

# ELS INICIS DE L'AVIACIÓ CIENTÍFICA A ESPANYA

Antoni Roca Rosell

Grup de Treball d'Història de la Ciència, IEC

El cas de l'aeronàutica -i, en particular, el de l'aviació<sup>1</sup> resulta ser força adequat per posar a prova el dinamisme i la receptivitat en front de les *noves tecnologies* de la societat catalana i, en general, de l'espanyola. Hem de tenir present que l'aviació sorgí com un triomf de la recerca experimental i que plantejà immediatament reptes importants en termes de recerca tècnica i científica. Al mateix temps, a ningú no se li escapà la seva potenciabilitat com a mitjà de transport i com a nova arma, el que comportava la creació d'un nou sector de la producció industrial.<sup>2</sup> En aquest treball tenim per objectiu tractar d'aquells aspectes del procés de difusió de l'aviació a Espanya que tenen a veure amb el sorgiment d'un nou camp de recerca científica i tecnològica al país i deixarem de banda els aspectes militars, industrials o esportius si no es relacionen amb el desenvolupament de l'aerodinàmica teòrica o experimental.

## EL NAIXEMENT DE L'AVIACIÓ

És sabut que foren els germans Wright els qui aconseguiren portar a terme el primer vol realment significatiu en un aparell *més-pesant-que-l'aire*, el desembre de 1903. Es tractava, de fet, d'"una més" de les múltiples experiències que s'estaven realitzant (infructuosament) en molts llocs del món des dels anys 1890. Algunes d'aquestes experiències, com les del capità francès Ferdinand Ferber, foren portades a terme gairebé al mateix temps que les dels Wright. Això explica que la notícia del seu reeiximent s'estengués ràpidament arreu del món (hi contribuí el mateix capità Ferber, per exemple, amb qui els Wright estaven en estret contacte) encara que, de fet, amb una receptivitat relativament escassa. No és difícil explicar-s'ho, no solament per la multiplicitat de notícies similars (i no sempre fiables) que proliferaren en la

<sup>1</sup> Recordem que, en l'època pionera, en la primera dècada del segle, l'aeronàutica seguia comprenent d'una manera destacada el vol en globus (més lleugers que l'aire), a més del vol en *avions* o *aeroplans* (més pesants que l'aire).

<sup>2</sup> Altres *noves tecnologies* contemporànies presenten un perfil de recerca similar, com ara la telegrafia sense fils, la ràdio o la televisió. Pel que fa l'automobilisme, sembla que les qüestions tecnològiques i industrials foren clarament predominants.

mateixa època sinò perquè l'origen de la notícia eren els Estats Units d'Amèrica, els habitants dels quals, malgrat que començaven a ser coneguts per la seva perspicàcia en els negocis industrials i en el món de la Tècnica, se situaven encara fora del centre intel·lectual i tècnic del món, llavors en el triangle Londres-París-Berlín. De fet, l'aviació inicià la seva espectacular trajectòria amb els vols de 1906, a França, a càrrec del pilot entusiasta brasiler Santos Dumont, al qual seguiren altres pilots i constructors d'aeroplans com Voisin, els germans Farman i Blériot. Malgrat que els Wright i Farman havien portat a terme vols prou llargs, la travessia del Canal de la Mànega, el 1909, a càrrec de Blériot pot considerar-se com una de les fites de la divulgació de l'aviació. Gràcies a la seva gira per Europa el 1908, els germans Wright feren conèixer les seves realitzacions i tingué lloc la seva consagració pública com a pioners de l'aviació.<sup>3</sup>

L'aeroplà -l'enginy volador desenvolupat pels Wright i els altres constructors europeus i americans-<sup>4</sup> constituïa una nova tecnologia que convocava, com sol passar, el concurs d'un ventall força ampli de sabers tèdrics i pràctics. El motor d'explosió (desenvolupat per als automòbils) fou decisiu per la possibilitat de disminuir les seves dimensions sense malmetre la potència; a més, calgué desenvolupar les construccions de fusta i tela (i, aviat, de metall), per a fusellatge i hèlixs.

Ara bé: el desenvolupament de l'aviació requereix coneixements científics gairebé del tot *nous*: la mateixa *explicació* de la sustentació dels aeroplans no era possible en el context de la mecànica de fluids tradicional; l'aerodinàmica, partint de

<sup>3</sup> La història dels primers temps de l'Aviació pot trobar-se en nombrosos llocs. Entre les referències possibles, mencionem SANTALO SORS, L. (1946) *Historia de la Aeronáutica*. Espasa Calpe, Buenos Aires; MALUQUER, J.J. (1944) *Aviación heroica*. I.G. Seix y Barral Hnos, Barcelona; NAVARRO MARQUEZ, E. (1970) *Historia de la Navegación Aérea*. Alianza Editorial, Madrid; KARLSON, P. (1941) *El hombre vuela. Historia y técnica del vuelo*. Ed. Labor, Barcelona; MACKWORTH-PRAED, B. (1990) *Aviation. The Pioneer Years*. Studio Editions, Londres.

<sup>4</sup> Utilitzarem la paraula "aeroplà" perquè creiem que determina millor; en aquesta època, els aparells voladors que, finalment, van acabar imposant-se (junt amb els helicòpters, encara que, malgrat la perspicàcia de pioners com Juan de la Cierva i el seu "Autogiro", no foren operatius fins a la Segona Guerra Mundial). El mot "avió" fou introduït per Clément Ader per designar un aparell amb ales articulades, que batien per enfortir la potència de les hèlixs; "aerodrom", d'altra banda, fou el nom dels aparells dissenyats per l'enginyer nord-americà Samuel Pierpont Langley.

l'experiència de la navegació amb menys-pesants-que-l'aire, els globus "aerostàtics", inicià un nou recorregut a partir del fet que els aeroplans, més-pesants-que-l'aire, "volaven". Per adaptar-se a les possibilitats aerodinàmiques, que anaren descobrint-se fonamentalment en el terreny de l'experimentació, calgué renovar i reorientar disciplines científiques i tecnològiques com la resistència de materials, la metal·lúrgia, la teoria d'estructures elàstiques, el disseny de motors d'explosió i altres mètodes de propulsió, i la instrumentació al servei de la navegació aèria i de les comunicacions, entre altres. En un altre terreny, també molt decisiu, l'aviació necessità i es beneficià del desenvolupament de la nova Meteorologia dinàmica, atès que, com és evident, el coneixement dels moviments locals i generals de l'atmosfera és una condició essencial per a la navegació aèria (tant en aeroplà com en globus).

INGINYERS, CIENTÍFICS I *SPORTMAN'S*:  
L'ASOCIACIÓN DE LOCOMOCIÓN AÉREA (BARCELONA 1908)

El primer vol d'un aeroplà al territori espanyol tingué lloc a Barcelona, al febrer del 1910. Aquesta prioritat podria no entendre's si no es té en compte la creació a la Ciutat Comtal, al final del 1908, de l'*Asociación de Locomoción Aérea*. Aquesta entitat sorgí, segons tots els indicis, d'una tertúlia de l'Ateneu Barcelonès, al local del qual fou constituïda el desembre de 1908. No hi ha cap dubte que la difusió dels èxits de l'aviació durant aquell any i, en particular, la gira dels Wright, havien estimulat la curiositat dels qui acabaren fundant l'Associació. Segons els Estatuts aprovats pel Govern Civil de Barcelona el 18 de desembre de 1908, l'Associació es proposava "estudiar i fomentar el desenvolupament de la locomoció aèria en totes les seves formes". Per fer-ho, hom preveia l'organització de conferències, exposicions i congressos, concursos i premis, experiències i viatges "aero-científics" i "esportius", segons es declara a l'article 3r.<sup>5</sup> L'Associació es proposava adquirir, tan aviat com fos possible, "màquines i útils per a la locomoció aèria", i també formar una biblioteca i un museu especialitzats en la matèria.

L'Associació tenia plans concrets per organitzar un "conkurs" a Barcelona el mes de maig de 1909, aproximadament un any abans que tingués lloc efectivament. Els seus dirigents pretengueren la participació dels germans Wright. Aquests, però,

<sup>5</sup> "Estatutos y Reglamento de la 'A.L.A.' aprobados por el Gobierno Civil de Barcelona el 18 diciembre 1908" (1909), *Boletín Oficial de la Asociación de Locomoción Aérea*, any I, núm. 1, Barcelona 15 febrer, p. 8; núm. 2, 15 març, pp. 17-20.

respongueren al president de l'entitat des de Pau que tenien previst ser de nou als Estats Units el mes de maig.<sup>6</sup>

### *Predomini dels enginyers*

Vegem ara quines eren les persones que crearen l'entitat. Segons que consta, un cop aprovats els Estatuts, els promotors es reuniren el dia 24 de desembre a l'Ateneu Barcelonès sota la presidència de Frederic Pérez de Nueros, llavors catedràtic "honorari" de la Facultat de Ciències de Barcelona. La primera junta directiva estigué composta per les persones següents: Josep Comas Solà -llavors ja molt conegut com a director de l'Observatori Fabra de l'Acadèmia de Ciències-president; Francesc del Villar i Carmona, arquitecte, vice-president; Guillem J. de Guillén Garcia, enginyer industrial i membre de l'Acadèmia de Ciències, Josep M. Marchesi, comandant d'Artilleria, Ferran Rojo i Sojo, enginyer de camins, i Josep Padrós, tinent coronel d'enginyers militars, vocals; i Joan Sardà Ballester, del comerç, tresorer-secretari.

Sembla clar que els membres de la Junta foren escollits per la seva qualificació *professional*, atès que, excepte el secretari, tots els altres tenien formació científica o, majoritàriament, tècnica. Destaquem la presència de dos oficials de l'Exèrcit, en sintonia amb altres països, on l'aviació també mereixé una atenció molt gran per part dels militars.

El primer número de l'organ de l'Associació publicà la llista dels primers 69 socis,<sup>7</sup> dels quals 40 disposaven de títols o ocupacions de tipus tècnic: per ordre numèric, hem comptat 14 enginyers de camins, 8 enginyers industrials, 2 enginyers de l'Escola Central de París i 2 arquitectes; hem inclòs entre els tècnics 5 oficials d'Artilleria, 5 d'Enginyers militars, el cap de màquines del Dic Flotant i un auxiliar d'obres del Port i un mecànic d'automòbils. Entre els enginyers de camins es trobaven el cap de la Divisió Hidràulica del Pirineu Oriental, el cap de la 2a Divisió de Ferrocarrils (abans enginyer i higienista al servei de l'Ajuntament de Barcelona, Pere

<sup>6</sup> Carta de Wilbur Wright al president de l'ALA, Pau 12 febrer 1909, reproduïda en facsímil al *Boletín Oficial de la Asociación de Locomoción Aérea*, any 1, núm. 1, 15 febrer, p. 4.

<sup>7</sup> "Lista general de los señores socios de la 'A.L.A.'" (1909), *Boletín Oficial de la Asociación de Locomoción Aérea*, any I, núm. 1, 15 febrer, pp. 6-7.

Garcia Fària) i el director d'obres del Port (Juli Valdés). Entre les altres ocupacions declarades, destaquen 8 persones que diuen ser "del comerç", de les quals cal mencionar Cristobal Juandó, inventor d'enginyers voladors d'un cert renom en aquells temps; segueixen 6 fabricants tèxtils, 5 propietaris (un d'ells, Domènec Sanllehy, alcalde de Barcelona) i altres de professions diverses. D'aquests darrers mencionem Joan Marsans, comerciant d'automòbils del carrer d'Aragó; 2 advocats; un metge (el conegut pediàtre Miquel A. Fargas); no fan constar titulació ni ocupació dos nobles ben coneguts a la Ciutat: El comte de Bell-lloc i el vescomte Eusebi Güell i López.

*Dos físics al capdavant: Comas Solà i Pérez de Nueros*

La nombrosa presència d'enginyers i tècnics contrasta amb el fet que el primer inspirador de l'entitat fos, segons que sembla, el catedràtic de Mecànica Racional Pérez de Nueros, jubilat des del 1900, i que la presidència fos ocupada per Josep Comas Solà, prou reconegut com a astrònom, si bé, com és sabut, molt actiu com a publicista científic per mitjà de múltiples conferències i de nombroses col.laboracions a *La Vanguardia*, almenys des del 1893.

Probablement no ens equivoquem si afirmem que Comas Solà fou molt útil al capdavant de la nova Associació, no solament pel fet de ser una persona emprenedora, sinó també per la notorietat que atorgava a una iniciativa en la qual ell participava. En aquesta mateixa època, Comas ja era conegut per la seva afeció a l'automobilisme; més tard, en la dècada dels vint, fou un dels primers radioafecionats. Tot plegat el caracteritza com un pioner de la nova tecnologia... com a usuari i propagandista.

El primer article que aparegué en el butlletí de l'Associació fou el text d'una conferència de Comas sobre aviació a la Unió d'Obrers Mecànics el 27 de febrer de 1909.<sup>8</sup> Les seves afirmacions són molt reveladores de la seva concepció de la ciència. Comença el treball advertint que desconeixia del tot l'aviació en el terreny pràctic: mai no havia volat, mai no havia vist volar un aeroplà, excepte en una pel.lícula. Malgrat no ser la seva especialitat, creia interessant que ell, com qualsevol que en tingués, expressés les seves opinions, ja que tenia la presumpció que del conjunt d'elles "ha de sorgir la veritat". Les realitzacions dels Wright sorprenghen els

<sup>8</sup> COMAS SOLA, J. (1909) "Consideraciones teóricas sobre la aviación", *Boletín Oficial de la Asociación de Locomoción Aérea*, any I, núm. 2, Barcelona 15 març, pp. 9-10. S'anuncia la continuació de l'article, la qual no existí, segons que creiem.

ambients científics atès que el vol, malgrat l'evidència dels ocells, es considerava *teòricament* impossible. Confessà que ell mateix s'equivocà uns anys abans en tractar el tema des d'un punt de vista teòric. En realitat, afirmà que "s'equivocaren *tots els teòrics i gairebé tots els pràctics*". Segons Comas, els que finalment havien encertat ho havien fet "perquè no són ni físics ni matemàtics": no es cregués, aclaria immediatament, que ell no pensava que seria millor que els inventors sabessin Física i Matemàtiques. Passava, però, que, primer, els físics i matemàtics "estan, en general, excessivament supeditats a la teoria" i, segon, "són, gairebé tots, gent de butaca, de gabinet o de laboratori i que, per tant, no es dediquen a assaigs pràctics a l'aire lliure". Aquests estereotips, absolutament tòpics i que demostren que Comas no coneixia el paper important de la recerca en l'assoliment dels Wright de 1903, no són més que el preludi d'altres consideracions més peregrines. Per exemple, Comas afirmà que, atès que la fórmula clàssica de la resistència  $R = K.S.V^2$  només valia quan la superfície es mou ortogonalment, els helicòpters no serien factibles (de fet, tardaren algunes dècades a ser operatius) i no era vàlida pels aeroplans! (Recordem que el problema era que Newton i els seus seguidors havien considerat que la resistència seria proporcional *al quadrat* del sinus de la inclinació, cosa que la feia molt petita i capaç de sostenir únicament enginyers molt lleugers. Hom considerà després que el factor era simplement el sinus, el que representa una resistència unes 10 vegades més gran.) En tot cas, l'error de Comas és sonat. La continuació de l'article -que no hem localitzat- havia de tractar de la modificació de la fórmula de la resistència: és lògic que renunciés a publicar-la.

Paradoxalment, el vell Pérez de Nueros -nomenat soci honorari de l'Associació- sembla que tingué un paper científic més rellevant. En el primer treball que publicà a l'organ de l'Associació (que prengué el nom de *Revista de Locomoción Aérea* a partir del juny del 1909), el catedràtic jubilat, després de comentar l'actualitat de l'aviació afirmà que feia anys que havia fet "estudis teòrics" sobre un helicòpter que podria elevar 20 kg a 1 m/s per cada CV de potència del motor.<sup>9</sup> "En les meves experiències de l'any 1900 -continuava- només vaig aconseguir elevar 8 kg per cavall amb la velocitat expressada d'un metre per segon: haig d'advertir, per al meu descàrrec, que les hèlixs d'assaig eren molt deficientes, que el local era poc favorable, que les transmissions i fregament absorbien la meitat de la força i que el motor elèctric funcionava amb tals irregularitats que els "*chispazos*" produïts em danyaren greument la vista".

<sup>9</sup> PEREZ DE NUEROS, F (1909) "Reflexiones sobre los aeroplanos", *Revista de Locomoción Aérea*, any I, núm. 1, Barcelona 15 juny, pp. 2-5.

Malgrat que desconeixem l'abast dels estudis teòrics de Pérez de Nueros, la citació que acabem de reproduir ens el presenta amb un tarannà experimentador indubtable, tot i la inadequació dels mitjans de què disposà.

La revista de l'Associació és un aparador de les inquietuds aeronàutiques catalanes i espanyoles del moment. Destaquem, en primer lloc, la forta dependència que es veu de les fonts d'informació franceses, tant pels treballs publicats (per exemple, un ampli resum sobre aerodinàmica a càrrec de l'enginyer R. Mercier, que apareix al llarg de diversos números), com per les notícies d'esdeveniments aeronàutics, per les mencions dels autòctons i per les novetats bibliogràfiques, llibres i publicacions periòdiques del país veí. Aquesta dependència és explicable per les aportacions vertaderament d'avantguarda que tingueren lloc a França; l'exclusivitat, tanmateix, torna a parlar-nos d'alguna de les limitacions de la comunitat científico-tècnica catalana.

En segon lloc, a la revista de l'Associació trobem algunes de les principals aportacions locals a l'aviació. D'una banda, hi ha notícies més o menys amplies dels aeroplans projectats per Francesc Verdaguer, el dels capitans Gomez i Cañellas, l'aeroplà Oller, el dels germans conde de Llanos i Carlos de Salamanca a Carabanchel, l'aeroplà "Ama" inventat per Vicente Airesteir, Julián Mújica i Felipe Arcona de Vitòria i el de Joan Olivert i Serra, soci valencià de l'Associació, que col.laborava amb l'enginyer industrial Gaspar Brunet, que tenia uns tallers mecànics a Barcelona. És clar que els triomfs de l'aviació estimularen els nostres tècnics a reproduir-los; al mateix temps s'importaren els primers aparells, amb els quals, a partir del febrer del 1910, començaren a proliferar les demostracions.

## LA DIFUSIÓ DE L'AERODINÀMICA

Amb les notícies de la possibilitat del vol més-pesant-que l'aire, la problemàtica tècnica i científica de l'aviació adquirí un protagonisme clar. De fet, els germans Wright foren seguidors directes dels investigadors nord-americans S.P. Langley, que havia portat a terme una sèrie notable d'experiències a l'Smithsonian Institution, i Octave Chanute, d'origen francès, que era continuador de les experiències amb planejadors de l'alemany Otto Lilienthal. Els progressos de l'aviació a França també estaven immersos en la tradició científica i de recerca, des de les investigacions de Marey sobre el vol dels ocells, a les de Gustave Eiffel, que utilitzà la seva torre com a centre d'experiències aerodinàmiques.

No és difícil trobar reflectits aquests fets en la literatura científica del moment. Hi ha, per exemple, reportatges sobre l'activitat investigadora en aerodinàmica del conegut enginyer francès, Gustave Eiffel. La revista de l'Associació d'Enginyers Industrials de Barcelona publicà el 1908 un treball del mateix Eiffel sobre sustentació aerodinàmica i una completa presentació -una comunicació a la *Société des Ingénieurs Civils de France*- del nou laboratori que acabava d'organitzar al carrer Boileau de París, que disposava d'un tunel aerodinàmic.<sup>10</sup>

De les contribucions originals que tingueren lloc en aquests primers anys en volem comentar dues que considerem força representatives i, fins i tot, d'influència en els esdeveniments contemporanis. En primer lloc, la intervenció de l'enginyer industrial Gaspar Brunet, que podria representar l'inici d'un important sector industrial a Catalunya, encara que ell no intervingués, segons les nostres notícies, en el seu desenvolupament més rellevant; i, en segon lloc, els treballs sobre aeronàutica dels enginyers militars, els quals fundaren entorn del 1921 un laboratori de recerques aerodinàmiques a Cuatro Vientos (Madrid).

## L'ENGINYER GASPARD BRUNET, UN PIONER

Gaspar Brunet Viadera, enginyer industrial, ocupa un lloc molt destacat en la història de l'aviació a Barcelona.<sup>11</sup> Des del 1908 aproximadament dirigí els seus interessos tècnics a l'aviació i estigué implicat en alguns projectes de construcció

<sup>10</sup> EIFFEL, G. (1908) "Investigaciones experimentales sobre la resistencia del aire ejecutadas en la Torre Eiffel", *Revista Tecnológico-Industrial*, any 31, maig, pp. 165-172; "El laboratorio de Aerodinámica de Mr. G. Eiffel" (1910), *ibid.*, any 33, abril, pp. 148-158. Vegeu, entre d'altres referències possibles, un resum de l'aeronàutica experimental a França amb una descripció dels treballs dirigits per ell, EIFFEL, G. (1919) "Les Travaux du Laboratoire Eiffel", dins *1914-1918. L'Aéronautique pendant la Guerre Mondiale*. Maurice de Brunoff ed., París, pp. 281-296; també, LEMOINE, B. (1986) *Gustave Eiffel*. Editorial Stylos, Barcelona, especialment pp. 118-121.

<sup>11</sup> Vegeu, per exemple, les nombroses referències a Brunet en les memòries de CANUDAS, J. (1983) *Història de l'Aviació Catalana (1908-1936)*. Edicions de La Magrana, Barcelona.



d'aeroplans, un d'ells amb Joan Olivert.<sup>12</sup> Brunet, soci de l'Asociación de Locomoción Aérea, fou el recurs amb que comptà l'entitat per resoldre els problemes tècnics que sorgiren al voltant de les primeres demostracions de vol a Barcelona el 1910.

Una de les contribucions de Brunet fou la divulgació dels principis i dels problemes de l'aeronàutica a Barcelona, on pronuncià dues conferències a l'Associació d'Enginyers Industrials (desembre del 1909) i un curset a la Universitat organitzat per la *Juventud Aviadora Española* (gener del 1910). Les intervencions públiques de Brunet contrasten, segons la nostra opinió, amb la confusió present en altres cercles, amb debats força encesos sobre la validesa de diferents propostes i projectes.

Brunet donà un caire eminentment tècnic a les seves exposicions. La seva intervenció a l'Associació d'Enginyers Industrials començà relativitzant els perills de l'aviació pionera i anuncià, amb un cert optimisme, grans canvis en el futur immediat.<sup>13</sup> Denuncià la febre dels concursos aeris i l'error d'avaluar únicament els avenços esportius, com ara els rècords d'altura o velocitat, i no la sustentació a velocitats petites, per exemple, que ell considerava més necessària. La seva avaluació del moment aeronàutic des del punt de vista tecnològic és molt interessant:

*"Los técnicos tropiezan y los empíricos encuentran contradicciones de la teoría con la práctica sin preocuparse de estudiar bien a fondo los que tratan seriamente la técnica de la aviación, lo cual les impide ver que aquellas aparentes contradicciones proceden de teorías mal fundadas a veces sobre experiencias mal ejecutadas o mal analizadas.*

*Son muy numerosos los que hacen consideraciones y cálculos con el aire como si fuera sólido, olvidándose a veces hasta de la mecánica elemental; otros, acordándose de que es fluido, lo manejan como si fuera inelástico y de aquí aquellas aparentes contradicciones y disconformidades con la experiencia que envalentonan a los empíricos.*

*Y es que la mecánica de fluidos está todavía en mantillas, resultando*

<sup>12</sup> Vegeu, per exemple, "Aeroplano de los Sres. Olivert y Brunet. Primeras pruebas realizadas con el mismo en el campo de Paterna (Valencia)" (1909), *Revista de Locomoción Aérea*, tom 1, pp. 92 i ss.

<sup>13</sup> BRUNET, G. (1910) "La locomoción aérea", *Revista Tecnológico-Industrial*, any 33, gener, pp. 1-27; febrer, pp. 37-69.

*el problema complejo y delicadísimo; hay fenómenos y casos nuevos de mecánica o aerodinámica que es preciso todavía estudiar y analizar en el campo y en el laboratorio..."* (pàgs. 5-6)

D'aquesta manera, demanà excuses pels errors que probablement cometria en la seva exposició. D'altra banda, sembla que la seva crida a l'estudi rigorós i a la recerca experimental era prou contundent.

La seva exposició continuà amb una discussió en detall de les condicions de la sustentació aerodinàmica seguint els treballs de Rodolphe Soreau. Analitzà les dificultats per avaluar la constant K a partir de les experiències d'Eiffel i les diverses avaluacions teòriques i, a més, estudiar les propietats dels diferents perfils d'ala, la influència de les hèlixs, etc. Després de discutir un experiment llavors controvertit (de Goupil), conclogué que "el que fa falta són assaigs i per cert molt curiosos, ja que és freqüent en aquesta nova ciència que les coses resultin completament el contrari que el que semblaria a primera vista més lògic".

Aquestes consideracions el portaren a desenvolupar una descripció del procés d'assaig aerodinàmic, incloent-hi un esquema d'un tunel aerodinàmic (pàg. 25) i assenyalant que,

*"Por práctico que deba ser todo esto, son problemas de ingenieros y técnicos, no de empíricos y tanteadores."* (pàg. 24)

La seva sensatesa tecnològica el portava a afirmar:

*"Bueno y necesario es establecer sólidamente la teoría, pero hay que basarla en ensayos y reforzarla con ellos: un ensayo bien hecho vale más que dos buenas teorías, pero un mal técnico difícilmente hará un buen ensayo."* (pàg. 24)

La resta del treball de Brunet està dedicada a l'estabilitat transversal i longitudinal, al disseny òptim de les hèlixs i als diferents models d'aeroplans, comparant i posant en discussió les diferents opcions del seu temps, centrades en els projectes i les realitzacions dels nord-americans -principalment els Wright, però també altres, com Curtiss- i els francesos -Farman, Voisin, Blériot, Antoinette i altres. L'eix de les discussions, tanmateix, són les propostes del mateix Brunet, llavors implicat en l'estudi, el disseny i la construcció d'aeroplans. Destaquem la seva preocupació per aconseguir un aeroplà de grans dimensions, amb capacitat de transport important, per

sobre de les fites de velocitat o d'acrobàcia. En aquest sentit, Brunet proposava un aeroplà multiplà, probablement lent, però segur i, al mateix temps, adequat per al transport. Com a persona pràctica, el preocupava també la formació de pilots, capaços d'assajar i de fer navegar els nous enginys. Com digué Canudas en les seves memòries, molts dels aeroplans projectats no volaren perquè no hi havia pilots experimentats per aconseguir-ho.

La conclusió de la conferència estigué dedicada a exhortar els seus contemporanis a contribuir, des del començament, en l'aviació.

*"Los extranjeros suelen dominarnos principalmente por haber empezado antes que nosotros y muy frecuentemente ésta es la verdadera y única causa de su supremacía; hoy estamos a tiempo; si nos dejamos pasar, luego será más difícil alcanzarles."* (pàg. 69)

És clar que Brunet minusvalorava les *altres* causes d'endarreriment industrial i científic del nostre país. Malgrat la sincronia inicial, en el camp de l'aeronàutica es repetí, d'alguna manera, el que havia succeït en altres. La conferència de Brunet, pel que sembla, mereixé una assistència nombrosos i fou acollida amb interès.<sup>14</sup>

Fins aquí el comentari d'un dels treballs pioners de Brunet, autor en aquests anys de dos llibres sobre la locomoció aèria i present fins a la seva mort, el 1929, en les principals iniciatives per desenvolupar l'aviació a Catalunya.

Recordem que la indústria aeronàutica tingué un relleu important a Barcelona. Tinguem en compte, per exemple, el fet que la Hispano-Suiza, fàbrica d'automòbils, es reorientà cap a l'aeronàutica de manera brillant, amb la introducció d'un motor, dissenyat el 1914 per un dels fundadors de l'empresa, Marc Birkigt, que fou adoptat per molts fabricants d'aeroplans i que es trobà en l'avantguarda dels motors d'aviació des d'aquell moment fins, com a mínim, la Segona Guerra Mundial. La Hispano-Suiza tingué una sucursal a París (encara existent) i fundà una constructora d'aeroplans a Guadalajara. D'altra banda, mencionem que el 1916 la firma Pujol i Comabella creà una empresa de construcció aeronàutica i una escola d'aviació a Barcelona amb el concurs del pilot de Santander, Salvador Hedilla. Altres empreses seguiren, com ara els Tallers Hereter o la companyia Elizalde. No podem estendre'ns més en aquest

<sup>14</sup> "Conferencia sobre locomoción aérea" (1909), *Industria e Invenciones*, tom 52, núm. 26, 24 desembre, pp. 239; núm. 27, 31 desembre, p. 247.

terreny.

## ELS MILITARS I L'AVIACIÓ<sup>15</sup>

És sabut que els interessos militars representaren un important impuls per al desenvolupament de l'aviació. Primer, els exèrcits adquiriren aparells per utilitzar-los en missions bèl·liques, després (o, segons els casos, al mateix temps), propiciaren la recerca perquè els aeroplans s'adaptessin a les necessitats militars, adaptació que, en el període de la Guerra del 1914-1918, representava millorar l'estabilitat, augmentar la velocitat i l'altura, disposar d'una autonomia de vol més gran, aconseguir una millor maniobrabilitat i incorporar metralladores i dispositius per llançar bombes. Per bé i per mal, l'aviació havia conegut grans transformacions després de la Gran guerra. No cal dir res de la Segona.

Els militars espanyols, i, en concret, els enginyers militars, demostraren molt aviat el seu interès pels desenvolupaments de l'aviació. Recordem que ells estaven a càrrec del Servei d'Aerostació, un regiment que estimulà decisivament la recerca, probablement perquè el vol aerostàtic, amb els grans riscos que comporta, aboca a l'estudi de la sustentació i l'aerodinàmica, sense oblidar la meteorologia i la topografia, entre d'altres.

La publicació dels enginyers militars, el *Memorial de Ingenieros del Ejército*, és un testimoni eloqüent de l'evolució dels interessos aeronàutics dels militars espanyols. Una prova ben rellevant d'això és que, mentre en altres publicacions aparegué més tard, la revista dels enginyers militars donà notícia de l'experiència recixida dels Wright ja en el seu número de març de 1904. Es tracta d'un resum d'una nota publicada a la revista *Knowledge and Illustrated Scientific News* i recull el fet que els tècnics nord-americans han aconseguit vols de fins 260 m d'altura i 800 m d'abast. Malgrat que els inventors han ocultat la informació més tècnica, es diu que "tindrien gran importància aqueixos experiments si és cert que, com s'afirma, mentre es realitzaven bufava un vent molt fort, i que la màquina voladora arribà a adquirir una

<sup>15</sup> He desenvolupat aquesta qüestió en A. Roca Rosell: "Research and military in Spain: the aeronautics case", dins FORMAN, P., SANCHEZ RON, J.M. eds (en premsa) *National military establishments and the advancement of science and technology: Studies in twentieth century history*. D. Riedel, Boston.

velocitat pròpia de 50 o 55 quilòmetres per hora".<sup>16</sup>

L'aparició d'aquest comentari és ben significatiu de l'orientació de la revista que no solament publicava treballs científics o tècnics dels enginyers militars, vinculats directament o no amb les missions que tenien encomanades, sinó que procuraven mantenir al dia la informació científica a base de llegir i extractar un bon nombre de revistes. La redacció de la revista devia fer aquesta feina probablement amb l'ajut dels cadets de l'Acadèmia d'Enginyers.

La receptivitat davant el món de l'aeronàutica era deguda, en gran part, a l'existència del Servei d'Aerostació on s'havia reunit una oficialitat lliurada no solament al risc o al plaer esportiu del vol lliure en globus, sinó a la recerca científic-tècnica en els camps relacionats amb l'aeronàutica: navegació, astronomia, topografia, geodèsia, meteorologia, les tècniques del globus i del dirigible, química, estudi de materials, instrumentació auxiliar (brújula, altímetre, baròmetre), comunicacions (telegrafia, telefonia), etc. Els oficials del Servei Aerostàtic, que a més tenia una escola destinada a formar pilots i observadors, no solament reflectiren la seva activitat en el *Memorial* sinó que produïren una literatura específica vinculada, principalment, a les missions docents. En els primers anys de segle destaca la figura del llavors capità Francisco de Paula Rojas, autor del disseny d'algun instrument de navegació i que, per exemple, portà a terme el 1904 el primer sondatge meteorològic amb globus seguint Teisserenc du Bort.<sup>17</sup>

Un dels primers textos tècnics que tracten de la nova aviació és el degut a Eduardo Marquerfe, oficial d'enginyers (que consta entre els fundadors, el 1916, de

<sup>16</sup> "[Màquina de volar de los hermanos Orville Wright (*sic*)] (Crónica Científica)" (1904) *Memorial de Ingenieros del Ejército*, any 59, núm. III, març, p. 94.

<sup>17</sup> Pel que fa la producció aeronàutica dels enginyers militars en l'etapa *pre-aeroplanària*, vegeu, entre d'altres, PAULA ROJAS, F. de (1902) *Apuntes de Aeronáutica. Estudio del globo esférico libre*. Imp. del Memorial de Ingenieros del Ejército, Madrid, 141 pp.; RODRIGUEZ y RODRIGUEZ, V. (1903) *Producción y compresión del Gas Hidrógeno en el Parque Aerostático de Ingenieros*. Imp. del Memorial de Ingenieros del Ejército, Madrid, 75 pp.; PAULA ROJAS, F. de (1904) *Globos exploradores o sondas aéreas*. Imp. del Memorial de Ingenieros del Ejército, Madrid, 107 pp.

l'Aero-Club de Catalunya), sobre hèlixs aèries.<sup>18</sup> En la introducció del seu treball, afirmà no haver vist la "teoria" de l'hèlix i ell pretenia contribuir-hi, atès que l'hèlix *unificava* el més lleuger i el més pesant que l'aire (assenyalant la seva aplicació a dirigibles i aeroplans, la menció als quals és molt escueta), cosa que era, segons ell, "signe evident del progrés, que sempre unifica". Calia establir una teoria aerodinàmica perquè la teoria clàssica, explicà, no funcionava. De fet, discutia la fórmula de la resistència posant en qüestió no solament el famós sinus al quadrat, sinó també el sinus i, fins i tot, que la dependència fos del quadrat de la velocitat...

### *Kindelán i l'organització de l'Aviació Militar (1911)*

Al voltant del 1910, cal comptar, però, amb dos noms crucials en la història de l'aviació militar espanyola, (i en la història política i científica del país) els llavors joves oficials, Alfredo Kindelán Duany (1879-1962) i Emilio Herrera Linares (1879-1967).

Alfredo Kindelán destacà aviat entre els ambients aeronàutics de Madrid. Essent capità de l'Aerostació militar, passà a ser el vice-president del Real Aero-Club d'Espanya quan es fundà el 1905. La iniciativa fou del pilot civil (de globus) Jesús Fernández Duro que, modestament, ocupà una vocalia en la junta fundacional, mentre que el primer president fou el marquès de Viana (capità d'Artilleria). La presidència honorària fou per Alfons XIII, gran amant dels esports i, en particular, de l'aeronàutica. Com s'ha vist, en la primera institució aeronàutica *civil*, els militars ocuparen un lloc preeminent.

El capità Kindelán contribuí significadament a la difusió de la teoria i la tècnica aerodinàmica en els anys inicials. Considerem dues publicacions seves del 1909 i del 1910. La primera d'elles, sobre globus dirigibles, conté una extensa introducció a l'aerodinàmica i menciona, de passada (pàgs. 29-30), la sustentació dels aeroplans.<sup>19</sup> Pel que fa als aeroplans, el *Memorial de Ingenieros* publicà un treball

<sup>18</sup> MARQUERIE, E. (1906) *Las hélices aéreas*. Imp. del Memorial de Ingenieros del Ejército, Madrid, 30 pp.

<sup>19</sup> KINDELAN DUANY, A. (1909) *Globos dirigibles*. Imp. del Memorial de Ingenieros del Ejército, Madrid, 125 pp.

força extens al llarg de 1910, a partir del número d'abril.<sup>20</sup>

L'objectiu del treball de Kindelán és, en realitat, la discussió de les característiques dels aeroplans llavors operatius al món, a partir de la informació tècnica disponible com també del testimoniatge directe (ell formà part de les delegacions espanyoles a les demostracions de Pau (1908), on assistiren els germans Wright (i el rei d'Espanya), i de Reims (1909)). Malgrat aquest objectiu tan concret, l'abast intel·lectual del treball és molt més ampli, ja que les dues primeres parts tracten *in extenso* de la teoria matemàtica de la sustentació i de l'aeroplà, seguint, ell també, l'obra de Soreau. Com els seus contemporanis, Kindelán expressa la necessitat que es desenvolupin les recerques en aerodinàmica.

*"Hemos de hacer constar que una teoría mecánica completa está aún por hacer en Aviación, y nosotros creemos que sólo existirá cuando numerosos experimentos proporcionen una serie de datos y resultados que permitan establecerla sintéticamente como fruto de dichas investigaciones analíticas."* (pàg. 152)

No hi ha dubte del talent filosòfic del capità, en expressar la necessitat d'endegar un procés d'inducció que condueixi a la teoria aerodinàmica. En aquest sentit, l'aviació, com molts altres dominis de la tècnica, es beneficià de l'estímul de la concepció *baconiana* del coneixement, segons la qual l'acumulació de dades empíriques condueix a la formulació de lleis de la naturalesa.

El tarannà d'enginyer apareix quan Kindelán afirma que evitarà càlculs complicadíssims i teories molt generals perquè, en realitat, es basen en hipòtesis poc fundades i l'esforç no val la pena. La combinació de teoria i pràctica, que és l'enfocament que ell escull, és el millor, com ho demostra l'experiència dels Wright i de Voisin. Aquesta solemne declaració precedeix -era d'esperar- una exposició enrevessada plena de fórmules i, de fet, d'especulacions, per determinar els elements de la sustentació i les equacions de l'equilibri d'un aeroplà (obviant aquelles consideracions generals d'aerodinàmica que ja apareixen en el seu treball sobre globus dirigibles). És possible conèixer els seus dots d'enginyer en la discussió detallada dels diferents models d'aeroplà, la seva estructura, estabilitat, els diferents motors, etc. Es

<sup>20</sup> KINDELAN, A. (1910) "Aeroplanos", *Memorial de Ingenieros del Ejército*, año 65, núm. 4, pp. 149-157; núm. 6, pp. 211-225; núm. 7, pp. 247-255; núm. 8, pp. 283-292; i núm. 9, pp. 323-337.

tracta -s'ha d'aclarir- d'una discussió realitzada amb el suport de paràmetres quantitius amb els quals va discriminant els avantatges de cada aeroplà. És molt probable que el treball de Kindelán fos la base per a l'adquisició, al final del 1910, de tres biplans Farman (dos *Henry Farman* i un *Maurice Farman*) que constituïren el primer nucli de l'Aviació militar espanyola.<sup>21</sup>

Malgrat algunes experiències anteriors, la Primera Guerra Mundial mostrà les primeres possibilitats bèl·liques dels aeroplans, tant per l'observació darrera de les línies de l'enemic com en tant que arma ofensiva, sobretot en adaptar-hi metralladores. El valor estratègic de l'aviació comportà, d'altra banda, que no era desitjable que els avenços tecnològics estiguessin en mans d'altres països, especialment si es tractava d'enemics potencials. Durant i, principalment, després de la Primera Guerra Mundial foren organitzats els principals centres de recerca aeronàutica del món, sempre vinculats de manera directa o indirecta amb les Forces Armades.

A Espanya, la situació fou similar. El centre de recerca que començà a funcionar cap al 1921 fou organitzat per l'aviació militar. És més: pocs anys després, es fundà en el mateix centre l'Escola Superior Aerotècnica, destinada inicialment a complementar la formació d'enginyers en altres especialitats en alguna branca de l'enginyeria aeronàutica.

#### *El Laboratori Aerodinàmic de Cuatro Vientos*

Una de les comunicacions a càrrec de tècnics militars al *Primer Congreso Nacional de Ingeniería* celebrat el 1919 fou a càrrec d'Alfredo Kindelán; hi exposà els treballs de fundació d'un laboratori aerodinàmic per part de l'Aviació militar, proposta que ha de semblar completament *natural*, si tenim en compte els antecedents que acabem d'exposar, a més de les condicions específiques de l'aviació espanyola.<sup>22</sup>

<sup>21</sup> Vegeu SALAS, R. (1983) "Los primeros tiempos de nuestra Aviación", *Aeroplano*, núm. 1, juny, pp. 14-32; també *Historia de la Aviación española* (1988). Instituto de Historia y Cultura Aeronáutica, Madrid.

<sup>22</sup> KINDELAN, A. (1920) *Laboratorios aerotécnicos. Comunicación presentada al Primer Congreso Nacional de Ingeniería celebrado en Madrid en noviembre de 1919*. Imp. del Memorial de Ingenieros del Ejército, Madrid, 23 pp. Publicada també en el volum d'Actes del Congrés.



La comunicació de Kindelán és, sens dubte, la memòria que hagué de preparar per aconseguir l'aprovació del nou centre. S'inicia amb l'afirmació que els laboratoris havien donat lloc a una nova ciència, l'Aerotècnia. Enfront de molts que pretenien desenvolupar l'aviació menystenint la ciència, assenyalà el cas dels Wright, que aconseguiren el seu aeroplà seguint de prop els resultats obtinguts pels investigadors i, per consegüent, anaren pel davant dels altres. A continuació, hi ha un estudi en detall dels diferents mètodes i instal·lacions d'experimentació aeronàutica, amb exemples de cada una de les possibilitats als laboratoris dels quals tenia notícia, que són, de fet, la major part dels importants (d'Estats Units, Gran Bretanya, Itàlia, França, Àustria i Alemanya). Abans de passar al cas espanyol, es refereix a la Meteorologia, una branca de la ciència especialment necessària per a l'aviació, i la qual, recíprocament, havia rebut un fort impuls gràcies als globus i a les observacions fetes en aeroplans. (El Servei Aerostàtic espanyol estava tenint una forta participació en la transformació de la Meteorologia del seu temps, amb l'establiment d'una estació aerològica a Guadalajara i una altra al Teide.)

Kindelán explicà que la recerca aeronàutica fou pionera a Espanya, ja que el *Centro de Ensayos de Aeronáutica* es fundà el mateix any (1904) que els Wright portaven a terme les seves primeres experiències. Ell mateix explicà que Torres Quevedo li va fer "l'honor de cridar-me a col·laborar amb ell", en els treballs sobre el dirigible "*España*", suposem. Aquest centre, tanmateix, aviat deixà de tenir una activitat destacable. El 1911 -continuà- s'inicià l'aviació militar espanyola:

*"y cuando apenas llevaba un año de vida, propuse, en mi calidad de Jefe del Servicio, la instalación de un Laboratorio de Aerodinámica, cuya idea fue aceptada por el entonces Director de Aeronáutica, coronel Vives, redactando el proyecto y solicitando los recursos necesarios para ello." (pàg. 22)*

Més tard proposà la construcció dins de l'Escola nacional d'aviació, de la qual ell era el director, d'un Laboratori i s'acceptà. Començaren les obres, s'encarregaren alguns aparells, etc. L'esclat de la guerra europea retardà el procés i l'aeronàutica militar decidí destinar aquells edificis i recursos a una altra finalitat més urgent. Finalment, ell proposà una altra localització i els treballs "ja han començat". Es tracta, sens dubte, de les instal·lacions de Cuatro Vientos (Madrid). Mentrestant, ha aprofitat totes les visites que ha fet pel món per prendre nota de les característiques dels laboratoris aerodinàmics. Com a conclusió presenta 10 propostes, la primera de les quals és la constitució a Espanya d'un o més laboratoris aerodinàmics. El túnel aerodinàmic ha de constar d'un tub de gran diàmetre i *tancat*, per aprofitar millor la

potència del ventilador. Malgrat que la primera patent d'autogir fou presentada per La Cierva el 1920,<sup>23</sup> el punt 3 de Kindelán diu que

*"Debe concederse primordial importancia a la experimentación de hélices sustentadoras, aplicables a los helicópteros."* (pàg. 22)

Una sèrie de punts volen garantir la igualtat d'oportunitats de tots els investigadors i la seva llibertat d'acció i de pensament. Finalment, proposa que estigui regit per un Comitè tècnic, amb poders anàlegs al *British Advisory Committee for Aeronautics*.

Alfredo Kindelán, malgrat ésser l'inspirador del nou centre, no tingué una activitat científic-tècnica rellevant, encara que, en ocupar importants càrrecs de comandament dins l'aviació militar i civil, degué afavorir la creació i el desenvolupament de les activitats del Laboratori de Cuatro Vientos.

L'ànima del centre de recerca fou un altre enginyer militar, amic i company de Kindelán, Emilio Herrera Linares. La figura d'Herrera no es redueix a la de director d'un centre de recerca experimental, ni de lluny. Des del punt de vista de l'enginyeria moderna, es tracta d'un dels personatges més rellevants del nostre segle a Espanya.<sup>24</sup>

Herrera fou un dels principals redactors de temes aeronàutics al *Memorial de Ingenieros del Ejército*, amb múltiples notes, signades amb una espècie d'H., que apareixien a la secció de Crònica Científica o a la de Crònica Militar. El 1918, la revista incorporà una secció d'aeronàutica, fins que el 1932 aparegué la *Revista de Aeronáutica*, que després de la Guerra Civil ha esdevingut l'òrgan de l'Exèrcit de l'Aire.

Moltes de les contribucions d'Herrera aparegueren en altres revistes. Durant

<sup>23</sup> Vegeu, WARLETA, J. (1977) *Autogiro. Juan de la Cierva y su obra*. Instituto de España, Madrid.

<sup>24</sup> Vegeu: HERRERA, E. (1986) *Memorias*. Edició de Thomas F. Glick i José Manuel Sánchez Ron. Ediciones de la Universidad Autónoma de Madrid, Madrid. (Edició en anglès el 1984, *Flying. The Memoirs of a Spanish Aeronaut*. University of New Mexico Press, Albuquerque.)

algun temps, a la revista *Ibérica*. Tanmateix, la col.laboració més extensa fou a la revista d'enginyeria *Madrid Científico*, on sovint signava amb el pseudònim "K.S.V<sup>2</sup>".

Herrera era un aeronauta *complet*. Per aquesta raó, s'interessava igualment pels aeroplans i pels dirigibles. De fet, pensava que aquests darrers serien la solució al transport de viatgers i de mercaderies, de manera que impulsà la creació d'una línia comercial a través de l'Atlàntic, que acabà concretant d'acord amb la casa alemanya Zeppelin.

Pel que fa a la recerca aerodinàmica, Herrera fou el mestre o el dirigent directe o indirecte dels enginyers aeronàutics espanyols, i no solament perquè es començaren a formar a l'escola que ell organitzà a Cuatro Vientos a partir de 1930. Els seus coneixements i la seva competència tècnica i científica, a més del seu grau militar (cap del material de l'Aviació militar), el convertiren en figura preeminent, la qual cosa no vol dir indiscutida. La trajectòria d'aquest militar, com es veu, demana una atenció específica que ara no li podem prestar.

## CONCLUSIÓ

Hem exposat algunes característiques dels primers temps de l'aeronàutica científica a Espanya. Cal assenyalar la gran receptivitat existent en sectors força amplis del món científic i tècnic, no solament dels aspectes esportius, comercials o militars sinó de la necessitat de donar suport a la recerca per avançar en l'aeronàutica. La institucionalització de la investigació fou possible gràcies a l'Exèrcit, on convergiren els interessos estrictament militars amb l'existència d'un grup de militars regeneracionistes, dels quals hem destacat breument Emilio Herrera Linares.