balões*, p. 30.

¹²¹ A. Medeiros, Santos Dumont e a física do cotidiano, p. 5.

¹²² A. Medeiros, Santos Dumont e a física do cotidiano, p. 9.

¹²³ P. Wykeham, *Santos Dumont. O retrato de uma obsessão*, p. 12.

Em 1891, aos 18 anos de idade, Santos Dumont vai com toda a família para Paris pela primeira vez, onde seu pai pretendia se curar de hemiplegia. Essa viagem despertou o interesse do jovem por Paris, uma cidade com liberdade e onde as evoluções tecnológicas e as invenções sempre estavam na ordem do dia.

A perspectiva causou-me dupla satisfação. Paris é, como se diz, o lugar para onde emigra a alma dos bons Americanos quando morrem¹²⁴.

Em sua autobiografia ele conta que sua expectativa era a de encontrar em Paris o céu povoado de balões dirigíveis, mas não foi o que aconteceu. Santos Dumont conhecia as histórias de Giffard em 1852, com suas aventuras com um balão dirigível a vapor, assim como as de Tissandier em 1883, com motor elétrico. Sabia que esses inventores não obtiveram grande sucesso, mas acreditava que desde então a dirigibilidade dos balões deveria ter evoluído muito. Aparentemente o problema persistia: a relação mais fálica para a aviação, peso versus potência, além do risco de acidentes.

Naturalmente eu acreditava que a questão havia avançado consideravelmente desde a data em que, em 1852, Henri Giffard, com uma coragem tão grande quanto a sua ciência, havia demonstrado de maneira magistral a possibilidade de dirigir um balão [...] Com grande surpresa soube que não existiam ainda balões dirigíveis, mas apenas balões esféricos como o de Charles. Ninguém havia, depois de Gitfard, prosseguido experiências com balões alongados, propelidos por motor térmico. O ensaio de balões similares, a motor elétrico, tentado pelos irmãos Tissandier em 1883, havia sido retomado por dois construtores no ano seguinte, mas fora definitivamente abandonado em 1885. 125

Mas a viagem a Paris lhe proporcionou uma experiência que seria fundamental em seus inventos futuros: a descoberta da existência do motor a gasolina. Esse contato se deu em uma feira industrial visitada por ele junto ao pai, nas vésperas de sua volta ao Brasil.

¹²⁴ A. Santos-Dumont, *Os meus balões*, p. 33.

¹²⁵ *Ibid.*, p. 33.

Estava em Paris quando, na véspera de partir para o Brasil, fui, com meu pai, visitar uma exposição de máquinas no desaparecido "Palácio da Indústria". Qual não foi o meu espanto quando vi, pela primeira vez, um motor a petróleo, da força de um cavalo, muito compacto, e leve, em comparação aos que eu conhecia, e... funcionando!¹²⁶

Em sua descrição retrospectiva, Santos Dumont comenta que foi esse contato com o motor a gasolina, em 1891, que o levou a pensar na possibilidade de solucionar o problema da dirigibilidade dos aeróstatos. O motor a petróleo minimizaria o problema do peso, uma vez que esse tipo de motor era mais compacto que os outros, eliminando o peso das baterias, no caso do motor elétrico, e diminuindo os riscos do motor a vapor, que por sua vez também era extremamente pesado. Desta forma, teria entendido as limitações dos aparelhos utilizados por Giffard e Tissandier.

Diante do motor a petróleo, tinha sentido a possibilidade de tornar reais as fantasias de Júlio Verne. Ao motor a petróleo dei, mais tarde, todo inteiro, o meu êxito. Tive a felicidade de ser o primeiro a empregá-lo nos ares.

Os meus antecessores nunca o usaram. Giffard adaptou o motor a vapor; Tissandier levou consigo um motor elétrico. A experiência demonstrou, mais tarde, que tinham seguido o caminho errado. 127

Santos Dumont tentou realizar sua primeira ascensão em balão, mas os valores cobrados eram extremamente altos e ele desistiu. Então, voltou suas atenções aos automóveis. A combinação velocidade e máquina o atrai tanto, que na sua segunda viagem a Paris chega a organizar uma corrida de mototriciclos 128, no velódromo do *Parc des Princes*.

De então em diante tornei-me adepto fervoroso do automóvel. Entretive-me a estudar os seus diversos órgãos e a ação de cada um. Aprendi a tratar e

¹²⁶ A. Santos-Dumont, *O que eu vi o que nós veremos*, p. 12.

¹²⁷ *Ibid.*,p. 13.

¹²⁸ A.Santos-Dumont, *Os meus balões,* p. 37.

concertar a máquina. E quando ao fim de sete meses, minha família voltou ao Brasil, levei comigo a minha Peugeot. 129

Nessa fase já demonstra grandes interesse e facilidade em manusear e consertar artefatos mecânicos complexos.

De volta ao Brasil, um fato em especial mudará toda sua vida: em 1892, aos 18 anos de idade, seu pai, observando os anseios do filho, resolve emancipá-lo e lhe concede antecipadamente parte da herança, orientando-o para que vá a Paris e estude, adquira cultura e conhecimentos científicos, já que o futuro da humanidade está na mecânica. Após esse fato, começa definitivamente a busca de Santos Dumont pelo conhecimento técnico e científico, que juntamente com suas habilidades mecânicas, foram importantes para o desenvolvimento de seus planos a respeito de balões e, posteriormente, do avião.

Uma manhã, em São Paulo, com grande surpresa minha, convidou-me meu pai a ir à cidade e, dirigindo-se a um cartório de tabelião, mandou lavrar escritura de minha emancipação. Tinha eu dezoito anos. De volta a casa, chamou-me ao escritório e disse-me: "Já lhe dei hoje a liberdade; aqui está mais este capital", e entregou-me títulos no valor de muitas centenas de contos. "Tenho ainda alguns anos de vida; quero ver como você se conduz: vai para Paris, o lugar mais perigoso para um rapaz. Vamos ver se você se faz um homem; prefiro que não se faça doutor; em Paris, com o auxílio de nossos primos, você procurará um especialista em física, química, mecânica, eletricidade, etc., estude essas matérias e não se esqueça que o futuro do mundo está na mecânica. Você não precisa pensar em ganhar a vida; eu lhe deixarei o necessário para viver..."

Seguindo os conselhos de seu pai, vai a Paris. Não procura nenhum tipo de educação formal e tradicional, prefere a liberdade de estudar o que mais lhe agrada. Esse período, que durou pouco mais de quatro anos, foi fundamental para sua formação científica, e somente após esse tempo é que Santos Dumont começa seus trabalhos como inventor, possivelmente por se sentir mais seguro dos conhecimentos necessários para o desenvolvimento de suas máquinas

¹²⁹ A. Santos-Dumont, *Os meus balões,* p. 36.

¹³⁰ A.Santos-Dumont, *O que eu vi o que nós veremos*, p. 12-3.

voadoras. Primeiramente ele se tornou um aeronauta experiente e só depois passou à construção de novos aparelhos.

Em Paris, ele buscou uma educação nada conservadora e tradicional. Queria adquirir conhecimento de forma mais livre, onde ele próprio poderia conduzir tais ensinamentos. Wykeham, biógrafo de Santos Dumont, interpretou desta maneira a atitude do jovem:

Poderia ter-se matriculado em alguma das inúmeras instituições, da Sorbonne para baixo, mas sua natureza de grande individualismo não nutria qualquer entusiasmo pelas agruras em comum da vida do estudante rotineiro. Suas origens, passado e viagens, aliados à gradual percepção de sua própria riqueza e independência, fizeram-no assumir uma atitude crítica acerca das possibilidades que se abriam à sua frente. 131

Na procura por adquirir conhecimentos, principalmente nas áreas da Física, Matemática, Química, Mecânica e Eletricidade, procurou um professor particular para que orientasse seus estudos. Escolheu um tipo alto e magro, de origem espanhola, o professor Garcia. Pouco se sabe sobre essa figura, mas deve ter contribuído significativamente na educação de Dumont, uma vez que tiveram encontros diários, durante quatro anos. Ele se referia ao professor Garcia com muito carinho e admiração.

Chegado a Paris, e com o auxílio dos primos, fui procurar um professor. Não poderia ter sido mais feliz; descobrimos o Sr. Garcia, respeitável preceptor, de origem espanhola, que sabia tudo. Com ele estudei por muitos anos.¹³²

O professor Garcia atendia aos anseios do pai de Santos Dumont, pois sabia de tudo um pouco, principalmente sobre as áreas que mais interessavam a ele. No entanto, parecia que as aulas não eram o suficiente, pois Dumont sempre estava à procura de outros cursos ou aulas individuais. Além dos estudos tinha uma vida social intensa e se dedicava a automóveis e à prática do balonismo.

¹³¹ P. Wykeham, Santos-Dumont o Retrato de uma Obsessão, p. 28.

¹³² A.Santos-Dumont, O que eu vi o que nós veremos, p. 14.

Santos Dumont nunca se declarou um cientista. Ele se classificava como um esportista, tanto no automobilismo quanto nos ares.

Esta característica de Santos Dumont jamais negou em sua relação com a ciência, qual seja, a de considerar-se sempre como um desportista da mesma. A ciência era para ele, dentre outros, um novo veículo do prazer, um intermediário daquilo que, de fato, o atraía. 133

Apesar de não mencionar em sua autobiografia, sabe-se que freqüentou algumas universidades na Europa, como Bristol (em 1893) e Sorbonne, como aluno ouvinte. Wykeham descreve:

Ele foi matriculado na Universidade de Bristol como "estudante ocasional" ou "ouvinte", exemplo bem típico do planejamento intelectual de Alberto. Ali assistiu a numerosas conferências sobre assuntos técnicos e científicos. Qualquer que fosse a impressão causada por ele em seus professores e nos conferencistas ingleses, ela foi, infelizmente, perdida, quando todos os arquivos de Universidade foram destruídos durante um ataque aéreo a Bristol¹³⁴.

Apesar de parecer uma afirmação muito vaga sobre sua passagem por Bristol, existe uma citação de Henrique Lins de Barros sobre um amigo que teria estudado com Santos Dumont nessa universidade, que faz até uma observação sobre o comportamento e desempenho do inventor, onde destaca sua notável habilidade em assuntos mecânicos e práticos, mas que não era um notável no estudo de teorias.

Alberto não parecia ser um entusiasta nos estudos. Agenor Barbosa – que fora seu colega em 1893, quando os dois estudaram por um breve período em Bristol, na Inglaterra – anos depois lembraria: "Aluno aplicado, ou melhor, nada estudioso para as 'teorias', mas de admirável talento prático e mecânico e, desde aí, revelando-se, em tudo, de gênio inventivo." 135

¹³³ A. Medeiros, *Santos Dumont e a física do cotidiano*, p 15.

¹³⁴ P. Wykeham, Santos-Dumont - O Retrato de uma Obsessão , p. 29.

¹³⁵ H. L. de Barros, Santos-Dumont e a invenção do vôo, p. 17.

Existem ainda alguns autores como Gérard Hartmann, que afirmam que Santos Dumont, no mesmo ano em que chega a Paris, logo após a notícia da morte de seu pai, além de freqüentar aulas em Bristol, também o fazia na Sorbonne, como cita Alexandre Madeiros em seu livro.

Alberto freqüentou livremente, sem qualquer compromisso formal, durante cinco anos, de 1892 a 1897, as aulas que lhe interessavam nos cursos de engenharia na *Sorbonne* e também no *Collège de France*. Este é um detalhe muito importante de sua formação intelectual, destacado por Gérard Hartmann, mas praticamente ignorado por muitos de seus biógrafos.¹³⁶

Em 1898 Santos Dumont começa a se dedicar ao balonismo. No dia 23 de março desse ano realiza sua primeira ascensão em balão 137. Seguem-se várias outras, nos meses seguintes. Em junho do mesmo ano, mandou construir um pequeno balão (não dirigível) para uso próprio, batizando-o de "Brasil". Realizou o primeiro vôo nele no dia 4 de julho. Dois meses depois já havia construído o seu primeiro dirigível.

¹³⁶ A. Medeiros, Santos Dumont e a física do cotidiano, p 17.

¹³⁷ A. Napoleão, & A. Jacobina, orgs. *História geral da aeronáutica brasileira*, p. 346.

8. OS AERÓSTATOS DE SANTOS DUMONT

8.1 O USO DE MOTORES A EXPLOSÃO

Nos capítulos anteriores vimos que, quando Santos Dumont começou a se interessar sobre aeróstatos, muitas experiências já haviam ocorrido: variações de formatos dos balões de esféricos para alongados, com o propósito de diminuir a resistência ao avanço e, principalmente, diversas tentativas de motorização. Ele tinha conhecimento das principais experiências realizadas até então. Porém, como já foi citado, ele ficou decepcionado porque o problema da dirigibilidade ainda não havia sido solucionado. Santos Dumont pensou sobre a possibilidade de dedicar-se a essa área e desenvolver um dirigível que funcionasse.

Tais devaneios eu os guardava comigo. Nessa época, e no Brasil, falar em inventar uma máquina voadora, um balão dirigível, seria querer passar por desequilibrado ou visionário. Os aeronautas, que subiam em balões esféricos, eram considerados como profissionais habilíssimos, quase semelhantes aos acrobatas de circo. 138

O que mais atrapalhou o desenvolvimento de motores a vapor e sua inviabilidade em aeronáutica eram os fatos de serem extremamente pesados, oferecendo baixa relação entre força e potencia, além de problemas de segurança, pois ter uma fornalha abaixo de um balão cheio de hidrogênio, o risco de explosão eram iminente. Havia ainda o fato de perder peso de forma contínua, pois a água era evaporada rapidamente e o carvão também era queimado, tornando-o instável, por conta de sua variação de peso.

Desde o princípio Santos Dumont descartou a utilização desse tipo de motorização, por apresentar várias questões desfavoráveis para sua utilização na aeronáutica.

Quanto á máquina a vapor, por mais extraordinários que tivessem sido os aperfeiçoamentos nela introduzidos nos últimos tempos, não eram bastantes para

¹³⁸ A. Santos-Dumont, *Os meus balões*, p. 31.

me animarem. Em verdade, motor por motor, talvez vale mais a vapor do que a petróleo. Mas comparai a caldeira e o carburador: onde este ultimo pesa N gramas por cavalo de força, a caldeira, N quilos. Em certos motores leves a vapor, de leveza mesmo maior que a dos motores a petróleo, a caldeira destrói sempre a proporção. 139

Em seu livro, embora Santos Dumont deixe bem clara a inviabilidade desse tipo de motor para os balões, não desmerece em nenhum momento a obra de Giffard e reconhece que na época não existia a opção do motor a petróleo¹⁴⁰.

Como vimos, o motor elétrico teve um pouco mais de sucesso, com os irmão Tissandier e posteriormente com Charles Renard e Arthur Krebs, mas o problema de peso e potencia ainda eram fatores a serem vencidos pelos motores utilizados até então, pois esses aparelhos ainda não conseguiam vencer ventos moderados.

Ninguém havia, depois de Gitfard, prosseguido experiências com balões alongados propelidos por motor térmico. O ensaio de balões similares, a motor elétrico, tentado pelos irmãos Tissandier em 1883, havia sido retomado por dois construtores no ano seguinte, mas fora definitivamente abandonado em 1885. Desde anos, não se via nos ares um só balão em forma de charuto.¹⁴¹

Santos Dumont conhecia a experiência de seus antecessores, sabia da necessidade evidente de aumento de potência, e percebeu com clareza que um motor leve e potente era a principal condição para o sucesso aeronáutico.

A máquina a vapor de Giffard, máquina primitiva e de pouca força relativamente ao seu peso, com uma fornalha que vomitava faíscas ardentes, não oferecia ao corajoso inovador nenhuma possibilidade séria de êxito. Não perdi tempo pensando num motor elétrico que, si apresenta poucos perigos, sob o ponto de vista da aerostação, tem o defeito capital de ser a máquina mais pesada que se conhece, com relação ao peso da sua bateria. 142

¹³⁹ A. Santos-Dumont, *Os meus balões*, p. 69.

¹⁴⁰ A. Santos-Dumont, Os meus balões, p. 68.

¹⁴¹ A. Santos-Dumont, Os meus balões, p. 34.

¹⁴² A. Santos-Dumont, *Os meus balões*, p. 68.

A solução desse problema era a obtenção de um motor viável para tal finalidade. Santos Dumont, em seus primeiros anos em Paris, teve forte interesse por esportes relacionados com velocidade, principalmente o automobilismo. E foi através desse contato que surgiu sua solução para a dirigibilidade de balões, utilizando os motores a explosão. No entanto, mesmos esses tinham problemas técnicos bem sérios: ainda eram pesados, pouco confiáveis e principalmente tinham com freqüência problemas de superaquecimento.

A utilização do motor a petróleo tinha sido tentada por outras pessoas, pouco antes de Santos Dumont. Frederich Hermann Wolfert e David Schwarz, já havia adaptado motores a combustão em balões. Fizeram um breve vôo em 1888, utilizando um motor a gasolina, mas houve um acidente. Poucos progressos foram feitos e o projeto parou sem maiores desenvolvimentos. Mais tarde, o conde Zeppelin prosseguiu na Alemanha esse trabalho, criando um dirigível rígido, com estrutura de alumínio¹⁴³. Esses desenvolvimentos ocorreram paralelamente aos de Santos Dumont. Foram os trabalhos de Zeppelin, e não os de Santos Dumont, que posteriormente resultaram na produção de grandes aeróstatos dirigíveis utilizados comercialmente, por isso alguns autores consideram que a contribuição do brasileiro não foi significativa¹⁴⁴.

Amadeo de Vasconcellos, em seu livro *Actualidades scientificas. A Aeroestação*, de 1908, fala sobre vários inventores de dirigíveis. Quando aborda Santos Dumont, enfatiza a sua falta de formação técnica e que trabalhava somente na forma de tentativa e erro. Defende que a contribuição de Dumont foi pequena, comentando que ele sempre colocava sua vida em risco na suas tentativas e que sua obra era inferior à de alguns de seus antecessores, como Renard e Krebs com seu dirigível *La France*.

Os resultados alcançados pelo intemerato aeronauta brazileiro, apezar do retumbante reclamo que lhe tem sido feito pelos jornaes de todo o mundo não

¹⁴⁴ C. Bouttieaux, *La navigation aèrienne par ballons dirigeables*, p. 66.

¹⁴³ H. L. Barros, *Santos-Dumont e a invenção do vôo*, p. 41.

venceram apreciavelmente os anteriores alcançados pelos dirigível *La France* e ficam muito aquém dos do *Lebaudy*. 145

Para Vasconcellos, Santos Dumont era apenas um esportista que se encantou pela aeroestação, mas reconhece algumas de suas melhorias, principalmente no emprego do motor a petróleo e no aumento de velocidade, fatores importantes para vencer os ventos e conseguir a dirigibilidade.

Em Santos-Dumont admira-se, não a elevada sciencia technica, mas o arrojo com que se abalançava a escalar os ares em balões tão imperfeitos. A superioridade dos seus aeronatos residia apenas na velocidade adquirida, graças ao emprego do motor de petróleo, motor extra leve que, depois de ter revolucionado o automobilismo, vinha revolucionar a aeronáutica.¹⁴⁶

Santos Dumont tinha adquirido certo conhecimento científico e técnico necessário ao desenvolvimento de aeróstatos. Mas era principalmente uma pessoa prática, de trabalhar diretamente em uma oficina, como ele próprio conta:

Procurei, próximo da minha residência, no centro de Paris, a oficina de algum pequeno mecânico onde eu pudesse fazer executar o meu plano sob as minhas próprias vistas, e eu pudesse meter a mão na obra. 147

Conhecendo as obras de seus antecessores e que muitas vezes desenvolvimentos extremamente técnicos e científicos não tinham produzidos resultados tão favoráveis quanto o esperado, Santos Dumont optou por trabalhar sempre buscando a simplicidade, para que pudesse atingir seus objetivos, que era desenvolver dirigíveis que pudesse ser utilizados de forma rotineira e simples, demonstrando segurança.

Sempre adorei a simplicidade, razão pela qual não aprecio as complicações, por mais engenhosas que sejam.¹⁴⁸

¹⁴⁵ A. Vasconcellos. *Actualidades scientificas*. A aeroestação, p. 94.

¹⁴⁶ A. Vasconcellos, *Actualidades scientificas. A aeroestação*, p. 94.

¹⁴⁷ A. Santos-Dumont, Os meus balões, p. 70.

O engenheiro Rodolphe Soreau da Escola Politécnica de Paris, em seu livro de 1893, escreve sobre os problemas a serem solucionados na dirigibilidade e aponta como um dos principais a motorização. Ele compara os diversos tipos de motor e indica que o motor a petróleo (ou gasolina) poderia ser uma alternativa. No entanto, aponta alguns inconvenientes (da época): ainda eram pesados (150 kg por HP de potência, talvez podendo ser reduzido a 100 kg por HP), irregularidade de funcionamento, excesso de vibração, e necessidade de água para refrigeração do motor¹⁴⁹.

Nesta revisão dos motores, tive menos a intenção de examinar sucessivamente todos os que podem ter interesse para a direção dos balões do que mostrar que reduções podem ser feitas no peso dos aparelhos atuais. O motor elétrico parece condenado para viagens que ultrapassem a metade do dia; os geradores a vapor precisam mudar seu combustível, sua caldeira e o líquido vaporizado; as máquinas aerotérmicas e motores a hidrocarboneto [petróleo / gasolina] se apresentam à frente, e esses últimos, se acreditarmos nas notícias de Meudon, teriam vantagem neste momento. 150

A utilização do motor a petróleo era temida pelos balonistas da época, pois a relação entre esse tipo de motorização e a utilização de hidrogênio era muito perigosa. Como já foi dito, o alemão Karl Wolfert em 1887 adaptou em seu balão essa motorização, e por um erro de cálculo houve uma explosão fria, que é quando ocorre uma subida muito rápida e a diminuição de pressão atmosférica ocasiona o aumento excessivo do volume do gás, rompendo o invólucro, provocando escape do hidrogênio. No acidente de Wolfert, o gás entrou em contato com o motor e explodiu.

Santos Dumont vai repetir essa tentativa tomando muitos cuidados adicionais para que não se repetisse tal desastre¹⁵¹, apesar de ser advertido a não fazê-lo.

¹⁴⁸ A. Santos-Dumont, *Os meus balões*, p. 68.

¹⁴⁹ R. Soreau, *Le problème de la direction des ballons*, p. 80.

¹⁵⁰ R. Soreau, *Le problème de la direction des ballons*, p. 81.

¹⁵¹ A. Medeiros, *Santos Dumont e a física do cotidiano*, p. 84.

8.2 O PRIMEIRO DIRIGÍVEL

Em meados de setembro de 1898 eu estava pronto para um ensaio em pleno ar. Haviam espalhado entre os aeronautas parisienses, futuro núcleo do Aero Club, a noticia de que eu ia levar na minha barquinha um motor a petróleo. E todos se inquietaram com o que chamavam minha temeridade; alguns deles me procuraram para me demonstrarem amigavelmente o perigo permanente de um tal motor por baixo dum balão cheio de um gás eminentemente inflamável. E aconselhavam-me substitui-lo, como menos perigoso, por um motor elétrico. 152

Santos Dumont insiste em utilizar o motor a petróleo, pois parecia o único viável. Recentemente ele havia adquirido um triciclo motorizado que utilizava um motor Dion-Button, ficando encantado com sua simplicidade, pois tinham boa potencia e eram muito leves.

Os motores de triciclo chegavam então a uma alta perfeição. Sua simplicidade encantava-me; e sem que a lógica interviesse, seus méritos prevaleceram no meu espirito contra todas as objeções opostas ao balão dirigível

— Utilizar-me-ei deste motor leve e potente, disse eu. Giffard não teve um tal auxiliar. 153

Tratava-se de um pequeno motor muito barulhento de dois tempos, que desenvolvia apenas a potencia de 1,75 HP,¹⁵⁴ e isso não seria suficiente para deslocar um dirigível com uma velocidade aceitável que conseguisse vencer ventos amenos. Apesar disso, era uma primeira tentativa válida.

Partindo da escolha do motor, Santos Dumont optou por um formato de charuto com o motor situado bem abaixo, apontando todos os canos de descarga para baixo, com o intuito de evitar acidentes¹⁵⁵. Antes mesmo de construir seu primeiro dirigível com esse tipo de propulsão, resolveu fazer alguns testes, principalmente de vibração, pois aparentemente era um dos principais problemas

¹⁵² A. Santos-Dumont, Os meus balões, p. 79.

¹⁵³ A. Santos-Dumont, Os meus balões, p. 68.

¹⁵⁴ A. Medeiros, *Santos Dumont e a física do cotidiano*, p. 83.

¹⁵⁵ H. L. Barros, de, *Santos-Dumont e a invenção do vôo*, p. 41.

apresentado por esses motores a petróleo da época. Assim, pendurou seu triciclo em uma árvore, observando que a vibração sentida nos triciclos não era necessariamente do funcionamento do motor e sim por outros fatores. Este se mostrou suave, sem produzir vibrações indesejáveis que pudessem prejudicar seu uso no dirigível.

Comprei um dia um triciclo a petróleo. Levei-o ao "Bois de Boulogne" e, por três cordas, pendurei-o num galho horizontal de uma grande árvore, suspendendo-o a alguns centímetros do chão. É difícil explicar o meu contentamento ao verificar que, ao contrário do que se dava em terra, o motor do meu triciclo, suspenso, vibrava tão agradavelmente que quase parecia parado.

Nesse dia começou minha vida de inventor.

Corri para casa, iniciei os cálculos e os desenhos do meu balão n.º 1.156

Eram necessárias modificações no motor do triciclo, pois sua potencia não era o suficiente para deslocar satisfatoriamente um dirigível. Percebendo isso, Santos Dumont inicia, juntamente com sua equipe de mecânicos, liderados por Albert Chapin e Andreé Gasteau¹⁵⁷, uma adaptação do motor do triciclo.

Comecei por proceder à superposição de dois cilindros de dois motores de triciclo sobre um só cárter, de modo a acionar somente uma biela, o todo sendo alimentado por um único carburador. Para reduzir o peso ao mínimo, aliviei cada um dos órgãos tanto quanto pude, sem prejuízo da respectiva solidez. Neste particular realizei algo de interessante para a época, um motor de três e meio cavalos pesando 30 quilos. 158

O resultado dessas modificações foi um motor com o dobro da potência. Com 3,5 HP, seria possível impulsionar o dirigível. Não era extraordinário um motor com essa potência, mas o que mais impressionou para a época foi a relação do peso: esse motor ficou com apenas 30 quilos, menos de 9 kg/HP. A

¹⁵⁶ A. Santos Dumont, *O que eu vi o que nós veremos*, p.18.

¹⁵⁷ A. Medeiros, Santos Dumont e a física do cotidiano, p. 84.

¹⁵⁸ A. Santos-Dumont, Os meus balões, p. 73.

estimativa mais otimista, alguns anos antes, era a de obtenção de motores a explosão com 30 kg/HP¹⁵⁹.

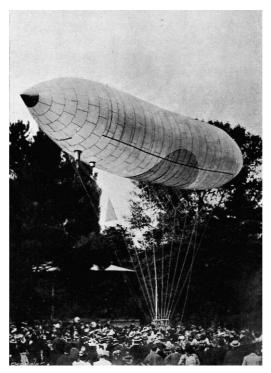


Figura 21. O primeiro aeróstato dirigível construído por Santos Dumont. 160

Outra inovação introduzida por ele foi a troca da rede de proteção externa, que costumava cobrir todo o invólucro, por cordas amarradas em hastes costuradas na lateral do balão, reduzindo assim o peso e a resistência do ar. Utilizou no invólucro seda japonesa envernizada, por ter se mostrado leve e muito resistente quando foi utilizada na construção do aeróstato Brasil (seu primeiro balão, não dirigível). Por fim, utilizou um invólucro simples e não duplo.

Renunciei pois à rede ordinária e à "camisa" ou invólucro exterior, por ter considerado que este segundo invólucro era não somente supérfluo mas ainda incômodo, senão perigoso. Em lugar dele fiz as cordas de suspensão da barquinha serem fixas diretamente ao invólucro único por meio de pequenas hastes de madeira introduzidas em longas ourelas horizontais costuradas dos dois lados do estofo, em uma grande parte do comprimento do baião. Para não

¹⁵⁹ R. Soreau, *Le problème de la direction des ballons*, p. 80.

¹⁶⁰ A. Santos-Dumont, Os meus balões, p. 24.

exceder, com o verniz, o limite de peso calculado, recorri forçosamente á minha seda japonesa que tanta solidez havia provado no "Brasil". 161

Ciente dos riscos, Santos Dumont fez ensaios técnicos para testar todo o sistema depois de pronto, analisando o comportamento do conjunto. O motor dava 1200 voltas por minuto e, através de medidas com dinamômetros, Santos Dumont estimou que o dirigível atingiria uma velocidade de aproximadamente 8 metros por segundo, que seria suficiente para se ter um bom deslocamento, enfrentando até algumas condições desfavoráveis.

Quando o todo ficou pronto, submeti-o a diversas experiências, suspendendo o sistema por meio de uma corda às traves da oficina. Pus o motor em ação e medi a força do movimento de impulsão que determinava o propulsor batendo o ar; opus-me a este movimento de impulsão por meio de uma corda fixa a um dinamômetro, e constatei que a força de tração desenvolvida pelo motor no propulsor, com dois braços medindo cada um 1 metro, atingia 25 libras, ou seja, 11 quilos e meio. Tal número prometia uma boa velocidade a um balão cilíndrico das dimensões do meu, cujo comprimento era igual a cerca de sete vezes o diâmetro. Com 1.200 voltas por minuto, e caso tudo corresse normalmente, o propulsor, fixo diretamente á arvore do motor, imprimiria sem esforço à aeronave uma velocidade de pelo menos 8 metros por segundo. 162

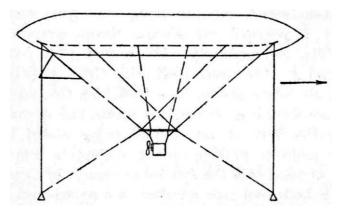


Figura 22. Esquema do primeiro aeróstato dirigível de Santos Dumont. 163

¹⁶¹ A. Santos-Dumont, *Os meus balões*, p. 75.

¹⁶² A. Santos-Dumont, Os meus balões, p. 76.

¹⁶³ A. Santos-Dumont, *Os meus balões*, p. 77.

Para auxiliar nos momentos de subida e descida, era útil dispor de algum modo de inclinar o corpo do aeróstato para cima ou para baixo. Para isso, Santos Dumont colocou certos pesos pendurados por cordas, pendendo das pontas do balão. Da barquinha era possível puxar esses pesos, deslocando o centro de gravidade do sistema e produzindo uma mudança de inclinação (figura 22).

Para este fim coloquei, um à frente e outro atrás, dois sacos de lastro, suspensos por cordas ao invólucro do balão; por meio de outras cordas mais leves, cada um destes dois pesos podia ser puxado para a barquinha, modificando assim o centro de gravidade de todo o sistema. Puxando o peso dianteiro, eu faria a proa elevar-se diagonalmente; puxando o peso traseiro, produziria o efeito oposto. 164

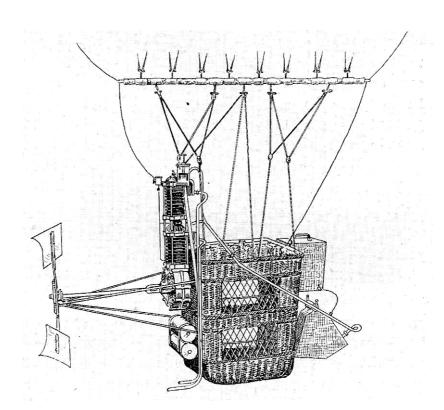


Figura 23. Barquinha, motor, sistema de refrigeração e hélice dos três primeiros dirigíveis de Santos Dumont. ¹⁶⁵

Depois de um primeiro teste (18 de setembro de 1898) em que o balão se chocou contra árvores e se rasgou, o aeróstato fez seu primeiro vôo no dia 20 de

¹⁶⁴ A. Santos-Dumont, *Os meus balões*, p. 76.

¹⁶⁵ H. L. Barros, *Santos Dumont e a invenção do vôo*, p. 158.

setembro de 1898¹⁶⁶. Conseguiu fazer com que o aparelho se movimentasse para os lados, subisse e descesse sob o comando do motor. No entanto, logo depois de uma subida, o balão se deformou, por perda de gás, dobrou-se ao meio e caiu.

Os primeiros vôos tiveram algum sucesso, apesar de problemas com a rigidez, por causa da perda de hidrogênio e o mau funcionamento da bomba que encheria o balonete¹⁶⁷. De positivo, o funcionamento do motor foi regular e o sistema de hélice e leme deu bons resultados. Era um ponto de partida, e Santos Dumont logo iria construir outros aeróstatos, melhores. No entanto, todo o período em que se dedicou aos balões foi pontuado por acidentes.



Figura 24. O segundo dirigível de Santos Dumont, no momento em que começou a se dobrar no meio, antes de cair. ¹⁶⁸

Um de seus biógrafos, Peter Wykeham, afirma que essas primeiras experiências não representaram avanços importantes, com relação aos vistos vinte anos antes, mas que sem dúvida eram o começo de uma obra a ser

70

¹⁶⁶ A. Napoleão, & A. Jacobina, orgs. *História geral da aeronáutica brasileira*, p. 346.

¹⁶⁷ A. Santos-Dumont, *Os meus balões*, pp. 82-83.

¹⁶⁸ A. Santos Dumont, *My air-ships*, p. 119.

desenvolvida¹⁶⁹. Como já se haviam passado vários anos das últimas tentativas de dirigíveis na França, os experimentos de Santos Dumont atraíram grande atenção e reacenderam nos aeronautas da época o entusiasmo por esses tipo de aeronaves. Muitas surgiram após as de Santos Dumont, e ele próprio desenvolveu dirigíveis bem mais eficientes, estáveis, seguros e de vários tamanhos. Sem dúvida ele foi um dos pioneiros nesse tipo de prática com a utilização de motor a petróleo.

8.3 OS NOVOS AERÓSTATOS DE SANTOS DUMONT

Depois de um único vôo, Santos Dumont se desfez do balão do "Santos Dumont no 1", guardando apenas a barquinha, o motor e o propulsor. Construiu então seu segundo dirigível, que tinha o mesmo comprimento mas era um pouco mais largo¹⁷⁰. Fez a primeira experiência com o aparelho no dia 11 de maio de 1899. De forma semelhante ao que havia acontecido com o aeróstato anterior, este também se dobrou e caiu (figura 24).

O problema básico é que os primeiros dirigíveis de Santos Dumont não possuíam nenhuma estrutura rígida que os impedisse de se dobrar, sendo nesse sentido inferiores aos de Renard e Krebs, por exemplo¹⁷¹. Eles precisavam ficar totalmente cheios para manter a forma. Um pequeno balão de ar ("balonete") costurado na parte interna inferior do balão principal tinha justamente a finalidade de manter o balão cheio e esticado, mas isso não havia funcionado nos dois primeiros aparelhos.

Durante alguns meses, Santos Dumont se divertiu com balões não-dirigíveis, participando de uma competição "Taça dos Aeronautas", na qual obteve 4º lugar¹⁷². Apenas em novembro de 1899 concluiu e testou o seu terceiro dirigível. O balão era mais grosso na parte central. Além disso, logo abaixo do balão, havia uma haste de bambu de 10 metros de comprimento. Com essas duas mudanças, Santos Dumont pensava evitar que o balão se dobrasse¹⁷³.

71

¹⁶⁹ P. Wykeham, *Santos Dumont o retrato de uma obsessão*, p. 70.

¹⁷⁰ P. Hoffman, Asas da loucura, p. 74.

¹⁷¹ J. Lecornu, *La navigation aérienne*, p. 407.

¹⁷² A. Napoleão, & A. Jacobina, orgs. *História geral da aeronáutica brasileira,* p. 346.

¹⁷³ P. Hoffman. Asas da loucura. p. 76.

No dia 13 de novembro, realizou seu primeiro vôo, que desta vez não teve nenhum incidente. O aeróstato se comportou bem, obedecendo aos comandos e mostrando ser dirigível. Logo depois, mandou construir um hangar de 30 metros de comprimento no recém-fundado Aeroclube de Paris, em Saint-Cloud. Lá, montou uma oficina e uma usina de produção de hidrogênio para seus balões. Realizou vários vôos com o "Santos Dumont no 3", escolhendo sempre ocasiões com pouco vento e sem chuva, e os vôos ocorreram sem problemas – exceto uma vez, quando o leme se desprendeu e foi necessário descer, pois o aeróstato perdeu o controle¹⁷⁴. Estima-se que esse dirigível atingiu a velocidade de 20 km/h¹⁷⁵.

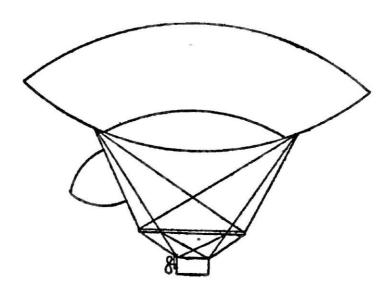


Figura 25. Esquema do "Santos Dumont nº 3", que voou pela primeira vez no dia 13 de novembro de 1899. 176

Em março de 1900, Henry Deutsch de la Meurthe, uma pessoa que havia ficado rica com petróleo e que era fundador do Aeroclube de Paris, ofereceu um prêmio de 100.000 francos (20.000 dólares, ou 5.000 libras da época) ao primeiro dirigível que conseguisse sair do aeroclube, contornar a Torre Eiffel e retornar ao ponto de partida em no máximo meia hora. Para conseguir realizar essa tarefa, o dirigível precisaria manter uma velocidade média de, no mínimo, 25 km/h.

¹⁷⁴ P. Hoffman, *Asas da loucura*, p. 79.

¹⁷⁵ P. Hoffman, *Asas da loucura*, p. 80.

¹⁷⁶ A. Santos Dumont, *My air-ships*, p. 121.

Santos Dumont se interessou pelo desafio e resolveu construir novo aeróstato para tentar ganhar o prêmio (e também para apresentá-lo na Exposição Mundial de Paris, em 1900) ¹⁷⁷. Em agosto, Santos Dumont concluiu a construção do seu aparelho nº 4 (figura 26). Tinha um novo motor, com o dobro da potência do primeiro que havia utilizado, e uma hélice também maior, com diâmetro de 4 metros. Era mais fino do que o nº 3, tendo 29 metros de comprimento e 5,6 de largura máxima. Aboliu a cesta onde ficava acomodado nos aparelhos anteriores e adaptou um selim de bicicleta à haste de bambu, onde se sentava. Assim, reduzia ao mínimo o peso do aparelho. Ficava, no entanto, totalmente desprotegido. Para manter a forma, o novo aparelho tinha um balonete que era alimentado com ar bombeado por um ventilador de alumínio.

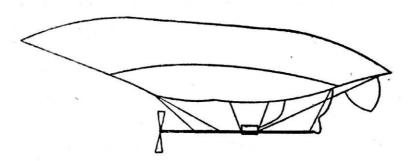


Figura 26. Esquema do "Santos Dumont nº 4", que voou pela primeira vez agosto de 1900. 178

O "Santos Dumont nº 4" ficou pronto em agosto de 1900, e logo em seguida Santos Dumont fez vários vôos bem sucedidos. No dia 19 de setembro, realizou uma apresentação pública para os participantes do Congresso Internacional de Aeronáutica. No entanto, um forte vento fez com que o leme do aparelho quebrasse, antes que ele subisse¹⁷⁹. Ele apenas fez, então, uma apresentação com o balão preso a uma corda, a pequena altura (20 metros), para mostrar o funcionamento do seu motor.

¹⁷⁷ P. Hoffman, *Asas da loucura*, p. 80.

¹⁷⁸ A. Santos Dumont, *My air-ships*, p. 137.

¹⁷⁹ P. Hoffman, *Asas da loucura*, p. 83.

No entanto, esse aparelho não tinha ainda a velocidade necessária para tentar ganhar o prêmio oferecido por Deutsch de la Meurthe¹⁸⁰. Santos Dumont então lhe adaptou um motor ainda mais potente (16 HP, substituindo o anterior, de 7 HP) e ampliou o balão, por causa do aumento de peso. Chuvas impediram que o aparelho modificado fosse testado. No entanto, Santos Dumont se empenhou no aumento de velocidade da hélice, e nesses testes, por causa da corrente de ar frio produzida, adquiriu um resfriado que depois se transformou em pneumonia. Precisou interromper seu trabalho e ir para o Mediterrâneo, recuperar-se da doença, durante alguns meses.

8.4 CONTORNANDO A TORRE EIFFEL

Em seguida, Santos Dumont resolveu não utilizar mais o aeróstato nº 4 modificado (que nunca voou) e sim construir outro¹⁸¹. Decidiu voltar a utilizar uma barquinha e também construir uma estrutura rígida de madeira, com 18 metros de comprimento, pesando apenas 41 kg, adaptada abaixo do balão, para ajudar o aparelho a manter sua forma (figura 27). Utilizou o motor de 16 HP que havia tentado adaptar antes ao aparelho número 4.

O primeiro vôo do "Santos Dumont nº 5" ocorreu no dia 12 de julho de 1901. Realizou alguns testes, mas uma corda do leme se rompeu. Santos Dumont desceu, consertou a avaria em pouco tempo e completou o vôo contornando a Torre Eiffel, retornando depois ao Aeroclube de Paris. Por causa da interrupção ocasionada pela ruptura da corda do leme, demorou uma hora e seis minutos. Convocou então a comissão do prêmio Deutsch para o dia seguinte bem cedo. Conseguiu partir, contornar a Torre Eiffel e retornar, mas ao chegar no Aeroclube teve dificuldades de pousar por causa de dois grandes hangares do próprio Deutsch de la Meurthe. Tentou descer entre os dois, não conseguiu, seu combustível terminou e o balão foi arrastado pelo vento.

No dia 8 de agosto, Santos Dumont realizou nova tentativa 'para ganhar o prêmio Deutsch de la Meurthe¹⁸². Conseguiu sair e voar com grande velocidade até a Torre Eiffel, que atingiu em 9 minutos e contornou em mais meio minuto. No

¹⁸⁰ P. Hoffman, *Asas da loucura*, p. 94.

¹⁸¹ P. Hoffman, *Asas da loucura*, p. 97.

¹⁸² P. Hoffman, *Asas da loucura*, p. 113.

entanto, o balão começou a perder hidrogênio e a balançar. As cordas da suspensão do balão passaram perto da hélice e foram cortadas. Santos Dumont desligou então o motor, deslocou-se de forma temerária pela estrutura da quilha, a uma altura de 600 metros, até o motor e desembaraçou as cordas que haviam se prendido no propulsor. Voltou à cesta, mas o aeróstato havia perdido o controle, oscilando. Então o balão se dobrou e foi rasgado pela hélice, começando a cair. Colidiu com a parede do Hotel Trocadero, ficando destruído. Santos Dumont escapou, sem se ferir. Apesar do acidente, a imprensa da época anunciou que o problema da dirigibilidade estava solucionado¹⁸³.

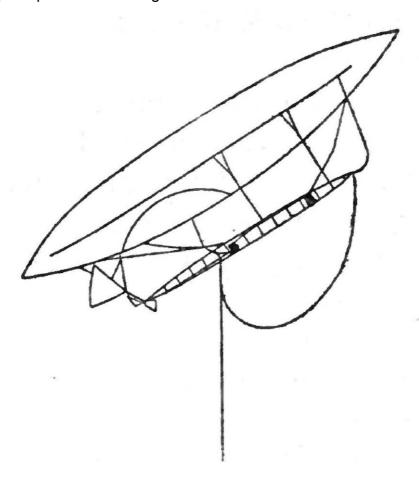


Figura 27. Esquema do "Santos Dumont nº 5", com o qual circundou pela primeira vez a Torre Eiffel no dia 12 de julho de 1901. 184

¹⁸³ A. Santos Dumont, O que eu vi o que nós veremos, p.27.

¹⁸⁴ A. Santos Dumont, *My air-ships*, p. 137.

Logo em seguida, Santos Dumont iniciou a construção de novo aparelho. O "Santos Dumont nº 6" ficou pronto no dia 30 de agosto de 1901. Era semelhante ao nº 5 em tamanho e utilizava o mesmo motor. Na primeira tentativa de uso, no dia 6 de setembro, a corda de controle ("guide rope") se prendeu em cabos de telégrafo e o aparelho foi jogado contra um telhado, danificando o leme e o tecido. No dia 19 de setembro, depois de consertar o aparelho, fez um segundo teste, mas o motor parou de funcionar e uma manobra mal-feita de Santos Dumont lançou o aeróstato contra algumas árvores. O balão se rasgou e, dessa fez, a estrutura de madeira também se quebrou.

O aparelho foi reconstruído e foram introduzidas pequenas mudanças. No dia 10 de outubro conseguiu voar bem com o aparelho. Depois, aterrissou diante do restaurante *La Grande Cascade*, onde ficou pouco tempo, voltando ao seu aparelho, decolando e retornando ao Aeroclube¹⁸⁵.





Figura 28. A volta à Torre Eiffel com o "Santos Dumont n° 6", no dia 19 de outubro de 1901. ¹⁸⁶

¹⁸⁵ P. Hoffman, *Asas da loucura*, p. 127.

¹⁸⁶ A. Santos Dumont, *Os meus balões*, p. 158.

No dia 19 de outubro, depois de todas essas tentativas mal sucedidas, Santos Dumont conseguiu completar o percurso previsto no Prêmio Deutsch de la Meurthe. Ao se deslocar do Aeroclube até a Torre Eiffel, um vento ajudou o movimento da aeronave, que gastou apenas 9 minutos. Na volta, indo contra o vento, o motor falhou duas vezes, mas depois reiniciou seu funcionamento. Cruzou o ponto de partida depois de 29 minutos e 15 segundos, mas demorou mais um minuto e meio para descer e ser segurado pelas cordas¹⁸⁷.

Houve em seguida uma controvérsia que durou vários dias, sobre se Santos Dumont deveria receber o prêmio ou não. Por fim, por causa da pressão do público, a maioria da comissão resolver conceder-lhe o prêmio. Santos Dumont distribuiu metade do dinheiro para os pobres e a outra metade para as pessoas que haviam ajudado a construir o aparelho¹⁸⁸. O governo brasileiro, no entanto, concedeu a Santos Dumont um valor igual ao do prêmio (ou seja, 100.000 francos) para ajudá-lo a prosseguir em seus testes.

Considera-se essa data como um marco na dirigibilidade dos balões¹⁸⁹. É claro que se tratava apenas de um teste de pequena distância e velocidade não muito grande, mas quando o desafio foi vencido, passou-se a acreditar na possibilidade de aperfeiçoar os aeróstatos de tal modo que eles pudessem ser utilizados na prática, sem problemas.

8.5 DEPOIS DO PRÊMIO

No entanto, mesmo depois de ganhar o prêmio, não se pode dizer que Santos Dumont havia obtido controle total sobre os ares. No dia 13 de fevereiro de 1902, o mesmo aparelho que havia sido utilizado para conquistar esse prêmio ficou destruído, depois de cair no mar, em seu quinto e último vôo¹⁹⁰. O problema principal foi, como em quase todos os seus aeróstatos, a falta de rigidez do balão¹⁹¹.

¹⁸⁷ P. Hoffman, *Asas da loucura*, p. 130.

¹⁸⁸ P. Hoffman, *Asas da loucura*, p. 134.

¹⁸⁹ A. Napoleão, Santos Dumont e a conquista do ar, p. 57.

¹⁹⁰ P. Hoffman, *Asas da loucura*, pp. 159-160.

¹⁹¹ J. Lecornu, *La navigation aérienne*, p. 415.

O aparelho seguinte, nº 7, foi construído para participar de uma competição nos Estados Unidos. Teve um longo desenvolvimento e fez seu primeiro vôo apenas em 16 de maio de 1904, mas depois foi destruído. O número 8 foi uma cópia do "Santos Dumont nº 6", vendida a um norte-americano. Destruiu-se no seu primeiro vôo.

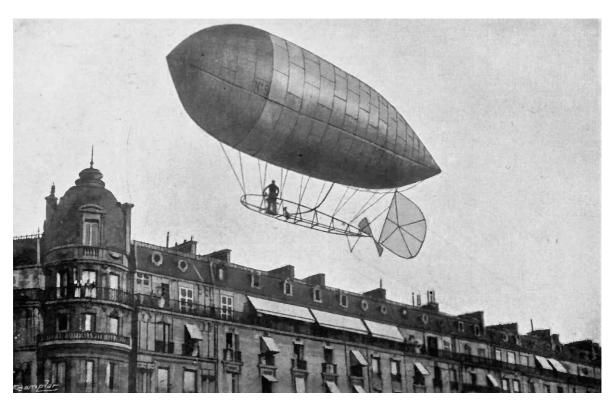


Figura 29. O aparelho "Santos Dumont nº 9", apelidado de *Baladeuse*, ou "veículo de passeio", voando sobre Paris. ¹⁹²

O único aparelho posterior que teve mais sucesso foi o "Santos Dumont nº 9", apelidada de *Baladeuse*, ou "veículo de passeio". Tinha um comprimento de apenas 12 metros, largura de 5,5 metros e utilizava um motor de apenas 3 HP, menos do que o seu primeiro dirigível (o motor do nº 6 tinha 30 HP). Fez seu primeiro vôo no dia 7 de maio de 1903. Durante meses, Santos Dumont utilizou esse dirigível como se fosse um automóvel, indo a todos os lugares, descendo inesperadamente no meio de Paris¹⁹³. Este foi o mais bem-sucedido e popular de

¹⁹² A. Santos Dumont, *My air-ships*, p. 294.

¹⁹³ P. Hoffman, *Asas da loucura*, p. 190.

seus dirigíveis e, apesar de pequeno e dotado de um motor pouco potente, conseguia atingir velocidades de 20 a 30 km/h¹⁹⁴.

Santos Dumont construiu ainda outros dirigíveis, mas nesse campo de estudos não obteve mais nenhum resultado considerado importante. Tentou construir um aparelho maior, que apelidou de "ônibus" (nº 10) e que deveria transportar 14 pessoas, mas não conseguiu obter com ele os resultados que esperava. Essa aeronave nunca voou¹⁹⁵.

É interessante mencionar que, em julho de 1903, Santos Dumont ofereceu ao exército francês o uso de seus aparelhos¹⁹⁶.

Depois de pouco tempo, ele passou a se dedicar à construção de uma aeronave mais pesada do que o ar, que voou em 1906. Mas esse aspecto de sua contribuição ultrapassa o alcance da presente dissertação.

¹⁹⁴ A. Napoleão, *Santos Dumont e a conquista do ar*, p. 68.

¹⁹⁵ J. Lecornu, *La navigation aérienne*, p. 399.

¹⁹⁶ A. Napoleão, *Santos Dumont e a conquista do ar*, pp. 69-70.

9. DEPOIS DE SANTOS DUMONT

Quando se ouve falar apenas sobre o trabalho de Alberto Santos Dumont, fica a impressão de que seu trabalho com balões foi um marco que solucionou todos os problemas. Não foi bem assim. Foram outros inventores, depois dele, que tiveram sucesso e produziram os primeiros aeróstatos que tiveram utilização militar e comercial. Vamos descrever um pouco desses desenvolvimentos posteriores, baseando-nos em três obras publicadas antes da Primeira Grande Guerra, poucos anos depois dos trabalhos de Santos Dumont. Há um grande número de tentativas mais ou menos bem sucedidas, mas não será possível descrever todas. Vamos nos referir apenas aos dois principais desenvolvimentos – um na França, outro na Alemanha.

9.1 OS IRMÃOS LÉBAUDY

Na França, atribui-se aos irmãos Paul Lébaudy (1859-1937) e Pierre Lébaudy (1865-1929) a obtenção dos primeiros dirigíveis úteis.

Por mais bem sucedido que Santos Dumont possa ter sido, não se pode dizer que ele produziu um balão adequado para fins militares. Essa tarefa foi realizada por Lébaudy, cujo balão foi introduzido no exército francês com resultados muito bem sucedidos. ¹⁹⁷

A família Lébaudy havia enriquecido com a produção e comercialização de açúcar. Em 1901 eles encomendaram ao engenheiro Henri Julliot (1855-1923) a construção de um aparelho que possuía uma estrutura rígida, dentro do balão. O aeróstato ficou pronto e fez sua primeira ascensão no dia 13 de novembro de 1902. Era um grande balão, com 57 metros de comprimento e 10 metros de diâmetro na parte central. Tinha um motor de 40 HP que acionava duas hélices com diâmetro de 2,8 metros e sua força total de ascensão era de duas toneladas e meia¹⁹⁸.

¹⁹⁷ A. Hildebrandt, *Airships past and present*, pp. 76.

¹⁹⁸ J. Lecornu, *La navigation aérienne*, p. 423.

Entre novembro de 1902 e julho de 1903 o aparelho fez 29 ascensões; em 28 delas, ele conseguiu retornar ao ponto de partida¹⁹⁹. Sua velocidade chegava a 40 km/h. No dia 24 de junho de 1903 fez sua viagem mais longa, de 100 km, a uma velocidade *média* de 35 km/h – superior à velocidade *máxima* atingida por qualquer outro aeróstato anterior. Sofreu um único acidente, em que o envoltório do balão foi danificado. Depois disso, o aparelho sofreu modificações, aumentando um pouco de tamanho.

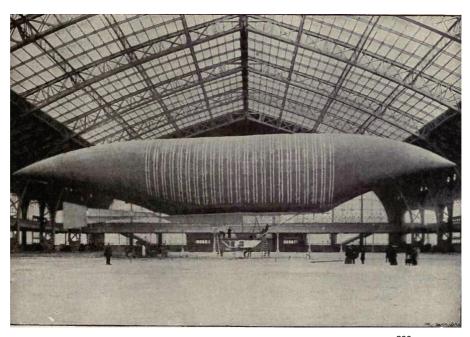


Figura 30. Primeiro aeróstato dos irmãos Lébaudy. 200

Deve-se louvar sem reservas o espírito de método rigoroso que presidiu esses experimentos preliminares e que muito honra os senhores Julliot e Surcouf, pois é agindo assim, por uma gradação lenta e sábia, abordando apenas um lado do problema de cada vez e progredindo metodicamente do conhecido ao desconhecido, que se segue o verdadeiro caminho científico que leva seguramente ao sucesso e garante contra catástrofes. A seqüência de viagens do *Lebaudy* é sua melhor prova.²⁰¹

81

¹⁹⁹ A. Hildebrandt, *Airships past and present*, p. 77.

²⁰⁰ A. Hildebrandt, *Airships past and present*, p. 81.

²⁰¹ J. Lecornu, *La navigation aérienne*, p. 424.

Em agosto 1904 o aparelho renovado foi novamente colocado em uso. Completou nesse ano 63 ascensões, transportando em média 3 pessoas em cada vôo²⁰². O aparelho funcionava regularmente, e foi sofrendo alterações graduais, aumentando seu tamanho e utilizando um motor mais potente. No final de 1904 o dirigível dos irmãos Lebaudy, construído por Julliot, havia ultrapassado todos os anteriores, em todos os aspectos: distância percorrida, duração de vôo, velocidade própria (máxima e média), número de ascensões, número de passageiros transportados²⁰³.

Portanto, ao mesmo tempo que Santos Dumont tentava – sem sucesso – construir o seu ônibus para transporte de passageiros e se divertia voando na sua pequena aeronave individual, os irmãos Lebaudy havia conseguido produzir um veículo confiável, rápido, seguro, capaz de transportar várias pessoas e carga (ou armas).

O Ministério da Guerra francês se interessou pelo aparelho e realizou uma série de testes²⁰⁴. Depois de passar por dezenas de vôos e realizar missões simuladas de reconhecimento aéreo (incluindo fotografia aérea), o aeróstato foi aprovado e começaram a ser construídos novos aparelhos, ao custo de aproximadamente 10.000 a 12.000 libras esterlinas cada um (três ou quatro vezes.o valor do prêmio que Santos Dumont havia recebido).

O modelo aperfeiçoado do aeróstato dos irmãos Lebaudy, chamado "La Patrie", tinha um comprimento de 60 metros e um diâmetro máximo de 10 metros. Seu motor tinha potência de 75 HP e acionava duas hélices, uma de cada lado do corpo. O aparelho podia erguer 1.260 kg, levando por exemplo uma tripulação de 3 pessoas e quase 1.000 kg de instrumentos ou armas²⁰⁵. Utilizando-se 2/3 da potência do motor, o aparelho atingia uma velocidade máxima de 48 km/h. Em uma viagem de longa distância (quase 100 km), obteve no dia 26 de novembro de 1906 uma velocidade média de 42 km/h.

Outros modelos foram gradualmente construídos, com maior tamanho e atingindo maiores velocidades.

82

²⁰² J. Lecornu, *La navigation aérienne*, p. 429.

²⁰³ J. Lecornu, *La navigation aérienne*, p. 430.

²⁰⁴ A. Hildebrandt, *Airships past and present*, p. 81.

²⁰⁵ A. W. Marshall, *Flying machines: past, present, and future*, p. 43.



Figura 31. O grande aeróstato "La Republique", dos irmãos Lebaudy, voando sobre Paris em 1908. ²⁰⁶

Quando começou a Primeira Guerra Mundial, em 1914, a França possuía 15 aeróstatos dirigíveis (a Alemanha tinha 7 e a Inglaterra tinha 6)²⁰⁷. Esses aparelhos se baseavam no trabalho dos irmãos Lébaudy, e não no trabalho de Santos Dumont.

9.2 O CONDE ZEPPELIN

Na Alemanha, o desenvolvimento dos dirigíveis com utilidade prática ocorreu de forma paralela e independente dos trabalhos de Santos Dumont. A pessoa que mais contribuiu para esse desenvolvimento foi o Conde Ferdinand von Zeppelin (1838-1917), um militar aposentado²⁰⁸. Em 1898 ele começou a projetar um aeróstato imenso, totalmente rígido, com estrutura de alumínio²⁰⁹. Dentro dessa estrutura, o hidrogênio era transportado em 17 reservatórios separados. Tinha quase 130 metros de comprimento e 12 metros de largura na parte central, sendo

²⁰⁶ <http://www.earlyaviator.com/archive6.htm >

²⁰⁷ P. Hoffman, *Asas da loucura*, p. 265.

²⁰⁸ J. Lecornu, *La navigation aérienne*, p. 399.

²⁰⁹ A. Hildebrandt, *Airships past and present*, p. 61.

portanto muito alongado. Carregava duas barquinhas, cada uma com um motor de 16 HP. Para que a aeronave não se rompesse ao pousar, ela era sempre operada sobre o lago de Constance.

A primeira ascensão ocorreu em julho de 1900 e durante a mesma um sistema de controle se rompeu, sendo necessário fazer o balão descer²¹⁰. No dia 21 de outubro de 1900, após alguns reparos, o aparelho voou normalmente e fez manobras sobre o lago, mas não conseguiu atingir uma grande velocidade. Seria necessário aumentar a potência e aperfeiçoar a aeronave para conseguir resistir aos ventos.

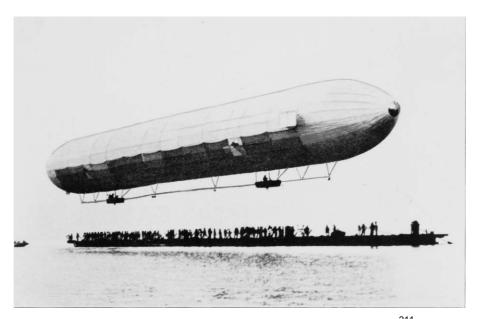


Figura 32. O dirigível do conde Zeppelin, em 1900.²¹¹

No entanto, os experimentos não foram prosseguidos, nessa época, por falta de dinheiro. Apenas em 1905, depois de conseguir apoio financeiro, o conde Zeppelin construiu um segundo aeróstato, muito melhor do que o anterior²¹². Cada barquinha tinha agora um motor muito mais potente, com 85 HP cada um. O comprimento era um pouco menor e a largura um pouco maior. O peso total era de 9 toneladas. As quatro hélices eram um pouco maiores.

²¹⁰ A. Hildebrandt, *Airships past and present*, p. 62.

²¹¹ <http://aboutfacts.net/History13.htm>

²¹² A. Hildebrandt, *Airships past and present*, p. 63.

Uma primeira tentativa de ascensão do novo aparelho foi realizada no dia 30 de novembro de 1905, mas o forte vento atrapalhou. A tentativa seguinte foi no dia 17 de janeiro de 1906. O aparelho subiu, mas havia dificuldades de governabilidade. Após um novo aperfeiçoamento, ainda em 1906, o aparelho obteve ótima dirigibilidade, atingindo velocidades de 50 km/h, muito superior a qualquer resultado obtido anteriormente²¹³.



Figura 33. Aeróstato do Conde Zeppelin, em 1909. 214

Aos poucos, os aeróstatos do Conde Zeppelin foram sendo aperfeiçoados e se tornaram gradualmente seguros e controláveis. Em 1908, ele fez um vôo de 12 horas de duração, transportando 15 homens. Conseguiu atingir velocidades máximas de 55 km/h, e uma velocidade média de 40 km/h em uma viagem de 350 km.

O desenvolvimento posterior dessas aeronaves é bem conhecido. Foram os maiores dirigíveis de todos os tempos e operaram de forma comercial, realizando vôos através do Atlântico, durante um longo período – até 1937, quando houve um acidente de grandes proporções, encerrando o uso prático dos balões dirigíveis.

85

²¹³ A. Hildebrandt, *Airships past and present*, p. 48.

²¹⁴ <http://www.earlyaviator.com/archive6.htm>

10. CONCLUSÃO

Este trabalho focalizou os trabalhos de Santos Dumont a respeito da dirigibilicade de balões, enquadrando-os dentro da perspectiva da época e comparando sua contribuição com a de outros balonistas.

Santos Dumont conhecia os trabalhos de seus antecessores e procurou desenvolver aparelhos melhores e mais velozes, capazes de serem controlados. Adotou muitos dos aspectos dos aeróstatos dirigíveis que haviam sido construídos antes, como a forma alongada e a utilização do balonete para manter a rigidez do aparelho. O ponto principal de seu trabalho foi a introdução do motor a petróleo, que já tinha sido utilizado antes, porém sem sucesso, provocando acidentes fatais. Esse motor permitia obter maior potência com menor peso.

O motor a petróleo, por sua vez, tinha também problemas. Seu funcionamento era irregular pois muitas vezes ele parava, em momentos críticos. Além disso, apresentava um risco de segurança, por causa do uso de hidrogênio nos balões.

Santos Dumont procedeu por tentativa e erro, sofrendo um número enorme de acidentes, muitas vezes por não adotar avanços técnicos que já tinham sido desenvolvidos antes – como o uso de um balão rígido. A maioria de seus balões voou poucas vezes; a cada acidente ou fracasso ele construía um balão totalmente novo, não havendo por isso um progresso contínuo no seu desenvolvimento. Só conseguiu resultados porque perseverou e porque podia gastar enormes somas de dinheiro.

Um marco no trabalho de Santos Dumont foi a vitória do prêmio Deutsch de la Meurthe em 1901, conseguido a duras penas, com um aparelho que não era totalmente confiável.

Mesmo depois que Santos Dumont completou a volta à Torre Eiffel e existia uma grande euforia em relação às suas conquistas, muitos comentadores foram cautelosos. Por exemplo, em um artigo publicado na revista *La Nature*, o autor enfatiza que a dirigibilidade deve ser compreendida em um sentido relativo:

Algumas vezes as palavras são enganadoras. *Balão dirigível* não tem um significado preciso. Um balão é sempre dirigível facilmente quando o ar está calmo; pois basta o menor esforço para deslocá-lo. A palavra adquire um sentido se dizemos: "dirigível dentro de certos limites". Por exemplo, dirigível contra um vento de 6 metros [por segundo], de 12 metros [por segundo], etc. [...] O balão Santos-Dumont é um dirigível de fato entre certos limites. [...] Com 16 cavalos [HP] não se deve ir muito longe, mesmo nas camadas baixas da atmosfera.

[...] o problema é sempre o mesmo; para resolvê-lo em seus limites práticos, para conseguir vencer uma brisa fresca de 12 a 14 metros [por segundo], média do vento em nossos climas, é necessário um motor muito potente.

Um balão não poderá realmente ser considerado como dirigível na prática senão quando estiver dotado de uma máquina suscetível a enfrentar um vento médio. A palavra está portanto agora com os grandes balões, com máquinas de 60 a 100 cavalos [HP]. Nós sabemos que ele já está sendo construído. Podemos portanto esperar que em breve assistiremos a novas experiências decisivas. Apesar disso, o balão Santos-Dumont não deixará de ter conquistado seu lugar na história da navegação aérea.²¹⁵

Nesta citação, quando o autor se refere a grandes máquinas mais potentes que já estavam sendo construídas, ele não estava falando sobre novos aeróstatos de Santos Dumont e sim sobre o aparelho dos irmãos Lébaudy. A história mostrou que foi esse outro caminho que levou ao sucesso e não o trabalho de Santos Dumont.

Pode-se dizer que o "Santos Dumont nº 9" era bastante confiável como veículo pessoal de passeio. No entanto, nunca foi produzido em série; serviu apenas para Santos Dumont ficar passeando em Paris – o que despertou um interesse popular pelo balonismo.

Na mesma época, um jovem brasileiro, chamado Santos Dumont, apareceu em Paris e começou a assombrar o mundo com seus feitos, que logo o tornaram o mais popular herói do mundo do balonismo. Ele tinha grande fortuna, assim como

²¹⁵ Artigo assinado "H. de P.", com o título "Le ballon Santos-Dumont", publicado na revista *La Nature* de 20 de julho de 1901, reproduzido em A. Napoleão, *Santos Dumont e a conquista do ar*, pp. 346-349.

coragem e perseverança, e construiu ao todo 14 balões, subindo em todos eles com maior ou menor sucesso. [...]

Dificilmente se pode dizer que ele escondia seu talento²¹⁶. Considerados tecnicamente, seus resultados não constituem um grande avanço, por causa das baixas velocidades que atingiu. Mas por outro lado ele conseguiu, como ninguém havia feito antes, despertar o entusiasmo pelo esporte do balonismo, especialmente na Inglaterra e na França.²¹⁷

Santos Dumont era vaidoso e chegava a ser exibicionista. Com seu aparelho número 9 ficava passeando sobre Paris a uma altura de 20 metros do solo e fazendo descidas imprevistas, atrapalhando o trânsito, como contou uma testemunha da época:

Assim que meu carro atravessou a Porta Dauphine, o homem voador desceu na pista. A polícia precipitou-se, interrompeu o trânsito das pessoas a pé ou a cavalo, e de todos os tipos de veículo. Durante poucos minutos todo o tráfego até o Arco do Triunfo parou. Os cavalos resfolegavam, os motores barulhentos dos carros pararam de súbito, sacudindo seus ocupantes. As babás que saíam para passear com as crianças no Champs-Elysées ficaram nervosas. O que estava acontecendo? Era um motim? Será que o rei da Inglaterra retornara à França? Não, era o Sr. Santos-Dumont em outro de seus passeios aéreos.²¹⁸

Durante as comemorações nacionais francesas, no dia 14 de julho de 1903, Santos Dumont resolveu fazer uma aparição inesperada. Enquanto o Presidente da República, Émile Loubert, passava em revista as tropas, Santos Dumont levou seu aeróstato número 9 para a frente da tribuna de honra e disparou 21 tiros com seu revólver, como saudação²¹⁹. É claro que era uma exibição desrespeitosa e perigosa; mas é um exemplo típico de como ele procurava se exibir constantemente.

²¹⁶ O autor utilizou aqui a expressão idiomática "to hide his light under a bushel". Está sendo irônico e indicando que Santos Dumont, longe de ser modesto, era muito vaidoso.

²¹⁷ A. Hildebrandt, *Airships past and present*, pp. 65-66.

²¹⁸ André Flagel, *apud* P. Hoffman, *Asas da loucura*, pp. 191-192.

²¹⁹ P. Hoffman, *Asas da loucura*, p. 198.

Quando as tropas francesas estavam sendo vistoriadas pelo senhor Loubert, Presidente da República, o balão apareceu do lado oposto ao balcão e o saudou com uma salva de tiros. Ele realizou muitos outros feitos de tipo semelhante e, embora eles possam parecer pouco dignos, obteve sucesso em criar um vasto interesse pelo esporte. ²²⁰

Em 1910, Jean Lecornu concluiu:

Temos portanto o direito de concluir que os balões do sr. Santos-Dumont foram inferiores aos de seus antecessores em muitos detalhes extremamente importantes e que sua superioridade só se afirmou pela velocidade obtida graças ao emprego do motor a petróleo muito leve que, depois de ter revolucionado o automobilismo, está revolucionando a aeronáutica.

Essa constatação nos faz afirmar que o sr. Santos-Dumont se mostrou em suas experiências como um incomparável *sportsman*, mas não como um engenheiro conhecedor. Isso é dito sem querer de modo nenhum diminuir o mérito do jovem aeronauta, mas para colocar em justa proporção o valor, aliás incontestável, dos trabalhos aeronáuticos do sr. Santos-Dumont. No Panteão aerostático ele não deve ser colocado ao lado dos Montgolfier e de Charles, mas sim ao lado do ardente Pilâtre de Rozier, o primeiro campeão do esporte aéreo.²²¹

Pode-se dizer que Santos Dumont obteve alguns resultados em seus trabalhos com balões. Mesmo sem conhecimentos científicos e técnicos avançados, apenas utilizando ferramentas e conhecimentos já estabelecidos pelos seus antecessores, conseguiu atingir a dirigibilidade de balões em condições de ventos fracos. No entanto, seu trabalho não representou a culminação e sim uma etapa intermediária na construção dos aeróstatos dirigíveis de grande porte, que fizeram grande sucesso nos anos seguintes.

²²⁰ A. Hildebrandt, *Airships past and present*, pp. 73-74.

²²¹ J. Lecornu, *La navigation aérienne*, pp. 407-408.

BIBLIOGRAFIA

- Album de la science. Savants illustres, grandes décourvertes. Paris, Ancienne Libraire Furne, Combet & Cie., Éditeurs, [c. 1899].
- ALFONSO-GOLDFARB, A. M. & M. H. R. Beltran, orgs. *Escrevendo a história da ciência: tendências, propostas e discussões historiográficas.* São Paulo, Educ/Fapesp, 2004.
- AMORETTI, C. & F. Soave, "Delle macchine aerostatiche", *Opuscoli Scelti Sulle Scienze e Sulle Arti*, 6 (1783): 361-379.
- ANDRÉ, M. H. Les dirigeables. Paris, Polytechnique, 1902.
- ANDRE, P. Les temps des ballons: art et histore. Paris, La Martinière, 1994.
- ARIOTTI, P. E. "Christiaan Huygens: aviation pioneer extraordinary", *Annals of Science*, 36 (1979): 611-624.
- ASHLEY-MONTAGU, M. F. "The conscience of the past and the practice of the present". *Science*, New Series, 90 (1939): 180.
- BABOSA, A. "Confidência sobre Santos-Dumont". Revista do Instituto Histórico e Geográfico de São Paulo, 56 (1959).
- BARROS, D. Aeronáutica Brasileira. Rio de Janeiro, Americana, 1940.
- BARROS, H. L. de. *Alberto Santos-Dumont*. Rio de Janeiro, Index, 1986.
- BARROS, H. L. de. *Santos-Dumont e a invenção do vôo,* Rio de Janeiro, Jorge Zahar, 2003.

- BOULANGER, L. Les ballons dirigeables. Paris, Charaire, 1892.
- BOUTTIEAUX, C. *Navigation aerienne par ballons dirigeables.* Paris, Librairie Ch Delagrave, 1908.
- BRITAL, O. F. Yo, Santos-Dumont páginas sueltas de un diario apócrifo. Buenos Aires, 2006.
- BROOKS, P. W. Zeppelin: rigid airship, 1892-1940. Londres, Putnam, 1992.
- BRUSSOLO, A. Tudo pela patria. São Paulo, Paulista, 1932.
- CARRA, J. L. Essai sur la nautique aérienne, contenant l'art de diriger les ballons aérostatiques à volonté, & d'accélérer leur course dans les plaines de l'air, avec le précis de deux expériences particulières de météorologie à faire, lu à l'Académie royale des sciences de Paris, le 14 janvier 1784. Paris: E. Onfroy, 1784.
- DAVY, M. J. B. *Aeronautics lighter-than-air craft*. Londres, Majestty's Stationery Office, 1950.
- D'ALMEIDA, P. F. R. "Bartolomeu Lourenço de Gusmão", *Boletim Aero-club de Portugal*, (2, junho, 1911): 5.
- DEBIÈVRE, E. La Région du Nord de la France. Paris, Revue du Nord, 1895.
- D'AMBROSIO, U. "Tendências historiográficas na história da ciência", in ALFONSO-GOLDFARB, A. M. & M. H. R. Beltran, orgs. *Escrevendo a história da ciência: tendências, propostas e discussões historiográficas*. São Paulo, Educ/Fapesp, 2004. p. 180.
- DENG, Yinke. *Ancient Chinese inventions*. Trad. Pingxing Wang. Beijing: China Intercontinental Press, 2005.

- DOLLFUS, C. & H. Bouché. *Histoire de l'aéronautique*. Paris, Editions Saint-Georges, 1942.
- DONCIÈRES, R. "Les nouveaux Santos-Dumont". *La Nature*, 1796 (out. 1906): 344-47.
- FERNANDES, A. O pioneiro esquecido, Natal, s, ed., 1965.
- FERNADO, J. *As lutas, a glória e o martírio de Santos Dumont.* 3ª ed. São Paulo, McGraw-Hill do Brasil, 1977.
- FIGUIER, L. *Les aérostats*. 2 ed. Paris: Librairie Furne, Jouvet et Cie. Éditeurs, 1887.
- FILGUEIRAS, C. A. L., "Bartolomeu de Gusmão um eco da revolução científica no Brasil Colonial", em Alfonso-Goldfarb, A. M., e Maia, C. A., orgs., *História da ciência: o mapa do conhecimento*. São Paulo: Expressão e Cultura / Edusp, 1995, pp. 381-390.
- ——. Lavoisier e o estabelecimento da química moderna. Rio de Janeiro: Odysseus, 2002.
- FLAMMARION, C. L'atmosphère et les grands phénomènes de la nature. Paris, hachette, 1905.
- FONSECA, G. da. Santos Dumont. 4ª ed. Rio de Janeiro, Livraria São José, 1967.
- GUEDES, M. V. "Um aeróstato dirigível". *Eletricidade*, 343 (1997): 118-123.
- GRAFFIGNY, H. de. *Les ballons dirigeables et la navigation aérienne*. Paris, J. B. Baillière et Fils, 1902.

- GRAHAM BELL, A. "A successful trial of the Aerodrome". *Science*, 73 (3, 1986): 753-4.
- HILDEBRANDT, A. Airships past and present, together with chapters on the use of balloons in connection with meteorology, photography and the carrier pigeon. London, A. Constable, 1908
- HOFFMAN, P. Wings of madness: Alberto Santos-Dumont and the invention of flight. Londres, Harper Perennil, 2004.
- HUARD, C. L. La direction des ballons. Paris: L. Boulanger, [1893].
- JORGE, F. *As lutas, a glória e o martírio de Santos Dumont.* São Paulo, Nova Época, 1973.
- JUSTA, A. H. da. Navegação aérea. São Paulo, s.ed., 1899.
- LARROUY, M. *Le ballon, l'avion, la route aérienne.* Paris, Librairie Armand Colin, 1923.
- LAVANÈRE-WANDERLEY, N. F. *História da Força Aérea Brasileira,* 2ª ed. Rio de Janeiro, Editora do Autor, 1975.
- ——. Cronologia de Alberto Santos-Dumont. Rio de Janeiro, Editora do Autor, 1980.
- LECORNU, J. La navigation aérienne. Paris, Vuibert & Nony, 1910.
- LIEBERG, O. S. *The first air race: the international competition at Reims.* Nova York, Doubledays, 1974.
- LINHARES, A. P. *Aviação naval brasileira* 1916-1941. Rio de Janeiro, Gaia, 2001.

- LOBO, A. M. Historia da navegação aerea. Rio de Janeiro, Sauer, 1929.
- MANCHESTER, A. K. "A vida gloriosa e trágica de Bartholomeu de Gusmão, by Affonso de E. Taunay; Bartholomeu de Gusmão e a sua prioridade aerostática. by Affonso de E. Taunay". *The Hispanic American Historical Review*, 25 (1945): 71-73
- MARION, F. Les ballons et les voyages aériens. 3 ed. Paris, Librairie Hachette, 1874.
- MARSHALL, A. W. Flying machines: past, present, and future. A popular account of flying machines, dirigible balloons and aeroplanes. 3 ed. London: Percival Marshall & Co. [c. 1911].
- MATTOS, B. S. de & P. C. Giarola. "Early years of aviation Santos Dumont and other aviation pioneers". *ABCM Engenharia*, 9 (2, abril-set. 2003): 4-16.
- MEDEIROS, A. Santos Dumont e a física do cotidiano. São Paulo, Livraria da Física, 2006.
- MOURA, I. Brasil-Portugal. Belém, Instituto Lauro Sodré, 1922.
- NAPOLEÃO, A. Santos Dumont e a conquista do ar. Rio de Janeiro, Imprensa Nacional, 1941.
- NAPOLEÃO, A. & LACOMBE, A. J., orgs. *História Geral da Aeronática Brasileira*. Rio de Janeiro, Itatiaia Limitada, 1988.
- NEEDHAM, J. *Science and civilization in China*. Volume 4, Physics and Physical Technology, Part 2, Mechanical Engineering. Taipei: Caves Books Ltd., 1986.

- NICCOLI, R. History of flight: from the flying machine of Leonardo of Da Vince to the conquest of space. Vercelli, White Star, 2002.
- OLIVERO, E. A. *A la conquista de la estratosfera*. Buenos Aires, Sopena Argentina, 1940.
- POLILLO, R. de. Santos Dumont gênio. São Paulo, Nacional, 1950.
- REYNAUD, M. "Les frères Montgolfier". In *Les temps des ballons: art et histoire*. Le Bourget, La Matinière, 1994.

RODRIGUES, L. A. Historia da conquista do ar. Rio, [s.ed.], 1937.

SANTOS-DUMONT, A. L'histoire des "dirigeables". Paris, P. Lafite, 1901.

- ----. My air-ships. London, G. Richards, 1904.
- ——. O que eu vi, o que nós veremos. São Paulo, [s.ed.], 1918.
- ----. Os meus balões. Rio de Janeiro, Biblioteca do Exército, 1973.
- ——. A conquista do ar pelo aeronauta brasileiro Santos=Dumont. Paris, Aillaud & Cia, 1901.
- SCOTT, B. Aérostat dirigeable à volonté. Paris, Maradan, 1789.
- SILVA, F. P. de. Santos Dumont, São Paulo, Três, 2003.
- SOREAU, R. *Le probléme de la direction des ballons*. Paris, Centrale des sciences, 1893.
- SOUTHEY, R. Sir Thomas More, or colloquies on the progress and prospects of society. London: John Murray, 1831. 2 vols.

- STREHL, R. O céu não tem fronteiras. São Paulo, Melhoramentos, 1965.
- TEFFÉ, B. de, "O Brasil berço da ciência aeronáutica". In *Minhas memórias no decennio* 1880-1890. Rio de Janeiro, Imprensa Naval, 1924, vol. 9.
- THORNDIKE, L. *A history of magic and experimental science*. New York: Columbia University Press, 1923-1958. 8 vols.
- TIRABOSCHI, G. *Storia della letteratura italiana*. Milano: Società Tipografica de'Classici Italiani, 1824
- VASCONCELLOS, A. de *Actualidades scientificas. A aeroestação.* Porto, Livraria Portuense de Lopes & c. Successor, 1908.
- VERA, F. Inventores célebres. Buenos Aires, Ateneo, 1964.
- VIEGAS, J. A. Vencendo o azul. São Paulo, Livraria Duas Cidades, 1989.
- VILLARES, H. D. Santos-Dumont, the father of aviation. Sao Paulo. [s. ed], 1956.
- ——. Quem deu asas ao homem. São Paulo, [s. ed.], 1953.
- WHITE Jr., L. "Eilmer of Malmesbury, an eleventh century aviator: a case study of technological innovation, its context and tradition". *Technology and Culture*, 2 (1961): 97-111.
- WYKEHAM, P. Santos-Dumont. Londres, Putnam, 1962.

Livros Grátis

(http://www.livrosgratis.com.br)

Milhares de Livros para Download:

<u>Baixar</u>	livros	de	Adm	<u>inis</u>	tra	ção

Baixar livros de Agronomia

Baixar livros de Arquitetura

Baixar livros de Artes

Baixar livros de Astronomia

Baixar livros de Biologia Geral

Baixar livros de Ciência da Computação

Baixar livros de Ciência da Informação

Baixar livros de Ciência Política

Baixar livros de Ciências da Saúde

Baixar livros de Comunicação

Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE

Baixar livros de Defesa civil

Baixar livros de Direito

Baixar livros de Direitos humanos

Baixar livros de Economia

Baixar livros de Economia Doméstica

Baixar livros de Educação

Baixar livros de Educação - Trânsito

Baixar livros de Educação Física

Baixar livros de Engenharia Aeroespacial

Baixar livros de Farmácia

Baixar livros de Filosofia

Baixar livros de Física

Baixar livros de Geociências

Baixar livros de Geografia

Baixar livros de História

Baixar livros de Línguas

Baixar livros de Literatura

Baixar livros de Literatura de Cordel

Baixar livros de Literatura Infantil

Baixar livros de Matemática

Baixar livros de Medicina

Baixar livros de Medicina Veterinária

Baixar livros de Meio Ambiente

Baixar livros de Meteorologia

Baixar Monografias e TCC

Baixar livros Multidisciplinar

Baixar livros de Música

Baixar livros de Psicologia

Baixar livros de Química

Baixar livros de Saúde Coletiva

Baixar livros de Serviço Social

Baixar livros de Sociologia

Baixar livros de Teologia

Baixar livros de Trabalho

Baixar livros de Turismo