

Estilos nacionales de diseño y construcción de aeroplanos y repuestos aeronáuticos. El caso de los Talleres Nacionales de Construcciones Aeronáuticas en México, 1909-1929¹

Federico Lazarín Miranda
Universidad Autónoma Metropolitana - Unidad Iztapalapa

Fecha de recepción: 03/11/2020

Fecha de aceptación: 04/06/2021

RESUMEN

La Revolución mexicana y la Gran Guerra mostraron la utilidad del aeroplano como arma. La Gran Guerra impidió que llegaran a nuestro país aeroplanos de Europa pues estos estaban destinados a satisfacer las necesidades de los países en conflicto, por lo que se decidió fabricarlos en nuestro país. El objetivo del artículo es describir y analizar desde la perspectiva de los estudios de Sociedad, Ciencia y Tecnología los proyectos de diseño y construcción de aeroplanos en México. Asimismo, demostraré que constructores mexicanos como Juan Guillermo Villasana, los hermanos Aldasoro, Juan Azcárate y los Talleres Nacionales de Construcciones Aeronáuticas jugaron un papel activo en el diseño y construcción de aeronaves para propósitos civiles y militares de acuerdo con las nuevas técnicas, teorías del vuelo y la aeronáutica en el mundo, pues respondían a las necesidades políticas y sociales de su época, lo que se puede considerar como estilos nacionales (mexicanos) de diseño y construcción aeronáutica.

Palabras clave: aeronáutica, ciencia y tecnología, militar, industria, aviación mexicana.

ABSTRACT

The Mexican Revolution and the Great War proved the usefulness of airplanes as weapons. The Great War hindered the arrival of airplanes from Europe to

¹ Hago patente mi agradecimiento a los miembros del Seminario de Historia Mundial "Aprendiendo Historia de las Ciencias" de la UAM-Iztapalapa por sus observaciones y sugerentes comentarios en la elaboración de este artículo.

our country, as they were destined to satisfy the needs of the countries in conflict, so it was decided to manufacture them in our country. The purpose of this article is to describe and analyze from the perspective of Society, Science and Technology Studies the design and construction projects of airplanes in Mexico. It will also show that Mexican builders such as Juan Guillermo Villasana, the Aldasoro brothers, Juan Azcárate and the National Aeronautical Construction Workshops played an active role in the design and construction of aircrafts for civil and military purposes according to the development of new techniques, theories of flight and aeronautics in the world, responding to the political and social needs of the time, which can be considered as national (Mexican) styles of aeronautical design and construction.

Keywords: aeronautics, science & technology, military, industry, Mexican aviation.

INTRODUCCIÓN

En el siglo XIX se empezaron a diseñar y construir planeadores y objetos más pesados que el aire con la finalidad de hacerlos volar; en la década de 1900, en Estados Unidos y Francia, se dieron los mayores adelantos en aeronáutica. Los estadounidenses Wilbur Wright (1867-1912) y Orville Wright (1871-1948) lograron hacer volar por primera vez un aparato más pesado que el aire en diciembre de 1903, y fue así que se puso en marcha la competencia por diseñar y construir aeroplanos para un potencial mercado en los sectores civil y militar. De acuerdo con James Tobin, los Wright patentaron su invento luego de sus primeros vuelos e intentaron impedir que los diseñadores en EEUU y Europa fabricaran aparatos más pesados que el aire, para lo cual viajaron a ese continente a presentar su aeroplano pero también a entablar demandas legales en contra de los constructores.² Estos acontecimientos provocaron la competencia entre diseñadores y fabricantes de distintos países del mundo, sobre todo entre los europeos, que buscaron alternativas de diseño para que sus aparatos fueran distintos a los de los Wright. No obstante, en la mayoría de los casos se apropiaban de conocimientos y tecnologías que desarrollaban otros diseñadores y constructores, situación que generó la idea de que se estaban desarrollando estilos nacionales en el diseño y construcción de aeroplanos.³

² James Tobin. *To Conquer the Air. The Wright Brothers and the Great Race for Flight*. New York: Free Press, 2003.

³ Esta situación se hizo patente en las mesas de trabajo del 34th Symposium ICOHTEC, organizado por The International Committee for the History of Technology, que se llevó a cabo en Copenhague, Dinamarca, del 14 al 19 de agosto de 2007, en el que se presentó un panel denominado “National Styles in Design and Technology: myth or fact?”

Nuestro país no fue la excepción, pues en esa misma década empezaron a surgir diseñadores y fabricantes de aeroplanos como los hermanos Aldasoro Suárez, Juan Pablo (1893-1962) y Eduardo (1894-1968); Miguel Lebrija Urtetegui (1897-1913) o Juan Guillermo Villasana López (1891-1959), entre otros, quienes diseñaron planeadores y aeroplanos en el periodo comprendido entre 1909 y 1929, años en los que estos actores sociales se apropiaron de saberes y conocimientos científico-tecnológicos y desarrollaron tecnología aeronáutica que consideraron mexicana.⁴

El objetivo de este artículo es describir y analizar desde la perspectiva de los estudios de Sociedad, Ciencia y Tecnología (sct)⁵ los proyectos de diseño y construcción de aeroplanos en México entre 1909 y 1929. Asimismo, demostraré que constructores mexicanos como Juan Guillermo Villasana, los hermanos Aldasoro o Juan Azcárate y los Talleres Nacionales de Construcciones Aeronáuticas (TNCA) jugaron un papel activo en el diseño y construcción de aeronaves para propósitos civiles, deportivos y militares, de acuerdo con el desarrollo de nuevas técnicas, teorías del vuelo y la aeronáutica en el mundo, en respuesta a las necesidades políticas, sociales y militares de su época, lo que estos actores sociales consideraron como estilos nacionales (mexicanos) de diseño y construcción aeronáutica.

Los estudios sct permiten reconstruir y analizar la denominada industria aeronáutica nacional; las autoridades y personal de los Talleres Nacionales creían que era posible desarrollar estilos nacionales (mexicanos) de diseño y construcción de aeronaves, motores, bujías y otros dispositivos para los aviones o para el vuelo, lo que permitiría a la industria mexicana tener autosuficiencia y autonomía tecnológica en materia de aeronáutica antes de que concluyera la tercera década del siglo XX. Demostraré que estos diseñadores se apropiaron de los saberes y técnicas que llegaron de otros países y crearon nuevas tecnologías que aplicaron a la fabricación aeronáutica en México en respuesta a las necesidades impuestas por la geografía mexicana, lo que se podría considerar como creación de estilos aeronáuticos nacionales. Esta situación no es privativa de México; por ejemplo, en la actualidad la empresa fabricante Boeing tiene aproximadamente 6,500 proveedores de piezas y partes de todo el mundo y sus aviones se consideran estadounidenses. En cuatro apartados, expondré cómo fue que los constructores y los TNCA diseñaron y fabricaron aviones mexicanos, a saber: a) La aviación militar mexicana en el periodo

⁴ Véase Federico Lazarín Miranda. "Design and Construction of Mexican Airplanes and crafts in 1909-1939", ponencia presentada en el 34th Symposium ICOHTEC, del 14 al 19 de agosto de 2007.

⁵ Los estudios SCT plantean que el desarrollo de la ciencia y la tecnología se genera por las necesidades económicas, políticas o culturales de una sociedad. En este caso, podemos observar que la necesidad de fabricar aeroplanos en México fue una respuesta a los requerimientos del Cuerpo Aéreo y de la Escuela de Aviación, que no podían ser cubiertos desde el exterior. Véase Javier Echeverría. *La revolución tecnocientífica*. España: Fondo de Cultura Económica, 2003.

1909-1929; b) Los primeros aeroplanos diseñados y construidos en México; c) La familia de aeroplanos Azcárate, y d) El motor Áztatl y la hélice Anáhuac.

A) LA AVIACIÓN MILITAR MEXICANA EN EL PERIODO 1909-1929

El contexto histórico en que se dio el diseño y fabricación de aeroplanos en México está íntimamente ligado a su utilización militar, como veremos en este aparatado, puesto que los inicios de la aviación mexicana prácticamente coincidieron con los de la Revolución, situación que provocó que los distintos grupos y facciones incorporan aparatos voladores a su lucha, aunque todavía no se pueden considerar como cuerpos aéreos regulares. Ello ocasionó que la historia de la construcción de aparatos voladores en México estuviera ligada a los avatares de la aviación militar como parte integrante de las fuerzas armadas mexicanas. En el periodo que nos ocupa veremos los cambios que experimentaron las fuerzas armadas y por consiguiente el impacto que tuvieron en la aviación militar mexicana en ese proceso.

En enero de 1910, Alberto Braniff invitó a Porfirio Díaz, entonces presidente de México, a presenciar una exhibición aérea, en la que el propio Braniff hizo un vuelo. Al año siguiente, entre febrero y marzo, Díaz asistió a la primera decena o exhibición aérea en la Ciudad de México. En ella, el aviador francés Roland Garros, de la Casa Moisant de Nueva York, demostró, ante la presencia del presidente y varios jefes militares, la utilidad del aeroplano para fines militares al incluir un simulacro de bombardeo en las lomas del Cerro de la Estrella.⁶ Este hecho impresionó de tal forma al presidente que ordenó la adquisición de aeronaves a EEUU pero, como todos sabemos, el tiempo que duró Díaz en la presidencia no le permitió llevar adelante este proyecto.

En otra exhibición aérea en la Ciudad de México, Francisco I. Madero realizó un vuelo con el piloto francés George Dyot. Entonces Madero ordenó, en 1912, la compra de cinco aviones Moisant de la fábrica de Long Island en California, EEUU. Además, bécó a Alberto Salinas Carranza (sobrino de Venustiano Carranza), Gustavo Salinas Camiña (primo de Salinas Carranza) y Horacio Ruiz Gaviño, así como a los hermanos Juan Pablo y Eduardo Aldasoro Suárez para que estudiaran pilotaje en la Moisant Aviation School de Nueva York; todos ellos se encargarían de traer los aeroplanos a México. En ese mismo año, se encomendó a Guillermo Villasana la construcción de cinco monoplanos Depurdussin.⁷ Pero Madero tampoco permaneció mucho tiempo en la

⁶ Lawrence Douglas Taylor Hansen. "La aviación militar federal en la Revolución, 1910-1914." *Sólo historia*, no. 10 (octubre-diciembre de 2000): 77-81; y Roland Garros. *Memoorias. Seguido de Diario de Guerra*. México: Siglo XXI Editores, 2018.

⁷ "Cómo se desarrolló la aviación en México." *El Excelsior*, 27 de septiembre de 1921, Novena sección, 11; y Lawrence Douglas Taylor Hansen. "Los orígenes de la Fuerza Aérea Mexicana, 1913-1915." *Historia Mexicana* LVI, no. 1 (2006): 175-230.

presidencia, y quien recibió entonces a los pilotos y las aeronaves fue Victoria-no Huerta después de dar el golpe de Estado en febrero de 1913.

Entonces la formación de pilotos se encaminó a su utilización como combatientes por las distintas facciones en lucha. Es decir, la aviación, al igual que el ferrocarril, sirvió para la guerra. Huerta envió 30 cadetes de la Escuela Militar de Aspirantes a estudiar a Francia la carrera de aviadores. Álvaro Obregón compró dos aviones en Estados Unidos para utilizarlos como bombarderos: primero trajo a pilotos mercenarios estadounidenses y franceses, después se incorporaron los Salinas y los Aldasoro a las fuerzas carrancistas y obregonistas. Francisco Villa también echó mano de pilotos mercenarios e incluso se ha llegado a afirmar que le quitó un avión al general Pershing durante la expedición punitiva de este último en persecución del “Centauro del Norte”; se cuenta además que Villa utilizó ese aeroplano en contra del propio general estadounidense.⁸

En el año de 1915, Venustiano Carranza, Primer Jefe del Ejército Constitucionalista, creó el Cuerpo Aéreo del Ejército Constitucionalista y, junto con este, la Escuela Nacional de Aviación,⁹ plantel militar que tendría como objetivo la formación de pilotos para el Cuerpo Aéreo. Estas dos dependencias se adscribieron al Departamento de Aviación Militar.¹⁰ En ese año el gobierno inició su incursión en el diseño y fabricación de aeronaves, cuando Venustiano Carranza ordenó la creación de los Talleres Nacionales de Construcciones Aeronáuticas. Así se completaba el paquete, pues se tenía el arma aérea, la escuela de formación de pilotos y la casa constructora de aeronaves. Los TNA quedaron bajo la dependencia del Departamento de Establecimientos Fabriles Militares, es decir, independientes del Departamento de Aviación.

La creación del Departamento de Aviación y de los Talleres se dio en el contexto de la situación mundial: por ejemplo, en 1909 se creó en Inglaterra el Royal Advisory Committee for Aeronautics (RACA, Real Comité Asesor para la Aeronáutica) y en 1915 en Estados Unidos el National Advisory Committee for Aeronautics (NACA, Comité Nacional Asesor en Aeronáutica).¹¹ Las dos

⁸ Taylor, “La aviación militar federal”, 77-81. Ron Gilliam. “Military Aviation’s Revolutionary Beginings.” *Aviation History* (mayo de 2000): 52-56 y 62; y José Villela Gómez. *Breve historia de la aviación en México*. México: Complejo Editorial Mexicano, 1971, 108-120.

⁹ Fideicomiso de Archivos Plutarco Elías Calles y Fernando Torreblanca, Archivo Joaquín Amaro (AJA), Exp. Aviación (legs. 3 y 4), 1928.

¹⁰ Los primeros egresados de la Escuela Nacional de Aviación fueron Samuel Rojas Razo, Amado Paniagua y Felipe H. Villela, *Breve historia de la aviación en México*, 108-120.

¹¹ Massachusetts Institute of Technology Archive (MITA). AC 43, Box 14A, folder 35, 1912, s/f, y Charles J. Gross. “George Owen Squier and the Origins of American Military Aviation.” *The Journal of Military History* 54, no. 3 (julio de 1990): 282. Para el surgimiento de la aviación militar, véase Federico Lazarín Miranda. “La aviación durante la intervención norteamericana de 1914.” En Guillermo Alejandro Carvallo Torres (coord.), *La invasión a Veracruz en 1914: enfoques multidisciplinarios*. México: Secretaría de Marina / Secretaría de Educación Pública / Instituto Nacional de Estudios Históricos de las Revoluciones de México, 2015, 261-282.

instituciones se crearon con el fin de promover la aeronáutica en sus respectivos países; uno de sus fines era regular la fabricación y adquisición de aviones militares para el ejército y la marina de guerra. Estas instituciones lanzaban convocatorias con las especificaciones del tipo de aeroplano que se necesitaba; los fabricantes particulares presentaban a concurso sus modelos, y el que a juicio de las autoridades del RACA o del NACA y de los militares cumplía mejor con esos requisitos era el modelo que ganaba el concurso y, por ende, el contrato para la fabricación en serie del aparato con que se dotaría a los cuerpos aéreos militares y navales de esos países. Incluso en Inglaterra la Royal Aircraft Factory (Real Fábrica de Aviones), que era propiedad de la Corona, sometía a esos concursos sus propios modelos, lo que impulsó el surgimiento de la industria aeronáutica privada en esos países. En cambio en México, Carranza, además de querer hacer todos los aviones de uso militar y concentrar la producción en manos del gobierno con los TNCA, agrupó a los nacientes empresarios aeronáuticos mexicanos en una organización estatal que ahogó a la iniciativa privada y, asimismo, al posible desarrollo de esa industria en México.

En 1920, Venustiano Carranza decidió que la presidencia de la República la debería ocupar un civil, por lo que apoyó la candidatura de Ignacio Bonillas (1858-1942) para el periodo de 1920-1924. Esta decisión provocó la disidencia de Álvaro Obregón. Carranza había ofrecido su apoyo al general sonorenses en su campaña por la presidencia, pero el primero cambió su postura cuando dio el espaldarazo a Bonillas. La respuesta de Obregón y su grupo se dio el 23 de abril de 1920, con la proclamación del Plan de Agua Prieta, que desconoció al gobierno de Carranza, lo que incitó un levantamiento de varios grupos del Ejército Constitucionalista (sobre todo del Cuerpo del Ejército del Noroeste), encabezados por Plutarco Elías Calles, Álvaro Obregón y Adolfo de la Huerta. A fines de abril, Carranza decidió trasladarse a Veracruz con las tropas que le eran leales aún, y el 21 de mayo Carranza fue asesinado en el pueblo de Tlaxcalantongo, Puebla, a manos de los militares rebeldes.

Después del éxito de la Rebelión de Agua Prieta, se nombró presidente interino a De la Huerta y se designó como Secretario de Guerra y Marina a Elías Calles. Este último realizó cambios en los mandos del ejército en general y de la aviación militar en particular: “el 20 de junio de 1920, no sin antes haberse deshecho de todos los antiguos jefes, ya que, fueron leales a Carranza, en especial su sobrino Alberto Salinas. El mayor Amézquita Liceaga fue nombrado Jefe del Departamento [de Aviación], el capitán Rafael Ponce de León director de la Escuela y el ingeniero Ángel Lascuráin Jefe de los Talleres”¹², que ya solo quedaron como Talleres Nacionales de Aeronáutica; es decir, dejaron

¹² Carlos Jesús Hernández Guízar. “La tecnología militar como reflejo de las doctrinas de un ejército: El proceso de formación de la Fuerza Aérea Mexicana (1910-1944).” Tesis de licenciatura en Historia, UAM-Iztapalapa 2015, 74. Véase Álvaro Matute. *Historia de la Revolución Mexicana. 8. La carrera del caudillo*. México: El Colegio de México, 1979.

de ser de construcciones y también se les encargó la función de dar mantenimiento a los aeroplanos del Cuerpo Aéreo, e incluso a los automóviles del ejército.

En la década de 1920 se dieron tres intentos de levantamiento militar que fueron sofocados por los gobiernos federales en turno: entre 1923 y 1924 Adolfo de la Huerta encabezó el primero, en el que Martha Loyo estima que 65% del ejército se levantó en contra del gobierno,¹³ el segundo intento lo realizaron Francisco R. Serrano y Arnulfo R. Gómez en 1927. El tercero se dio entre marzo y mayo de 1929, encabezado por Gonzalo Escobar. Además, hay que añadir a estos intentos la Guerra Cristera (1926-1929) y la Rebelión Yaqui (también entre 1926 y 1929); en contra de estas movilizaciones armadas, la aviación militar jugó un rol importante.¹⁴

De acuerdo con Martha Loyo, el periodo 1924-1928 fue crucial para las fuerzas armadas mexicanas pues se dieron una serie de reformas militares impulsadas por Plutarco Elías Calles desde la presidencia del país.¹⁵ Para esta autora la reestructuración de las fuerzas armadas se hizo necesaria después del levantamiento delahuertista, por lo que era inevitable disciplinar, profesionalizar, modernizar y despolitizar a estas.¹⁶ Además, era importante reducir el número de efectivos pues se dieron recortes en los presupuestos de la Secretaría de Guerra y Marina. Con la reducción efectuada entre 1925 y 1926, en diciembre del segundo año las fuerzas armadas contaban con “30 generales de división, 170 de brigada, 305 brigadieres, 13 202 oficiales, 62 373 soldados, 500 cadetes, lo que hacía un total de 76 580 elementos; el presupuesto federal era de 304’405,344.94 pesos”,¹⁷ de donde la cantidad correspondiente a Guerra fue de 74’950,188.20 pesos. No obstante la reducción, seguía siendo la partida más alta del gasto federal, aproximadamente 24.6% del presupuesto federal.

La aviación resintió los efectos de las reestructuraciones y del recorte presupuestal; por ejemplo, se dictaminó que el personal carecía de estudios de primaria y superiores, por lo que fue enviado a las escuelas. El presupuesto “no llegaba a los dos millones de pesos, por lo que hacer reparaciones y

¹³ Martha Beatriz Loyo. “Las reformas militares en el periodo de Plutarco Elías Calles, 1924-1928.” En Javier Garcíadiego, *El Ejército Mexicano, 100 años de historia*. Jornadas 163. México: El Colegio de México, 2014, 271-308.

¹⁴ Martha Beatriz Loyo. “Conflictos políticos-militares durante la gestión de Joaquín Amaro como Secretario de Guerra y Marina entre 1926 y 1929.” En *Memoria del 1er. Congreso Nacional de Historia Militar a través de los Archivos Históricos*. México: Secretaría de la Defensa Nacional, 2015, 715-732.

¹⁵ Loyo, “Las reformas militares”, 271-308.

¹⁶ Loyo, “Las reformas militares...”, 273. Para abundar sobre la rebelión delahuertista, véase Georgette José. “La rebelión delahuertista: sus orígenes y consecuencias, económicas y sociales.” En Garcíadiego, *El Ejército Mexicano*, 213-270.

¹⁷ Loyo, “Las reformas militares”, 283.

compras de aparatos era imposible”¹⁸ en esos momentos. Lo más importante que sucedió a la aviación militar se dio en el papel, pues en la Ley Orgánica de 1926 se le reconoció como un arma del Ejército Mexicano. Por su parte, los Talleres de Aeronáutica y el campo aéreo de Balbuena pasaron a la jurisdicción del Departamento de Aviación Militar; así dejaron de depender del Departamento de Establecimientos Fabriles.¹⁹ Fue en este contexto histórico que se llevaron a cabo las distintas fases de fabricación de aeroplanos en los Talleres Nacionales de Construcciones Aeronáuticas.

B) LOS PRIMEROS AEROPLANOS DISEÑADOS Y CONSTRUIDOS EN MÉXICO

Para Villela Gómez, antes de 1915 no hubo una verdadera industria aeronáutica en México, solo “estudios, ensayos y construcciones aisladas, esfuerzo y trabajo de pioneros que, sin duda alguna, contribuyeron a lo que más tarde se logró en los talleres [Nacionales de Construcciones Aeronáuticas] de Balbuena”,²⁰ lo que es comprensible, pues los primeros intentos de fabricación de aeroplanos empezaron en 1909. Después de 1910, la Revolución dificultó estas actividades, que básicamente estaban concentradas en la Ciudad de México, por lo que los primeros diseñadores y fabricantes tuvieron que enfrentar los avatares del movimiento, así como las acciones de los grupos en conflicto, como se pudo apreciar líneas arriba.

En primer lugar, nos referiremos a los diseñadores y constructores mexicanos que en el periodo de 1909 a 1915 iniciaron el diseño de planeadores y aeronaves; estos fueron los hermanos Aldasoro Suárez, Francisco Santarini Tognoli (1883-1954),²¹ Guillermo Villasana y Ángel Lascuráin y Osio (1882-1957).²² Los hermanos Aldasoro Suárez son considerados entusiastas pioneros

¹⁸ Loyo, “Las reformas militares”, 282.

¹⁹ Enrique Plasencia de la Parra. *Historia y organización de las fuerzas armadas en México, 1917-1937*. México: UNAM-Instituto de Investigaciones Históricas, 2010, 57-68.

²⁰ Villela, *Breve historia de la aviación en México*, 205.

²¹ Mecánico de aviación italiano, trabajó en la fábrica francesa de aeromotores Anzani. Junto con el dueño de esa empresa, construyó el motor del avión con el que Louis Blériot atravesó el Canal de la Mancha en 1909. Llegó a México en 1914 y se incorporó como mecánico al Cuerpo Aéreo del Ejército Constitucionalista. En 1915 se incorporó a la ENA y a los TNCA; Universidad Iberoamericana, Biblioteca Francisco Javier Clavijero, Área de Acervos Históricos, Archivo de Alberto Salinas Carranza (UIA-AASC), Caja 0009, 1913-1923, Exp. Francisco Santarini.

²² Ingeniero civil por la Escuela Nacional de Ingenieros (1909), en 1918 se incorporó a los TNCA, de los que se convirtió en su director, gracias a su inventiva. Su visión y empuje lo convirtieron en el más prolífico diseñador de aviones en México, que creó naves totalmente innovadoras para su tiempo. Falleció en un vuelo de prueba en un avión diseñado por él; Manuel Ruiz Romero. *Los Orígenes I*. Biblioteca de la Historia Aero-náutica de México. México: Manuel Ruiz Romero, 1996, 167-175.

de la aviación mexicana, pues a partir de 1907 diseñaron y construyeron cinco planeadores, algunos basados en aviones como el Blériot francés (Imagen 1), así como un motor de dos cilindros, conocido como “Dos estrellas” (Imagen 8), el cual fue instalado en un avión que construyeron al mismo tiempo que el motor. Gracias a este hecho, el general Ángel García Peña, Ministro de Guerra del presidente Francisco I. Madero (1912-1913), acordó que antes de volar dicho aparato, sus constructores fueran a la ciudad de Nueva York pensionados por el gobierno, con el fin de asistir a la Escuela de Aviación Moisant, donde obtuvieron sus *brevetes* (diplomas, o “alas”) de piloto en enero de 1913. Se afirma que Juan Pablo fue el primer piloto del mundo en volar alrededor de la estatua de la Libertad a bordo de un aeroplano Blériot XI el 13 de enero de 1913. En febrero de ese mismo año se dio el golpe de Estado de Victoriano Huerta, y los hermanos Aldasoro, ya de regreso en México, fueron incorporados como capitanes irregulares en la Escuadrilla Aérea del Ejército Federal (golpista) que organizó el general Manuel Mondragón, por lo que dejaron el diseño y la construcción de aeronaves; años después los hermanos ingresaron a los TNCA.

En 1911, cuando llegó a México el piloto e ingeniero de origen polaco Santiago Poberejsky,²³ se asoció con Villasana e importaron de Europa un motor Anzani tipo “Y” de fabricación francesa. Villasana y Poberejsky pusieron manos a la obra, junto con el mecánico Carlos León, para construir el primer avión mexicano, que denominaron “Latino América” (Imagen 2). Este resultó ser un monoplano basado en el avión Deperdussin de dos plazas de fabricación francesa que Martín Mendía trajo a México. En abril de 1912 se realizaron varios vuelos de prueba con el “Latino América” y, como los resultados superaron las expectativas de Villasana y Poberejsky, le ofrecieron al gobierno de Madero esta nueva tecnología: aeroplanos tipo Deperdussin o Blériot con motor Gnôme, también de fabricación francesa, en 10,000 pesos mexicanos para el ejército, y otro modelo, con motor Anzani (de menor potencia) para la formación de pilotos por 8,000 pesos. También ofrecieron el curso para la formación de pilotos militares por 800 pesos, por lo que el general José González Salas, Secretario de Guerra y Marina del presidente Madero, le encargó a Villasana la construcción de cinco aeroplanos “Latino América” de iguales características para el ejército federal. Los aparatos se empezaron a fabricar en abril de ese año, pero el golpe de Estado de Victoriano Huerta impidió la terminación de los mismos.²⁴ El caso de Villasana y Poberejsky ejemplifica muy bien cómo el desarrollo de la aeronáutica no solo dependió del esfuerzo individual, sino también del apoyo gubernamental. De hecho, el gobierno de Huerta destruyó

²³ De algunos actores sociales no se han encontrado sus datos de nacimiento ni de fallecimiento.

²⁴ Federico Lazarín Miranda. “El desarrollo de la ciencia aeronáutica en México. El caso de Juan Guillermo Villasana y la hélice Anáhuac.” *Inclusiones, Revista de Humanidades y Ciencias Sociales* 5, número especial (octubre/diciembre de 2018): 278-307.

el taller de aeronáutica de Villasana ubicado en la calle de Vizcaínas en la Ciudad de México después del golpe de Estado.²⁵

En un editorial de la revista *Tohtli* de mayo de 1916, firmado por F. Maderá, se señalaba que los aviones para el CAE y la ENA podían importarse pero no era recomendable, pues ello incrementaría el presupuesto del ramo de guerra, además de que ello arruinaría la industria nacional y era mejor hacerlos en los TNCA. De esa forma, los Talleres cubrirían las necesidades de aeroplanos para el Ejército al hacerlos completamente en México, pues además se encontraba en construcción un edificio para la fabricación de los motores (fundición). En los TNCA se construiría desde las piezas más sencillas hasta las más complicadas, tales como fuselaje, alas, timones, motores, etcétera. Maderá afirmaba que:

Actualmente en el extranjero no existe una fábrica de aeroplanos en la cual se construyan aparatos con piezas hechas en la misma fábrica, sino que tienen que recurrir a los almacenes de ferretería y demás accesorios, para proveerse de las piezas de que carecen en dichos establecimientos, y algunas veces van a solicitar de algún industrial que sacrifique tal o cual máquina para la confección de algunas de las piezas, que aparentemente hacen para ellos una economía, la que resulta nula cuando no se confeccionan en la misma fábrica los objetos adquiridos en los mencionados almacenes de ferretería, cuyos gastos son satisfechos por el comprador; he aquí el error extranjero de no tener talleres para la confección de todas las piezas que demanda la fabricación de aparatos aéreos.²⁶

118

Lo que criticaba Maderá que sucedía en otros países, a lo largo del tiempo se constituyó en una industria que generó efectos multiplicadores en otras industrias y servicios, lo que impulsó la economía de los países donde se consolidó la industria aeronáutica, por lo que concluía que, una vez instalada la fundición, no se tendrían que adquirir en el extranjero los materiales necesarios para fabricar aeroplanos, pues se contaba con la riqueza natural del país para obtener la materia prima y con obreros mexicanos competentes para hacer toda clase de trabajos, por más finos que fueran. Concluía Maderá que la ventaja que dio la creación de los Talleres era ocasionar menos gastos al erario para equipar al Ejército. Maderá, además de reconocer el trabajo del obrero mexicano y apoyar el desarrollo de esta industria, esperaba que esta fuera más tarde impulsada por particulares y que, por último, beneficiara al mismo obrero, con la fabricación en dicha industria de productos nacionales.²⁷ La estructura orgánica de los Talleres en 1917 era la siguiente: de la Jefatura dependían los talleres de Mecánicos, de Bancos y Ajuste,²⁸ de Motores, de Fragua, de Ensamblaje

²⁵ Lazarín Miranda, "El desarrollo de la ciencia aeronáutica en México", 278-307.

²⁶ F. Maderá. "La aviación en México, su industria y su desarrollo." *Tohtli. Órgano de la Escuela Nacional de Aviación I*, no. 5 (31 de mayo de 1916): 106 (UIA-AASC).

²⁷ Maderá, "La aviación en México", 106.

²⁸ Se refiere al "ajuste mecánico", que es la elaboración y acabado a mano de una pieza mecánica "según sus formas y dimensiones establecidas previamente en los croquis o

de Aeroplanos, de Electricidad, de Vestidura, de Albañilería, de Pintura, de Garage, de Plomería, de Fundición y de Construcción de Hélices Aéreas.²⁹

Podemos observar que en la estructura orgánica de los TNCA no había un túnel de viento,³⁰ elemento fundamental para realizar investigación en la aerodinámica de los fuselajes, alas y hélices; por ello, como veremos más adelante, se tenían que hacer muchas pruebas con modelos reales, situación que repercutía en el gasto extra de recursos.

Stephen Haber considera el periodo 1890-1940 como el de la primera ola de industrialización moderna en México, tiempo en el que se vivió el cambio en los procesos de producción, pues se transitó del taller artesanal a la fábrica y a la integración de los mercados locales y regionales en uno nacional; también se experimentó la transformación en la organización empresarial, cuando las empresas familiares fueron remplazadas por sociedades anónimas. Haber encontró que hubo diversidad de bienes de consumo en la producción industrial mexicana, entre los que se encontraban el acero, el cemento, la cerveza, las telas de algodón, el papel, el vidrio, la dinamita, el jabón y los cerillos. Además, empezaron a instalarse las grandes empresas que utilizaban técnicas de producción masiva y maquinaria avanzada traída de Europa y de Estados Unidos.³¹ No obstante ello, Guillermo Guajardo descubrió que la industrialización no se dio en torno a los ferrocarriles mexicanos: este autor demuestra los límites de la industria mexicana a la llegada de los trenes, pues no se logró la producción de repuestos para las locomotoras y vagones en fábricas independientes, por lo que estos tuvieron que ser producidos por las compañías ferroviarias de transporte. No obstante que se llevaron a cabo esfuerzos para fabricar equipo rodante (carros y locomotoras) en México, la imposibilidad de hacerlos muestra los bajos niveles de capacidad industrial y técnica.³²

planos. Así mismo, [es] acabar o retocar a mano piezas rebajadas previamente en máquinas". También significa "adaptar dos o más piezas que deben trabajar unas dentro de otras"; véase "Generalidades de ajuste", <https://ajuste.wordpress.com/tag/ajuste-mecanico/>.

²⁹ Tohtli. *Órgano de la Escuela Nacional de Aviación* II, no. 1 (enero de 1917): 27 (UIA-AASC).

³⁰ El Túnel es una cámara hermética que genera viento a altas velocidades para someter a estudio las distintas superficies de un aeroplano y así analizar su comportamiento aerodinámico y hacer las correcciones pertinentes, sin necesidad de realizar las primeras pruebas en modelos de tamaño real, por lo que se abaten costos de producción —al evitar incidentes y accidentes, o altos consumos de combustibles— así como de fabricación pues se elaboran modelos a escala.

³¹ Stephen H. Haber. *Industria y subdesarrollo. La industrialización de México, 1890-1940. Raíces y razones*. México: Alianza, 1992, 17-18.

³² Guillermo Guajardo Soto. "Hecho en México: el eslabonamiento industrial «hacia adentro» de los ferrocarriles, 1890-1950", en Sandra Kuntz y Paolo Riguzzi (coords.), *Ferrocarriles y vida económica en México (1850-1950). Del surgimiento tardío al decaimiento precoz*. México: El Colegio Mexiquense / FNM / UAM-Xochimilco, 1996, 223-224.

De tal forma, los TNCA enfrentaron esas mismas limitaciones industriales, y por ello Maderá decía que en los Talleres se debían fabricar en su totalidad los aviones, pues no existían las empresas que debían surtir de bienes intermedios (motores, llantas, bujías, hélices, asientos, etcétera.) para la fabricación de los aeroplanos. De hecho, el propio Maderá pensaba que no había que “distraer” a las empresas en fabricar los insumos que se necesitaban para construir un avión, por lo que los TNCA debían tener la capacidad para elaborarlos todos. Si observamos la historia de la aviación en Europa y EEUU, la industria aeronáutica en primer lugar se sirvió de otras empresas que la dotaron de esos bienes intermedios. El ejemplo más claro son los motores: en este artículo se han citado o se citarán las plantas de poder Anzani, Gnôme y Renault, francesas; Hispano-Suiza de España, BMW, alemana; de Italia, Fiat, y de Estados Unidos, Ford y Packard, fabricantes de motores para automóviles, que al percatarse de la necesidad del nuevo sector aeronáutico abrieron una división en su propia empresa para el diseño y construcción de aeromotores. En segundo lugar, la industria aeronáutica, conforme se fue consolidando, generó efectos multiplicadores sobre cada vez más sectores industriales y de servicios al requerir cada vez más bienes intermedios, además del intercambio y apropiación de saberes y tecnologías entre fabricantes.

Varios autores como Villela, Romero y Esparza piensan que a partir de 1915 hubo una industria aeronáutica en México, no solo estudios, diseños, ensayos y construcciones aislados en talleres individuales como sucedió antes de ese año. Con respecto a los TNCA, se pueden establecer tres etapas de construcciones aéreas. En la primera, de 1915 a 1921, bajo la dirección de Francisco Santarini y Guillermo Villasana se dio el diseño y construcción de los aeroplanos Serie A, Serie B, Serie C y Serie H, los motores radiales fijos enfriados por aire, “Áztatl” de 80 caballos de fuerza³³ y 6 cilindros, el SS de 10 cilindros con 150 caballos de fuerza y la hélice Anáhuac, así como aeroplanos basados en los Blériot y Duperdussin franceses.

En 1915 Santarini, Villasana y Poverejsky, ya incorporados a los TNCA, trabajaron en el desarrollo de dos proyectos muy ambiciosos: el primero consistía en fabricar aviones adecuados para volar a la altura del valle de México; otro era hacer motores de aviación. En el primer proyecto jugaron un papel importante los monoplanos Moran Saulnier que el gobierno de Carranza había adquirido un año antes y que no pudieron funcionar a la

³³ Caballos de fuerza, Caballos de vapor (CV o cv), o Horse Power (HP o hp): El caballo de vapor es la unidad de medida convencional para establecer la potencia (o empuje) de cualquier motor (eléctrico, de vapor, de combustión interna, turborreactor, etcétera.). Un hp o cv es igual a 75 kilogrametros por segundo; esto significa que un motor tiene la potencia de un cv o hp cuando puede levantar 75 kg a una altura de un metro en un segundo. De tal forma que un motor de 800 hp o cv puede levantar 60,000 kg a un metro de altura en un segundo. Para tener una idea aproximada de lo que ello representa pensemos que en la actualidad la mayoría de los automóviles tienen un motor de 4 cilindros y generan 110 hp (8,250 kilogrametros de carga).

altura de la Ciudad de México. Villasana y Santarini revisaron sus condiciones estructurales y concluyeron que el plano de sustentación (las “alas”) era inadecuado y solo podía servir si se incorporaba un ala más, de tal forma que se tenían que convertir en biplanos. La reestructuración prácticamente significó rediseñar los aviones desde el principio, lo que llevó a la confección de biplanos Serie A (Imagen 4), de los que se anunciaba, con orgullo, que estaban “hechos completamente en México”.³⁴

En 1916 Venustiano Carranza visitó los TNCA. Para recibir al Primer Jefe se realizó una demostración aérea por el piloto Felipe Carranza (capitán segundo) “quien, a pesar del estado atmosférico, demostró una vez más su completo dominio sobre el aparato, haciendo un circuito en el aire a unos 300 metros de altura, llevando a cabo un aterrizaje magnífico y más aún, llevó su máquina hasta dejarla a dos metros de nuestro ilustre visitante...”.³⁵ Se utilizó un aeroplano modelo Parasol, construido en los Talleres bajo la dirección de Santarini, con un motor Gnôme de 50 hp y una hélice Anáhuac. En la visita a las instalaciones, el mismo Santarini dio una explicación detallada del biplano tipo militar de nuevo diseño que se encontraba en construcción, y el que estaba previsto que llevara una ametralladora que podía hacer fuego hacia el frente y hacia atrás. Además, se mostraron el Morane núm. 2, el biplano Nieuport-Huntington, el Latino América núm. 1, tres monoplanos Blériot en construcción y el aeroplano de escuela con motor Ford, todos ellos construidos en los Talleres.³⁶

Entre los aeroplanos que se fabricaron en esta etapa, el Serie “C” Microplano —también conocido como Biplano militar no. 1 (Imagen 5), fabricado bajo la dirección de Santarini y Villasana (quien ya ostentaba el grado de Capitán y era Jefe de la Sección Técnica)— fue concebido como un avión caza biplano, su fuselaje, timones (de dirección y profundidad) y tren de aterrizaje eran de construcción mixta en madera y acero, las alas de madera,³⁷ propulsado por un motor Hispano-Suiza de 8 cilindros en “V” enfriado por agua que generaba entre 150 y 160 hp (un ejemplo de este tipo de motores está en la Imagen 15) y por una hélice Anáhuac tipo especial (Imagen 12). En la revista *Tohtli* se aseguraba que era “digno de mencionarse la magnífica construcción de las alas y del fuselaje de este aparato, en el cual cada uno de sus detalles ha sido motivo de un concienzudo estudio, lo que augura el éxito más halagador en las pruebas de este biplano, que es el primero de la Serie «C»” (véanse Imagen 5 y Tabla 1).³⁸

³⁴ Rafael R. Esparza. “La aviación.” En *Historia de las comunicaciones y los transportes en México, La aviación*. México: Secretaría de Comunicaciones y Transportes, 1987.

³⁵ “El C. Primer Jefe visita los talleres y la Escuela Nacional de Aviación.” *Tohtli. Órgano de la Escuela Nacional de Aviación* I, no. 6 (30 de junio de 1916): 107 (UIA-AASC).

³⁶ “El C. Primer Jefe visita los talleres y la Escuela Nacional de Aviación”, 107.

³⁷ Estas estructuras se pueden observar en la Imagen 1.

³⁸ “El C. Primer Jefe visita los talleres y la Escuela Nacional de Aviación”, 107.

Tabla 1. Ficha técnica TNCA Serie “C” Microplano, 191739

Fabricante	TNCA
Envergadura total	8 metros
Envergadura del plano superior	8 metros
Envergadura del plano inferior	6.80 metros
Superficie de las alas	18 metros cuadrados
Distancia entre planos	1 metro 50 centímetros
Largo total	6 metros 60 centímetros
Velocidad máxima	190-210 kilómetros por hora
Peso vacío	460 kilos
Peso útil	190 kilos
Peso total	650 kilos
Motor	Hispano-Suiza 150-160 c.f.
Hélice	Anáhuac tipo potencial especial

En *Tohtli. Órgano de la Escuela Nacional de Aviación* 2, no. 3 (marzo de 1917): 55 (UIA-AASC).

En 1916 se informó que el Biplano militar no. 1 había demostrado ser un magnífico aparato para la ENA, teniendo además la ventaja de que podía transportar un pasajero, por lo que desde junio de ese año los pilotos del CAE eran acompañados por los aspirantes de la escuela, lo que servía de práctica a ambos pues se familiarizaban tanto con las características del avión como con la altura que alcanzaba y su comportamiento en el aire. Además, se estaban fabricando tres monoplanos tipo Blériot que eran exclusivamente para la Escuela. Se afirmaba que el aeroplano no. 8, que correspondía al primero de estos aparatos, estaba terminado y en espera de una oportunidad para probarlo; se añadía que este era “exactamente igual en diseño, medidas y construcción a los fabricados en Europa”.⁴⁰ En 1921 se cerró la primera etapa de fabricación en los TNCA.

³⁹ La envergadura es la distancia que existe de la punta de una ala a la punta de la otra; la envergadura del plano superior es la misma distancia que hay en el ala de arriba del aeroplano; la envergadura del plano inferior es la misma medida en el ala baja del aparato. La distancia entre planos es la separación entre el ala de arriba y la de abajo; el largo total es la distancia entre la punta delantera y el final de la cola del avión; el peso vacío es el que tiene el aeroplano sin tripulantes ni carga; el peso útil o a plena carga es el volumen que puede transportar (incluidos los tripulantes) calculado en kilogramos; el peso total es la suma de los pesos vacío y útil. El tipo de motor se refiere a la marca y caballos de fuerza (c.f. o hp) que desarrolla la planta de poder del avión; la hélice se refiere al modelo que se utilizó.

⁴⁰ “El C. Primer Jefe visita los talleres y la Escuela Nacional de Aviación”, 107.

Como se mencionó líneas arriba, en lo político-militar se experimentaron cambios importantes en ese año, por lo que los Talleres sufrieron transformaciones técnicas y administrativas e incluso de nombre, pues se les quitó la palabra “Construcciones” y quedaron como Talleres Aeronáuticos Nacionales. En este mismo año Álvaro Obregón contrató a un ex piloto mexicano-estadounidense: Ralph O’Neill,⁴¹ quien combatió en la Gran Guerra adscrito al Cuerpo Aéreo del Ejército de Estados Unidos. Fue contratado por el gobierno mexicano y se le adscribió al Departamento de Aviación como coronel asimilado con el cargo de Consultor Aéreo Técnico; su primer trabajo fue hacer un análisis de la situación de la aviación militar mexicana y proponer mejoras a la misma.

En su informe, O’Neill fue muy crítico del Cuerpo Aéreo del Ejército, la ENA y los Talleres, después de ello fue nombrado Jefe del Departamento de Aviación (septiembre de 1920 a febrero de 1921), donde reestructuró al Cuerpo Aéreo. Se dice que implantó técnicas modernas de instrucción y una organización eficiente —con la formación de escuadrones clasificados como de caza, bombardeo, observación y reconocimiento—, y también descentralizó las unidades. Al mismo tiempo era el Instructor en Jefe de la ENA, donde se propuso poner a los pilotos mexicanos a la par de los europeos y estadounidenses, por lo que había que reentrenar a los veteranos; para ello contrató a instructores extranjeros como el alemán Fritz Bieler (1895-1957) y el francés Joe B. Lievre.⁴²

Con respecto a los TNCA, O’Neil afirmaba que se habían desviado valiosos recursos en el diseño y construcción de modelos deficientes bajo la dirección de Ángel Lascuráin, que no estaban a la altura de los aviones militares extranjeros. O’Neill pensaba que ese presupuesto estaría mejor utilizado comprando aviones, por lo que propuso la adquisición de aviones Avro 504K y De Havilland DH4B ingleses, así como Morane Saulnier MS-35C franceses. De tal manera, en 1921 viajó a Inglaterra para adquirir 35 aeroplanos Avro 504K y 504J con el motor Liberty en línea anglo-estadounidense.⁴³

A pesar de la prohibición para fabricar aeroplanos, la segunda etapa de construcción en los TNCA se dio entre 1921 y 1927, en la cual predominó la obra de Ángel Lascuráin y Osio, ingeniero en aeronáutica que se incorporó a los TNCA en 1918, de los que se convirtió en director en 1921. Se considera que, gracias a su gran inventiva, su visión y empuje, fue el más prolífico diseñador de aviones en México, pues creó naves totalmente innovadoras para su tiempo. En la época en que predominaban los biplanos, bajo la dirección de

⁴¹ Nació en Victoria, Dgo., en 1896 y falleció en Redwood City, California, en 1980, de padre irlandés-estadounidense y madre mexicana; en 1923 combatió a los delahuertistas. Se retiró de la aviación militar mexicana con el grado de general en 1925. *Revista América Vuela*, no. 20 (1994): 47, y sitio web América Vuela, <https://www.vuela.com.mx/am/personalidades-de-la-industria-aerea/9361-ralph-o-neill.html>.

⁴² *América Vuela*, no. 16 (1994): 21-22 y Hernández Guizar, “La tecnología militar”.

⁴³ El 504k correspondía a un avión de entrenamiento militar; *América Vuela*, no. 16 (1994): 21-22.

Lascuráin los talleres se inclinaron por la fabricación de monoplanos de alas “cantiléver”,⁴⁴ con la construcción de la Serie E “Sonora” de instrucción (véase Imagen 6). El diseño y el perfil alar del Sonora se basó principalmente en los conocimientos aplicados a la construcción de hélices, con lo que se logró un ala pequeña y muy fuerte, gracias a lo cual no se necesitaban tensores ni montantes externos, con las correspondientes ventajas en cuanto a la disminución de la resistencia al avance producida por los cables externos de sujeción (véase Imagen 1); este tipo de ala fue llamado por Lascuráin “ala espesa”.⁴⁵

Además, con Lascuráin se fabricó una gama de monoplanos a base de madera como el “Tololoche (Guitarrón)”, el “México” y los “Quetzalcóatl”. También se produjo una serie de biplanos llamados “Puro”, por la forma cilíndrica y alargada de sus fuselajes; asimismo, se construyeron los aviones Serie B “Salmson”, basados en el avión francés con ese nombre, y se modificó el diseño del famoso Avro 504 inglés (Imagen 7), del que se fabricó una cantidad considerable para el Cuerpo Aéreo del Ejército. En el año de 1924 se diseñó y construyó el aeroplano “Parasol Escuela México”.

Como vimos, en 1926 hubo una reestructuración y reducción del presupuesto en la Secretaría de Guerra y Marina: los Talleres pasaron a depender del Departamento de Aviación Militar. Al año siguiente, Ángel Lascuráin y Osio dejó los TNCA y, como constructor privado, buscó estar a la vanguardia tecnológica. Construyó el primer bimotor de diseño mexicano (1939), aparato de avanzada concepción para su época; también diseñó y fabricó un bimotor comercial regional con tecnología de fuselaje sustentador, apto para pistas cortas y de gran desempeño denominado “Aura”, que voló por primera vez en 1956. El 24 de diciembre de 1957, Lascuráin falleció al estrellarse en su avión “Aura” por una falla en los motores.

C) LA FAMILIA DE AEROPLANOS AZCÁRATE

Seis años antes de estos acontecimientos, en 1920, Juan Francisco Azcárate Pino, comandante de un Regimiento de Caballería, marchó a Estados Unidos a especializarse en ingeniería aeronáutica gracias a una beca que recibió del gobierno mexicano. Primero realizó estudios elementales de ingeniería general en la Academia Jackson, así como en la Universidad Washington de San Luis Missouri; después tomó el curso de Ingeniería Aeronáutica en la Universidad de Wisconsin en Madison, entre 1923 y 1927. El último año recibió el Premio Internacional Fairchild de Diseño de Aviación otorgado por la

⁴⁴ Biplano: avión de dos alas; Monoplano: avión de un ala; avión de ala cantiléver: que no necesita cables externos para sujetar las alas al fuselaje, la mayor parte de los aviones actuales usan este tipo de ala.

⁴⁵ Héctor Dávila. “TNCA. Serie E.” *América Vuela*, no. 15 (1994): 38-40, y Ruiz, *Los Orígenes*, 168-169.

Universidad de Nueva York y la empresa estadounidense fabricante de aviones Fairchild, con el modelo denominado “Sesquiplano Azcárate”⁴⁶. Dejemos que el mismo diseñador nos cuente sobre su regreso a México.

A fines de ese año [1927] regresé a México, siendo Presidente el general Calles y ministro de Guerra, el General Amaro. Traía yo un gran deseo de corresponder a mi país su generosidad de mi educación en ingeniería aeronáutica, que solamente me podría haber dado un padre acaudalado, que no era el caso mío. Había absuelto todas las materias aeronáuticas del curso universitario, y ganado un premio en el diseño de un avión de entrenamiento. Traía en mi equipaje el modelo a exactísima escala de mi avión triunfador, que había sido probado en el túnel aerodinámico de la Universidad de Nueva York, para comprobar las perfoamancias [sic] calculadas matemáticamente; los dibujos generales del avión; y un gran deseo de producirlo para la Escuela Militar de Aviación.

En ese espíritu me presenté al general Amaro, Secretario de Guerra y Marina, quien me escuchó con paciencia, interés y satisfacción, sin regateos, me designó director general de los Talleres Nacionales de Construcciones Aeronáuticas, y me ascendió a general brigadier, con fecha 1° de enero de 1928.⁴⁷

En ese mismo año llevó a la producción su diseño y construyó el primer avión de la familia Azcárate, un sesquiplano denominado OE (véase Imagen 8), el primer prototipo de avión militar, que estuvo listo al año siguiente. La estructura del fuselaje del avión era de tubo de acero forrado de tela drapeada,⁴⁸ y las alas de madera recubierta también con tela. Fue probado por el piloto Luis Boyer Castañeda (1904-1989). El piloto aviador Héctor Dávila considera que el aeroplano era “robusto, resistente, de fácil mantenimiento y operación, económico y capaz de desempeñarse decorosamente en la variada topografía mexicana”⁴⁹ (véase Tabla 2). La configuración sesquiplano⁵⁰ le facilitaba el despegue y aterrizaje en pistas improvisadas de pasto o terracería, donde los arbustos y otros obstáculos dificultaban la operación de biplanos convencionales. Su techo de servicio lo convertía en ideal para las elevadas altitudes de México.

⁴⁶ Juan F Azcárate. *Esencia de la Revolución (lo que todo mexicano debe saber)*. México: Costa-Amic, 1966, 198-200.

⁴⁷ Azcárate, *Esencia de la Revolución*.

⁴⁸ Drapear: “Colocar o plegar los paños de la vestidura, y, más especialmente, darles la caída conveniente”, en *Diccionario de la Lengua Española*, <https://dle.rae.es/drapear>.

⁴⁹ Héctor Dávila. “Hecho en México: Sesquiplano Azcárate.” *América Vuela. La Revista de Aviación* 1, año 1, no. 1 (1992): 18-21.

⁵⁰ El ala baja era más corta que el ala superior.

Tabla 2. Ficha técnica del Sesquiplano Azcárate OE, 1928

	Características
Fabricante	TNCA
Tipo	Observación
Tripulación	Biplaza. Piloto y observador
Motor y Potencia	BMW radial DE 6 cilindros, 185 hp, a 1,400 rpm
Hélice	Anáhuac de madera de paso fijo
Envergadura superior	15.60 m
Envergadura inferior	7.10 m
Superficie alar	43 m ²
Largo	9.60 m
Altura	3.30 m
Peso vacío	1,040 kg
Peso a plena carga	1,700 kg
Velocidad máxima	160 km/h
Alcance	700 km
Techo de servicio*	20,000 pies (aproximadamente 6,096 m)

Fuente: Héctor Dávila. “Hecho en México: Sesquiplano Azcárate.” *América Vuela. La Revista de Aviación* 1, año 1, no. 1 (1992): 18-21.

*Techo de servicio: altura máxima sobre el nivel del mar que puede alcanzar el aparato.

Azcárate mencionaba que para realizar el primer vuelo de prueba del Sesquiplano se enfrentó a la mayoría de los pilotos que estaban en contra de la fabricación nacional de aeroplanos, ya que un avión de la concepción de Lascaráin se había estrellado en un vuelo de prueba; afirmaba que “se murmuraba en los conciliábulos de los grupos de intriga, que mi avión sería un ataúd flamígero para el inconsulto que se ofreciera o fuera seleccionado para probarlo”.⁵¹

Después de probar el prototipo se fabricaron 10 aviones escuela, descritos así por su diseñador:

...los cuales fueron el equipo único, moderno y adecuado con que contó la Escuela Militar de Aviación. En esos aviones practicaron las mejores promociones de pilotos. Los sesquiplanos tuvieron un record blanco; nunca derramaron una gota de sangre; para eso fueron contruidos robustos, maniobreros y seguros. Por la concepción, diseño y construcción de los sesquiplanos Azcárate, el

⁵¹ Azcárate, *Esencia de la Revolución*, 205-210.

Presidente Portes Gil, a propuesta del Secretario de Guerra, general Amaro, me impuso, solemnemente, la primera CONDECORACIÓN DEL MERITO TÉCNICO DE PRIMERA CLASE.⁵²

Con el prototipo de este aeroplano se realizó un vuelo de circunvalación aérea por la República mexicana entre el 4 de octubre y el 18 de diciembre de 1928, para una travesía de 10,900 km —recorridos en 36 etapas y 75 horas de vuelo a una velocidad promedio de 145 km/h—; fue tripulado por el Teniente Coronel Gustavo G. León (1899-1982) y el Subteniente Mecánico Ricardo González Figueroa. Este prototipo también fue conocido como Azcárate de Guerra.⁵³

A partir del prototipo OE se desarrollaron los primeros productos civiles de Azcárate, que fueron las versiones E-1 y E-2 del mismo Sesquiplano Azcárate. Estos últimos eran aviones deportivos que conservaban la configuración básica de la versión militar, a los que se les incorporaron mejoras para optimizar su actuación en vuelo. Al E-1 se le dotó de un motor Comet inglés radial y al E-2 Sport de uno en línea invertida Menasco estadounidense.

El éxito obtenido en las pruebas de vuelo del OE hizo que el gobierno autorizara la producción en serie de una versión destinada al adiestramiento de pilotos: el Azcárate Escuela o Azcárate E (Imagen 9). La Escuela Militar de Aviación utilizó 10 de estos aviones hasta el año de 1932, cuando fueron remplazados por modelos más modernos de fabricación extranjera.

El Azcárate E era de configuración idéntica al OE, pero de menores dimensiones, e incorporaba un importante cambio en la planta motriz: un Wright Whirlwind J5 radial estadounidense enfriado por aire de 150 hp que mejoraba la visibilidad y eliminaba los problemas de confiabilidad asociados a un motor enfriado por agua (véase Tabla 3). Además, se desarrolló una versión naval, al adaptar al EO dos flotadores gemelos, modelo que fue probado en Veracruz por el Comodoro de la Armada de México Carlos Castillo Bretón, considerado como el primer aviador naval mexicano.

⁵² Azcárate, *Esencia de la Revolución*, 205-210.

⁵³ Dávila, “Hecho en México: Sesquiplano Azcárate”, 17. El recorrido fue el siguiente: Balbuena, Cd. de México - Morelia - Colima - Guadalajara - Mazatlán - Culiacán - Ortiz - Hermosillo - Mexicali - Nogales - El Paso - Chihuahua - Durango - Torreón - Monterrey - San Luis Potosí - Aguascalientes - León - Querétaro - Pachuca - Veracruz - Villahermosa - Cd. del Carmen - Mérida - Campeche - San Cristóbal - Tuxtla Gutiérrez - Ixtépec - Oaxaca - Balbuena.

⁵³ Villela, *Breve historia de la aviación en México*, 220-223.

Tabla 3. Ficha técnica del Sesquiplano Azcárate E, 1929

Fabricante	Características
	TNCA
Tipo	Entrenamiento (Escuela)
Tripulación	Biplaza. Instructor y cadete
Motor y Potencia	Wright Whirlwind J5 radial 150 HP
Envergadura superior	10.50 m
Envergadura inferior	5.0 m
Superficie alar	23.55 m ²
Largo	6.80 m
Altura	2.55 m
Peso vacío	665 kg
Peso a plena carga	960 kg
Velocidad máxima	165 km/h
Alcance	640 km
Techo de servicio	12,400 p (aproximadamente 779.52 m)

128 Fuente: Héctor Dávila. “Hecho en México: Sesquiplano Azcárate.” *América Vuela. La Revista de Aviación* 1, año 1, no. 1 (1992): 18-21.

Algunos autores⁵⁴ consideran a los aviones Azcárate como una familia aeronáutica, pues se fabricó una serie de aeroplanos, concebidos por el mismo diseñador, para diversos propósitos: de observación y entrenamiento militar, así como para uso civil y deportivo, y cada versión nueva mejoraba a la anterior. Además, se consideran como un orgullo en la industria aeronáutica mexicana por las características que poseían al ser construidos para las condiciones de altitud, clima y aeropuertos mexicanos. Aparentemente, estaban mejor adaptados que los aviones de otros países, por lo que nos podemos referir a ellos como estilos de diseño netamente nacionales (mexicanos).

Dávila piensa que Juan Azcárate fue “el más grande exponente de la Ingeniería Aeronáutica Mexicana por su constante presencia, especialmente como empresario, fundó la compañía Juan F. Azcárate S. en C. entre 1929 y 1930, primera empresa de capital privado para la fabricación de aviones en México”,⁵⁵ aunque Dávila no aclara que Azcárate recibió el apoyo financiero del presidente Abelardo L. Rodríguez, con quien se asoció para establecer la empresa de aviones, y contó con los servicios de ingenieros mexicanos como

⁵⁴ Villela, *Breve historia de la aviación en México*, y Dávila, “Hecho en México: Sesquiplano Azcárate”.

⁵⁵ Dávila, “Hecho en México: Sesquiplano Azcárate”, 18-19.

Ángel Lascuráin y Osio (quien estuvo a cargo de la instalación de la fábrica), Alejandro del Paso y otros más. En esta fábrica se construyeron los Sesquiplanos de la serie Azcárate civiles y deportivos que utilizaban el motor radial Comet inglés de 150 hp para el mercado nacional.⁵⁶

En 1929 se dio la rebelión escobarista. Azcárate escribió que un día, en ese año, lo llamó urgentemente a su oficina el general Joaquín Amaro, secretario de Guerra y Marina, y le dijo que Escobar estaba en franca rebeldía, que había instigado a muchos comandantes de tropas, quienes se habían comprometido a levantarse en armas con él, por lo que Amaro le dijo que necesitaban los mejores aviones y otros útiles de guerra que pusieran en condición de ventaja al gobierno sobre los rebeldes, y le preguntó qué modelo de avión les convenía utilizar contra el posible levantamiento. La respuesta de Azcárate fue:

...el Chance Vought Corsair es el mejor avión de la Marina de los Estados Unidos; monta el motor Wasp de 420 CV, el más potente y sufrido con que se cuenta actualmente; está equipado con torretas para ametralladoras, y con lanzabombas, para fragmentación de 25 y 50 libras, y demolidoras de 100 libras; fue concebido para operar desde las cubiertas de los porta-aviones, lo que lo hace muy adecuado para nuestros campos cortos improvisados. Si usted gusta puedo comunicarme por este teléfono con el señor Chance Vought a su planta en Long Island, a ver qué precio y tiempo de entrega nos puede ofrecer.⁵⁷

Claro está que el gobierno mexicano hizo un pedido por diez unidades para equipar un escuadrón de tres escuadrillas con tres aviones cada una y uno para el jefe de escuadrón, o para reserva. El costo por unidad fue de \$21,850 dólares estadounidenses; es decir, México pagó 218,500 pesos por cada aparato. Lo interesante del caso es que los aviones se compraron desarmados. Se suponía que los TNCA los armarían, pero sorprendentemente la Compañía J. Azcárate se aprovechó de la situación y adquirió los derechos de fabricación para México de los biplanos O2U "Corsair" de la Chance Vought Corp. de Hartford, Connecticut, que fueron construidos en la misma. Al final se entregaron en total 32 aeroplanos, denominados en México "Corsarios Azcárate" (Imagen 10), además de un par de sesquiplanos deportivos para el 2do. Regimiento Aéreo del CAE.⁵⁸

D) EL MOTOR ÁZTATL Y LA HÉLICE ANÁHUAC

En la década de 1910, fabricar motores de combustión interna para avión era un proceso industrial complejo, pues estos debían ser ligeros y generar alta potencia, pero a causa de la guerra en Europa y del embargo comercial (tecnología)

⁵⁶ Villela, *Breve historia de la aviación en México*, 220-223.

⁵⁷ Azcárate, *Esencia de la Revolución*, 211-212.

⁵⁸ Villela, *Breve historia de la aviación en México*, 220-223, y Esparza, *La aviación*, 92.

lógico) que Estados Unidos ejerció sobre México era difícil conseguir plantas de poder, instrumentos y refacciones de vuelo en el exterior; de tal manera, era necesario producirlos en nuestro país.

Los primeros en fabricar un motor para avión en México fueron los hermanos Aldasoro. Después de construir planeadores entre 1909 y 1911, en este último año llegaron a la conclusión de que podían fabricar un avión, por lo que se abocaron al diseño y construcción de una planta de poder. El resultado fue un aeromotor de dos cilindros opuestos que generaba 60 hp a 1,200 rpm, enfriado por aire, construido en los talleres de la Mina “Dos Estrellas”, en Talpujahuá, Michoacán, y es por ello que algunos autores lo denominan motor “Dos estrellas” (Imagen 11).

La fabricación del motor fue francamente artesanal: Juan Pablo realizó los cálculos y bocetos, y Pablo Lozano, estudiante de ingeniería, dibujó los planos. Los hermanos Aldasoro, con las herramientas y la fundición que había en las instalaciones de la mina, hicieron primero los modelos en madera: de allí procedieron a la fundición del cárter, cilindros, pistones y anillos; las bielas y el cigüeñal fueron forjados en el taller de herrería con yunque y martillo. “Igualmente fue necesario hacer las válvulas, los engranes, así como tornillos, excéntricas, tiradores y todo lo necesario para el motor como tubos de admisión, carburador, distribuidor, bocinas y bujías. La fuente eléctrica para arrancar [el motor] fueron seis pilas de las que en aquella época se empleaban para los teléfonos.”⁵⁹

La experiencia que Santarini reunió en sus años de trabajo en la planta de Anzani en Francia, aunada a la inventiva e ingenio de Villasana y Poverejsky, le permitió construir un motor radial, enfriado por aire, que era capaz de desarrollar ochenta caballos de fuerza al nivel del mar y cincuenta a la altura de la Ciudad de México (Imagen 3). El nuevo motor, al que se bautizó como “Áztatl”, se fabricó sobre la base del Anzani francés, y tenía algunas ingeniosas características, como por ejemplo, bujías en las que se empleó barro de Tlaquepaque como dieléctrico, ya que la porcelana era un insumo inconseguible. De acuerdo con Rafael Esparza, la modificación dio mejores resultados.⁶⁰ En la década de 1910 y también en los TNCA, se produjeron bajo licencia los motores Gnôme (de diseño francés) y los Hispano-Suiza españoles; del mismo modo se fabricaron los instrumentos de a bordo: altímetros, velocímetros, brújulas, etcétera.

Desde 1911, Villasana hizo estudios, diseños y pruebas de diferentes tipos de hélices. En 1915 presentó a la jefatura de los TNCA los dibujos y cálculos de ingeniería sobre una hélice de su invención. El gobierno de Carranza aprobó la construcción de la hélice bajo la dirección de Villasana. El prototipo se fabricó en septiembre en los Talleres de la Escuela Práctica de Ingenieros Mecánicos Electricistas (EPIME) de la Ciudad de México; el encargado de realizarlo fue el obrero del Taller de Carpintería Jesús Lemus. De tal forma, se

⁵⁹ Ruiz, *Los Orígenes*, 180.

⁶⁰ Esparza, *La aviación*, 94-95.

presentó con perfecto acabado la primera hélice el 10 de octubre de ese mismo año.⁶¹

La hélice fue bautizada con el nombre de “Anáhuac”, pues nació para volar en el Valle de Anáhuac. El primer modelo experimental se probó y mejoró hasta que se pudo fabricar en serie en los TNCA. El desempeño de la hélice fue excelente, y las crónicas de época decían que ofrecía mejor rendimiento, en las elevadas altitudes del Valle de México, que las hélices importadas (Imágenes 13 y 14).⁶²

La Anáhuac se probó el 19 de octubre en un biplano Huntington con un motor de 100 hp, que con una hélice extranjera no alcanzó más de cincuenta metros sobre el nivel de la Ciudad de México, mientras que con la hélice mexicana alcanzó una altitud de 5,288 metros sobre el nivel del mar, lo que significó 2,971 metros sobre el nivel de esta ciudad. No sabemos cuántos ejemplares se fabricaron, pero la hélice se regaló a la Escuela Militar de Aviación de Buenos Aires, al Aero Club Argentino y al Cuerpo de Aviación Imperial Japonés.⁶³

En la visita de Carranza a los Talleres que se describió líneas arriba se le llevó al Taller de hélices, donde le explicaron

detenidamente todas las ventajas de nuestras hélices “Anáhuac”, teniendo a la vista una de la mejor producción yanqui, para apreciar materialmente la diferencia en forma, calidad y sistema de construcción. Le fue mostrado al C. Primer Jefe todo cuanto se utiliza en la confección de estas hélices, desde la madera en bruto, el método de aserrarla, su labrado, disposición de ensamblaje, hasta la hélice terminada por completo.⁶⁴

131

De hecho, se fabricaron varios modelos de la misma, pues Villasana buscaba mejorar cada vez más el diseño, como se anotó líneas arriba. El Microplano usaba una hélice denominada tipo potencial especial⁶⁵ (véase Imagen 9).

CONCLUSIONES

Se pueden seguir enumerando ejemplos de diseño y fabricación de aeronaves, motores, hélices y dispositivos para los aviones y el vuelo que se realizaron en

⁶¹ Lazarín, “El desarrollo de la ciencia aeronáutica en México.”

⁶² “Cómo se desarrolló la aviación en México”; Eliseo Martín del Campo. “Un invento mexicano. La hélice «Anáhuac», en *Comunidad CONACyT*, nos. 124-125 (abril-mayo de 1981): 86; y Lazarín, “El desarrollo de la ciencia aeronáutica en México”.

⁶³ “Cómo se desarrolló la aviación en México”, y Lazarín, “El desarrollo de la ciencia aeronáutica en México”.

⁶⁴ “El C. Primer Jefe visita los talleres y la Escuela Nacional de Aviación”, 107.

⁶⁵ Lazarín, “El desarrollo de la ciencia aeronáutica en México”.

los años que van de 1909 a 1929, pero lo interesante es que existieron proyectos tanto estatales en los TNCA, como algunos privados en la aeronáutica mexicana.

La historiografía tradicional de la aviación en México presenta la mayor parte de los ejemplos que citamos en este artículo como grandes logros del ingenio nacional mexicano. Como pudimos observar, en algunos casos se trató de la fabricación de motores y aeroplanos que primero fueron réplica de plantas de poder Gnôme o Hispano Suiza, o de aviones como el Deperdussin, el Blériot o el Chance Vought Corsair. Solo sabemos que estos últimos fueron hechos en México bajo licencia de la empresa estadounidense, pero de los demás no hemos encontrado referencias. Esta situación fue muy similar en otras partes del mundo como Inglaterra o Alemania, que compraron motores franceses Gnôme o Renault y luego los adaptaron y mejoraron en las fábricas de esos países de acuerdo a sus necesidades.

En otros casos sí hubo diseños propios, pero recordemos que en el desarrollo de la ciencia y la tecnología se va avanzando paso a paso sobre el conocimiento previo, y que en la mayoría de los casos estos saberes trascendían las fronteras nacionales y los científicos e ingenieros se los apropiaban, los reproducían o los transformaban,⁶⁶ por lo que podemos concluir que se desarrollaron estilos nacionales en los diseños e innovaciones tecnológicas.

Desde la perspectiva de los Estudios de Sociedad, Ciencia y Tecnología, podemos concluir que en aquella época los diseñadores y constructores de los aviones, dispositivos y refacciones para las aeronaves como hélices, motores o bujías pensaron que estaban desarrollando una industria mexicana de aviación. Es claro que la difusión de los conocimientos aeronáuticos entre los especialistas de diversas partes del mundo trascendió las fronteras nacionales; del mismo modo, en México se fabricaron algunos aparatos derivados de otros europeos como el Blériot, de los cuales después se desprendían nuevos diseños, que permiten establecer la existencia de un estilo de diseño y desarrollo de tecnología aeronáutica mexicana, pues las tecnologías extranjeras que llegaron a México se adecuaron y se les incorporaron innovaciones para que se pudieran usar en las altitudes de nuestro país.

Con respecto al desarrollo de una industria aeronáutica nacional, desde la misma perspectiva que nos ofrecen los estudios de SCT tenemos que relacionar esta situación con dos factores externos a la ciencia y tecnología aeronáuticas: la economía y la política. Iniciemos con la economía: en la época que nos ocupa el desarrollo industrial en México era incipiente, como expusimos en el apartado a), de acuerdo con Haber y Guajardo.

En el caso de los TNCA, los autores mencionados y algunos otros piensan que se constituyeron en una industria; en lo personal, pienso que no dejaron de ser talleres, pues a pesar de que se incorporó maquinaria nueva y

⁶⁶ Es importante tener en consideración que en esa época el derecho internacional sobre la propiedad industrial y los derechos de autor no estaban tan claros como hoy en día.

moderna, la mayoría de sus procesos de trabajo eran más bien artesanales, más cercanos a un taller que a una industria. Ante las carencias que presentaba en general la industrialización mexicana, los TNCA optaron por hacerlo todo, de tal forma que se aislaron y no generaron efectos multiplicadores más allá de los que producía la adquisición de las materias primas que ellos necesitaban. Además, no buscaban obtener ganancia por la venta de aviones, pues era una entidad estatal y su primer objetivo era proporcionar aviones al Cuerpo Aéreo del Ejército y a la Escuela Nacional de Aviación. En este sentido, todavía falta hacer más estudios acerca de la estructura, organización y administración de los TNCA, que fue en todo caso una industria con un tiempo de vida corto: 1915-1929.

En el ámbito político, podemos observar que, al ser una entidad bajo control estatal, los TNCA vivieron los vaivenes de la administración pública y de la Secretaría de Guerra y Marina. Es claro que cuando el grupo sonorense tomó el poder la situación de los Talleres cambió. Recordemos que fueron producto de Carranza, y este rompió con los sonorenses a tal grado que fue asesinado por dicho grupo. Menos mal que las cosas no se hicieron como en Rusia, pues la purga no pasó de destituciones, y en pocos casos se llegó a los asesinatos. Alberto Salinas Carranza, sobrino de Venustiano, salió de los TNCA y dejó la jefatura del Departamento de Aviación y, como vimos, Obregón contrató a O'Neill para reestructurarlos, quien después de cinco años dejó la dirección a Azcárate.

Finalmente, desde la perspectiva de la ciencia y la tecnología, en los Talleres solo se desarrolló tecnología aeronáutica. Los diseñadores y constructores que había en ellos fueron ingenieros, salvo contados casos como el de Villasana;⁶⁷ ellos aplicaron la ciencia aeronáutica, pero no la desarrollaron. De hecho, por lo que pudimos observar en este artículo, resolvían los problemas de vuelo por el método de ensayo y error; no obstante, crearon innovaciones tecnológicas importantes. Es muy ilustrativo ver que en la organización de los TNCA no existía un área de desarrollo aeronáutico o un túnel de viento. Los Wright lograron avanzar más rápido en el progreso de su aeroplano cuando construyeron su túnel de viento, en el que podían someter a estudio aeronáutico los fuselajes, alas y hélices, además de que eso redundó en ahorros de capital, pues hacían modelos a escala que eran más económicos que los de tamaño real. Asimismo, el riesgo de accidente se reducía prácticamente a cero.

Este artículo no agota el tema presente, pues quedan todavía abiertos a la investigación varios problemas; por ejemplo, hacer un estudio comparativo de las capacidades de los aviones fabricados en los TNCA y las de los aviones contruidos en otros países con características similares a los mexicanos.

⁶⁷ Véase Lazarín, "El desarrollo de la ciencia aeronáutica en México".

IMÁGENES

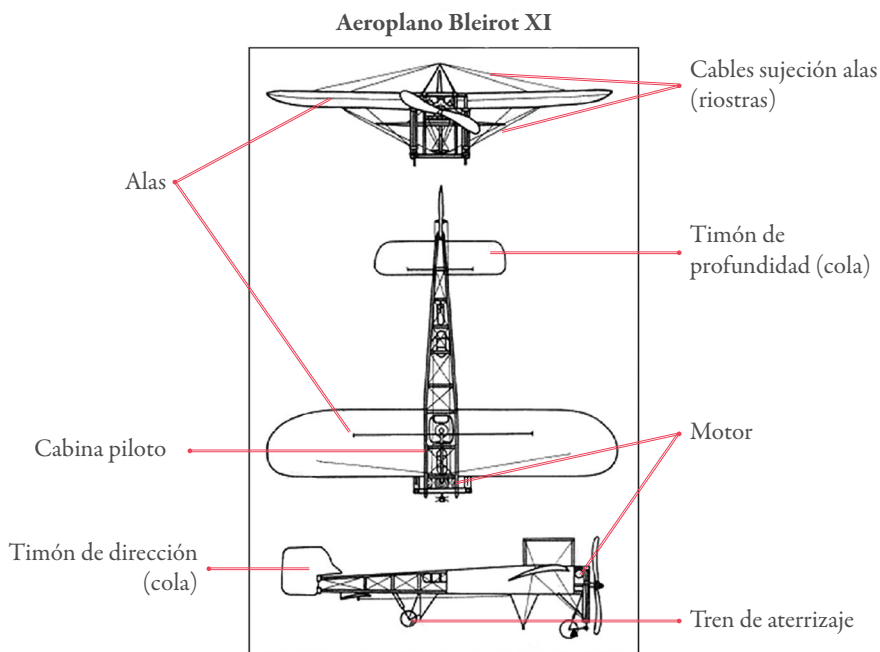


Figura 1.

Fuente: Elaboración propia a partir de: Aviastar,
http://aviastar.org/air/france/bleriot_xi.php, fecha de consulta: 11 de agosto, 2020.

Avión Latinoamérica, ca. 1912

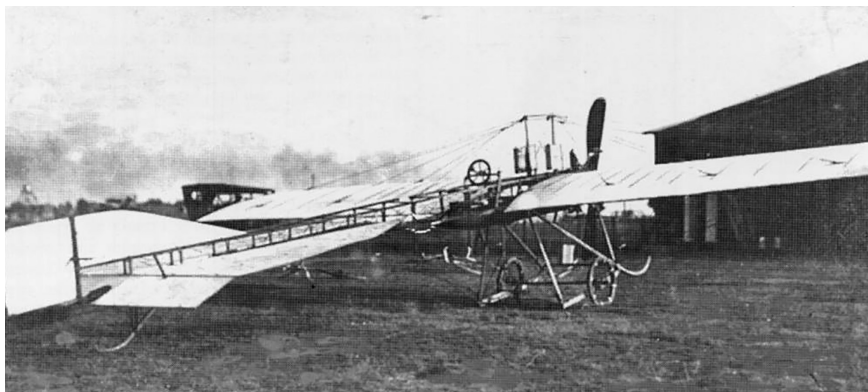


Figura 2.

Fuente: Manuel Ruiz Romero, *Legendarios en la aeronáutica de México*,
México, Alianza, 1997, p. 43.

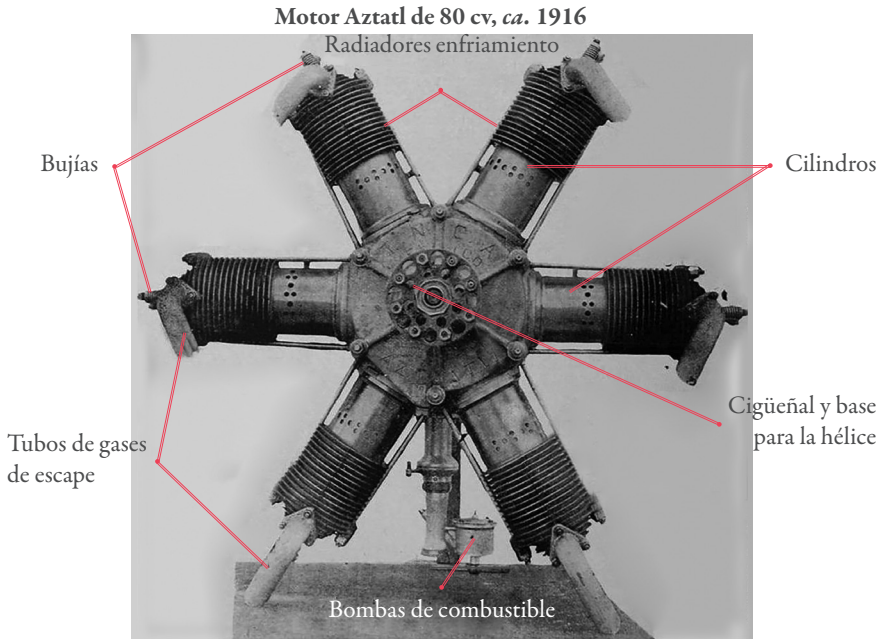


Figura 3.

Fuente: UIA-AASC, *Tobitli. Órgano de la Escuela Nacional de Aviación*, T. IV, Núm. 2, febrero de 1919, p. 77.

135

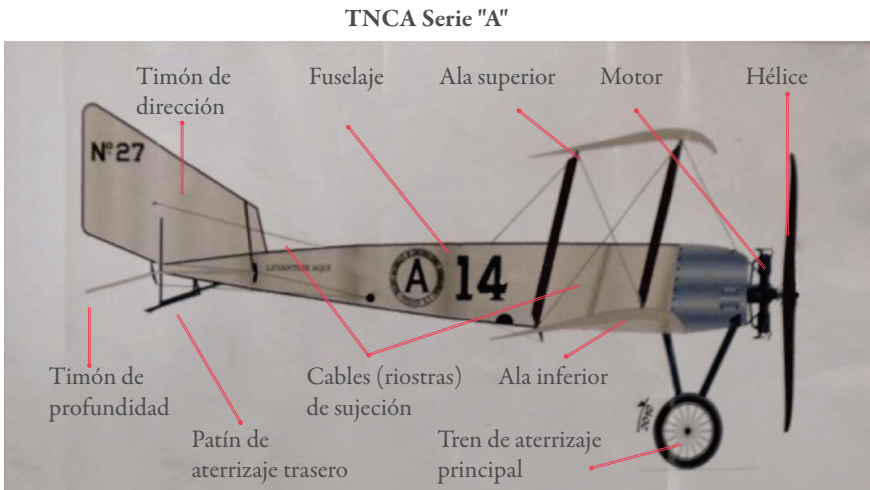


Figura 4.

Foto: Federico Lazarín Miranda, Museo de la Aviación Militar Mexicana, Base Aérea No. 1, Santa Lucía, Tecámac, Estado de México, visita: 18 de septiembre de 2015.

TNCA Serie "C" Microplano



Figura 5.

Foto: Federico Lazarín Miranda, Museo de la Aviación Militar Mexicana,
Base Aérea No. 1, Santa Lucía, Tecamac, Estado de México,
visita: 18 de septiembre de 2015.

Monoplano Lascurain Serie E, Sonora, ca. 1918



Figura 6.

Fuente: Mexican military aviation history, en
<https://www.facebook.com/aviaciomilitarmexicana/photos/pcb.1331872746838829/1331872423505528/>, fecha de consulta: 17 de septiembre de 2020

Aviones Modelo Avro 504 TNCA

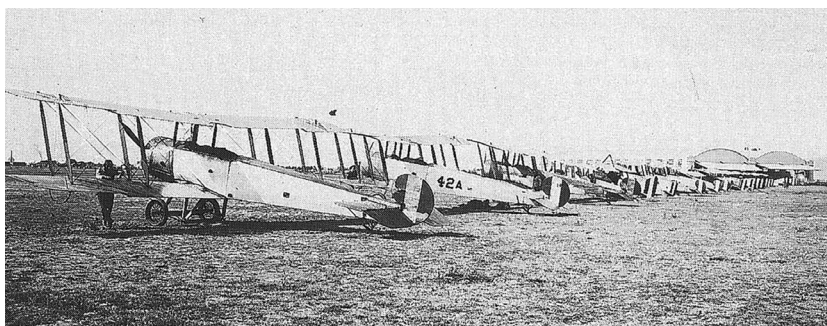


Figura 7.

Fuente: José Villela Gómez, *Breve historia de la aviación en México*, México, Complejo Editorial Mexicano 1971.

Sesquiplano Azcárate EO-1, 1928



Figura 8.

Fuente: Juan F Azcárate, *Esencia de la Revolución (lo que todo mexicano debe saber)*, México, Costa -Amic Editor, 1966.

Sesquiplano Azcárate E, 1929



Figura 9.

Fuente: Juan F Azcárate, *Esencia de la Revolución (lo que todo mexicano debe saber)*, México, Costa -Amic Editor, 1966.

Corsario Azcárate, 1929



Figura 10.

Fuente: José Villela Gómez, *Breve historia de la aviación en México*, México, Complejo Editorial Mexicano 1971.

**Juan Pablo y su padre Andrés Aldasoro con el motor
"Dos Estrellas", ca. 1911**

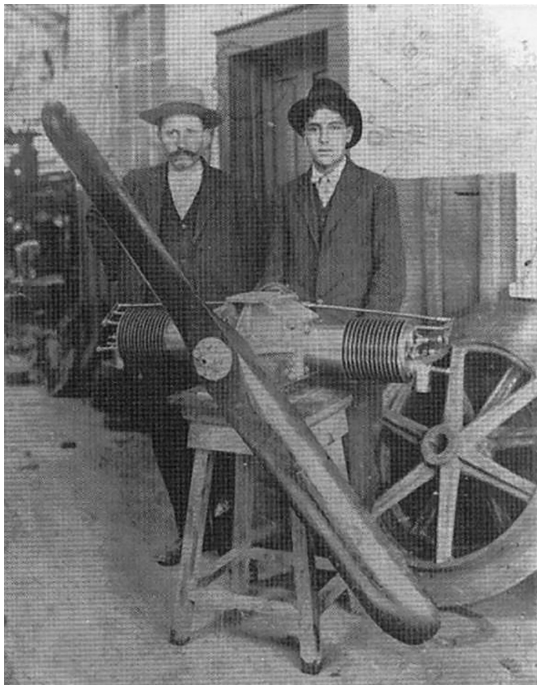


Figura 11.

Fuente: Manuel Ruiz Romero, *Biblioteca de la Historia Aeronáutica de México. Los orígenes*, México, Biblioteca de la Historia Aeronáutica de México, vol. I, 1996, p. 180.

Motor Aztatl con hélice Anáhuac en un biplano Serie H



Figura 12.

Foto: Federico Lazarín Miranda, Museo de la Aviación Militar Mexicana, Base Aérea No. 1, Santa Lucía, Tecamac, Estado de México, visita: 18 de septiembre de 2015.

139

Distintos modelos de la hélice Anáhuac



Figura 13.

Foto: Federico Lazarín Miranda, Museo de la Aviación Militar Mexicana, Base Aérea No. 1, Santa Lucía, Tecamac, Estado de México, visita: 18 de septiembre de 2015.

Hélices europeas y Anáhuac

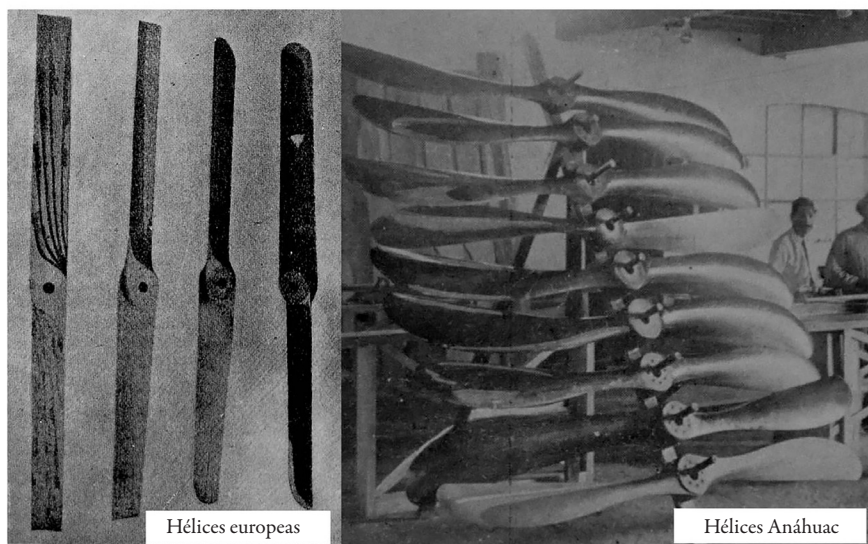
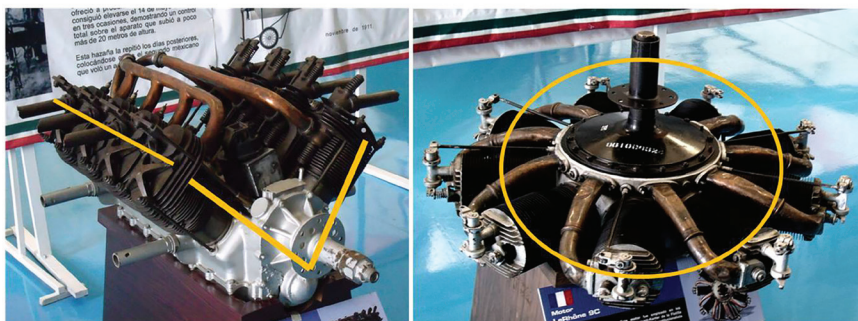


Figura 14.

Fuente: UIA-AASC, en *Tohtli. Órgano de la Escuela Nacional de Aviación*, T. II, Núm. 1, enero de 1917, p. 28 y T. III, Núm. 112, diciembre de 1918, p. 427.

140

Motores en línea "V" enfriado por agua (izquierda), radial enfriado por aire (derecha)



Motor francés Renault en línea y en "V", ca. 1919

Motor francés radial Le Rhône SC, ca. 1918

Figura 15.

Foto: Federico Lazarín Miranda, Museo de la Aviación Militar Mexicana, Base Aérea No. 1, Santa Lucía, Tecamac, Estado de México, visita: 18 de septiembre de 2015.

FUENTES CONSULTADAS

América Vuela: 1992, No. 1 y 1994, Nos. 15, 16 y 20.

América Vuela, <https://www.vuela.com.mx/am/personalidades-de-la-industria-aerea/9361-ralph-o-neill.html>, fecha de consulta: 20 de agosto de 2020.

Azcárate, Juan F, *Esencia de la Revolución (lo que todo mexicano debe saber)*, México, Costa -Amic Editor, 1966.

“Cómo se desarrolló la aviación en México”, en *El Excelsior*, martes, 27 de septiembre de 1921, Novena sección, p. 11.

Diccionario de la Lengua Española, <https://dle.rae.es/drapear>, fecha de consulta: 11 de septiembre de 2020.

Echeverría, Javier, *La revolución tecnocientífica*, España, Fondo de Cultura Económica, 2003.

Esparza, Rafael R., *Historia de las comunicaciones y los transportes en México, La aviación*, México, Secretaría de Comunicaciones y Transportes, 1987.

Fideicomiso de Archivos Plutarco Elías Calles y Fernando Torreblanca. Archivo Joaquín Amaro (AJA).

Garros, Roland, *Memorias seguido de Diario de Guerra*, México, Siglo XXI editores, 2018.

Gilliam, Ron. “Military Aviation’s Revolutionary Beginnings”, en *Aviation History*, mayo, 2000.

Guajardo Soto, Guillermo, “Hecho en México: el eslabonamiento industrial ‘hacia adentro’ de los ferrocarriles, 1890-1950”, en Kuntz, Sandra y Paolo Riguzzi (coords.), *Ferrocarriles y vida económica en México (1850-1950). Del surgimiento tardío al decaimiento precoz*, México, El Colegio Mexiquense, FNM, UAM-X, 1996.

Haber, Stephen H, *Industria y subdesarrollo. La industrialización de México, 1890-1940*, México, Alianza Editorial (Raíces y razones), 1992.

Hernández Guizar, Carlos Jesús *La Tecnología Militar como Reflejo de las Doctrinas de un Ejército: El Proceso de Formación de la Fuerza Aérea Mexicana (1910-1944)*, México, UAM Iztapalapa, tesina para optar por el grado de Licenciatura en Historia, 2015.

José, Georgette, "La rebelión delahuertista: sus orígenes y consecuencias, económicas y sociales", en Garciadiego, *El Ejército Mexicano*, pp. 213-270.

Lazarín Miranda, Federico, "Design and Construction of Mexican Airplanes and crafts in, 1909-1939", ponencia presentada en 34th Symposium ICOH-TEC, organizado por The International Committee for the History of Technology, que se llevó a cabo en Copenhague, Dinamarca, del 14-19 de agosto de 2007.

Lazarín Miranda, Federico, "El desarrollo de la ciencia aeronáutica en México. El caso de Juan Guillermo Villasana y la hélice Anáhuac", en *Revista Inclusiones, Revista de Humanidades y Ciencias Sociales*, Vol. 5, número especial, octubre/diciembre, 2018, pp. 278-307.

Lazarín Miranda, Federico, "La aviación durante la intervención norteamericana de 1914", en Guillermo Alejandro Carvallo Torres (coord. gral.), *La invasión a Veracruz en 1914: enfoques multidisciplinarios*, México, Secretaría de Marina, Secretaría de Educación Pública, Instituto, Nacional de Estudios Históricos de las Revoluciones de México, 2015, pp. 261-282.

Loyo, Martha Beatriz, "Conflictos políticos-militares durante la gestión de Joaquín Amaro como Secretario de Guerra y Marina entre 1926 y 1929", en *Memoria del 1er Congreso Nacional de Historia Militar a través de los Archivos Históricos*, México, Secretaría de la Defensa Nacional, 2015, pp. 715-732.

Loyo, Martha Beatriz, "Las reformas militares en el periodo de Plutarco Elías Calles, 1924-1928", en Javier Garciadiego, *El Ejército Mexicano 100 años de historia*, México, El Colegio de México (Jornadas, 163), 2014, pp. 271-308,

Martín del Campo, Eliseo, "Un invento mexicano. La hélice "Anáhuac", en *Comunidad CONACyT*, México, N°. 124-125, abril-mayo, 1981.

Martín del Campo, Eliseo, *40 años y siempre con la aviación mexicana*, México, s/f.

Massachusetts Institute of Technology, Libraries, Cambridge, Massachusetts Institute Archives and Special Collections (MITA), Dept. of Aeronautics and Astronautics, AC 43

Matute, Álvaro, *Historia de la Revolución Mexicana. 8. La carrera del caudillo*; México, El Colegio de México, 1979.

Taylor Hansen, Lawrence Douglas, "La aviación militar federal en la Revolución, 1910-1914", en *Sólo historia*. México, INEHR, N°. 10, octubre-diciembre, 2000.

Tobin, James, *To Conquer the Air. The Wright Brothers and the Great Race for Flight*, New York, Free Press, 2003.

Universidad Iberoamericana, Biblioteca Francisco Javier Clavijero Área de Acervos Históricos, Archivo de Alberto Salinas Carranza (UIA-AASC)

Urquiza, Francisco L., *Tres de diana*, México, Secretaría de la Defensa Nacional, 1990.

Villavicencio Sánchez, Natalia, *El nacimiento de la aeronáutica en México: adquisición, uso y producción de aeronaves en México, 1912-1920*, Tesis para optar por el grado de Maestro en Historia, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional Autónoma de México, 2014.

Villela Gómez, José, *Breve historia de la aviación en México*, México, Complejo Editorial Mexicano 1971.

Wordpress, <https://ajuste.wordpress.com/tag/ajuste-mecanico/>