

CONVOLVULACEA.

Esencia nueva

Volumen 5 - Número Especial - Octubre / Diciembre 2018

REVISTA INCLUSIONES

REVISTA DE HUMANIDADES
Y CIENCIAS SOCIALES

ISSN 1719-4706

Historia de las ciencias en México

EDITORES

JOSÉ ALFREDO URIBE SALAS

MARÍA TERESA CORTÉS ZAVALA

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

MÉXICO

CUADERNOS DE SOFÍA
EDITORIAL

EXOGONIUM OLIVÆ. (Bárcena)

1 Pistilo 2 Figura mas general de las bracteis

CUERPO DIRECTIVO

Directora

Mg. © Carolina Cabezas Cáceres
Universidad de Los Andes, Chile

Subdirector

Dr. Andrea Mutolo
Universidad Autónoma de la Ciudad de México, México

Dr. Juan Guillermo Mansilla Sepúlveda
Universidad Católica de Temuco, Chile

Editor

Drdo. Juan Guillermo Estay Sepúlveda
Editorial Cuadernos de Sofía, Chile

Editor Científico

Dr. Luiz Alberto David Araujo
Pontificia Universidad Católica de Sao Paulo, Brasil

Cuerpo Asistente

Traductora Inglés

Lic. Pauline Corthorn Escudero
Editorial Cuadernos de Sofía, Chile

Traductora: Portugués

Lic. Elaine Cristina Pereira Menegón
Editorial Cuadernos de Sofía, Chile

Portada

Sr. Felipe Maximiliano Estay Guerrero
Editorial Cuadernos de Sofía, Chile

COMITÉ EDITORIAL

Dra. Carolina Aroca Toloza
Universidad de Chile, Chile

Dr. Jaime Bassa Mercado
Universidad de Valparaíso, Chile

Dra. Heloísa Bellotto
Universidad de Sao Paulo, Brasil

Dra. Nidia Burgos
Universidad Nacional del Sur, Argentina

Mg. María Eugenia Campos
Universidad Nacional Autónoma de México, México

Dr. Lancelot Cowie
Universidad West Indies, Trinidad y Tobago

Dr. Francisco José Francisco Carrera
Universidad de Valladolid, España

Mg. Keri González
Universidad Autónoma de la Ciudad de México, México

Dr. Pablo Guadarrama González
Universidad Central de Las Villas, Cuba

Mg. Amelia Herrera Lavanchy
Universidad de La Serena, Chile

Dr. Aleksandar Ivanov Katrandzhiev
Universidad Suroeste Neofit Rilski, Bulgaria

Mg. Cecilia Jofré Muñoz
Universidad San Sebastián, Chile

Mg. Mario Lagomarsino Montoya
Universidad de Valparaíso, Chile

Dr. Claudio Llanos Reyes

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile

Dr. Werner Mackenbach

*Universidad de Potsdam, Alemania
Universidad de Costa Rica, Costa Rica*

Mg. Rocío del Pilar Martínez Marín

Universidad de Santander, Colombia

Ph. D. Natalia Milanesio

Universidad de Houston, Estados Unidos

Dra. Patricia Virginia Moggia Münchmeyer

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile

Ph. D. Maritza Montero

Universidad Central de Venezuela, Venezuela

Mg. Liliana Patiño

Archiveros Red Social, Argentina

Dra. Eleonora Pencheva

Universidad Suroeste Neofit Rilski, Bulgaria

Dra. Rosa María Regueiro Ferreira

Universidad de La Coruña, España

Mg. David Ruete Zúñiga

Universidad Nacional Andrés Bello, Chile

Dr. Andrés Saavedra Barahona

Universidad San Clemente de Ojrid de Sofía, Bulgaria

Dr. Efraín Sánchez Cabra

Academia Colombiana de Historia, Colombia

Dra. Mirka Seitz

Universidad del Salvador, Argentina

Dra. Leticia Celina Velasco Jáuregui

*Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores
de Occidente ITESO, México*

COMITÉ CIENTÍFICO INTERNACIONAL

Comité Científico Internacional de Honor

Dr. Adolfo A. Abadía

Universidad ICESI, Colombia

Dr. Carlos Antonio Aguirre Rojas

Universidad Nacional Autónoma de México, México

Dr. Martino Contu

Universidad de Sassari, Italia

Dr. Luiz Alberto David Araujo

Pontificia Universidad Católica de Sao Paulo, Brasil

Dra. Patricia Brogna

Universidad Nacional Autónoma de México, México

Dr. Horacio Capel Sáez

Universidad de Barcelona, España

Dr. Javier Carreón Guillén

Universidad Nacional Autónoma de México, México

Dra. Isabel Cruz Ovalle de Amenabar

Universidad de Los Andes, Chile

Dr. Rodolfo Cruz Vadillo

*Universidad Popular Autónoma del Estado de
Puebla, México*

Dr. Adolfo Omar Cueto

Universidad Nacional de Cuyo, Argentina

Dr. Miguel Ángel de Marco

Universidad de Buenos Aires, Argentina

Dra. Emma de Ramón Acevedo

Universidad de Chile, Chile

Dr. Gerardo Echeita Sarrionandia

Universidad Autónoma de Madrid, España

Dra. Patricia Galeana

Universidad Nacional Autónoma de México, México

Dra. Manuela Garau

Centro Studi Sea, Italia

Dr. Carlo Ginzburg Ginzburg

*Scuola Normale Superiore de Pisa, Italia
Universidad de California Los Ángeles,
Estados Unidos*

Dr. José Manuel González Freire

Universidad de Colima, México

Dra. Antonia Heredia Herrera

Universidad Internacional de Andalucía, España

Dr. Eduardo Gomes Onofre

Universidade Estadual da Paraíba, Brasil

Dra. Blanca Estela Zardel Jacobo

Universidad Nacional Autónoma de México, México

Dr. Miguel León-Portilla

Universidad Nacional Autónoma de México, México

Dr. Miguel Ángel Mateo Saura

*Instituto de Estudios Albacetenses “don Juan
Manuel”, España*

Dr. Carlos Tulio da Silva Medeiros

Diálogos en MERCOSUR, Brasil

Dr. Álvaro Márquez-Fernández

Universidad del Zulia, Venezuela

Dr. Oscar Ortega Arango

Universidad Autónoma de Yucatán, México

Dr. Antonio-Carlos Pereira Menaut

Universidad Santiago de Compostela, España

Dr. José Sergio Puig Espinosa

Dilemas Contemporáneos, México

Dra. Francesca Randazzo

*Universidad Nacional Autónoma de Honduras,
Honduras*

Dra. Yolanda Ricardo

Universidad de La Habana, Cuba

Dr. Manuel Alves da Rocha

Universidade Católica de Angola Angola

Mg. Arnaldo Rodríguez Espinoza

Universidad Estatal a Distancia, Costa Rica

Dr. Miguel Rojas Mix

*Coordinador la Cumbre de Rectores Universidades
Estatales América Latina y el Caribe*

Dr. Luis Alberto Romero

CONICET / Universidad de Buenos Aires, Argentina

Dra. Maura de la Caridad Salabarría Roig

Dilemas Contemporáneos, México

Dr. Adalberto Santana Hernández

*Universidad Nacional Autónoma de México,
México*

Dr. Juan Antonio Seda

Universidad de Buenos Aires, Argentina

Dr. Saulo Cesar Paulino e Silva

Universidad de Sao Paulo, Brasil

Dr. Miguel Ángel Verdugo Alonso

Universidad de Salamanca, España

Dr. Josep Vives Rego

Universidad de Barcelona, España

Dr. Eugenio Raúl Zaffaroni

Universidad de Buenos Aires, Argentina

Comité Científico Internacional

Mg. Paola Aceituno

Universidad Tecnológica Metropolitana, Chile

Ph. D. María José Aguilar Idañez

Universidad Castilla-La Mancha, España

Mg. Elian Araujo

Universidad de Mackenzie, Brasil

Mg. Romyana Atanasova Popova

Universidad Suroeste Neofit Rilski, Bulgaria

Dra. Ana Bénard da Costa

*Instituto Universitario de Lisboa, Portugal
Centro de Estudios Africanos, Portugal*

Dra. Alina Bestard Revilla

*Universidad de Ciencias de la Cultura Física y
el Deporte, Cuba*

Dra. Noemí Brenta

Universidad de Buenos Aires, Argentina

Ph. D. Juan R. Coca

Universidad de Valladolid, España

Dr. Antonio Colomer Vialdel

Universidad Politécnica de Valencia, España

Dr. Christian Daniel Cwik

Universidad de Colonia, Alemania

Dr. Eric de Léséulec

INS HEA, Francia

Dr. Andrés Di Masso Tarditti

Universidad de Barcelona, España

Ph. D. Mauricio Dimant

Universidad Hebrea de Jerusalén, Israel

Dr. Jorge Enrique Elías Caro

Universidad de Magdalena, Colombia

Dra. Claudia Lorena Fonseca

Universidad Federal de Pelotas, Brasil

Dra. Ada Gallegos Ruiz Conejo

Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú

Dr. Francisco Luis Giraldo Gutiérrez

*Instituto Tecnológico Metropolitano,
Colombia*

Dra. Carmen González y González de Mesa

Universidad de Oviedo, España

Mg. Luis Oporto Ordóñez

Universidad Mayor San Andrés, Bolivia

Dr. Patricio Quiroga

Universidad de Valparaíso, Chile

Dr. Gino Ríos Patio

Universidad de San Martín de Porres, Per

Dr. Carlos Manuel Rodríguez Arrechavaleta

*Universidad Iberoamericana Ciudad de
México, México*

Dra. Vivian Romeu

*Universidad Iberoamericana Ciudad de
México, México*

Dra. María Laura Salinas

Universidad Nacional del Nordeste, Argentina

Dr. Stefano Santasilia

Universidad della Calabria, Italia

Mg. Silvia Laura Vargas López

*Universidad Autónoma del Estado de
Morelos, México*

Dra. Jaqueline Vassallo

Universidad Nacional de Córdoba, Argentina

Dr. Evandro Viera Ouriques

Universidad Federal de Río de Janeiro, Brasil

Dra. María Luisa Zagalaz Sánchez

Universidad de Jaén, España

Dra. Maja Zawierzeniec

Universidad Wszechnica Polska, Polonia

Editorial Cuadernos de Sofía / Revista

Inclusiones / Santiago – Chile

Representante Legal

Juan Guillermo Estay Sepúlveda Editorial

Indización y Bases de Datos Académicas

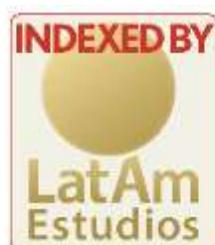
Revista Inclusiones, se encuentra indizada en:



Information Matrix for the Analysis of Journals



CATÁLOGO



DOAJ DIRECTORY OF
OPEN ACCESS
JOURNALS





WZB

Berlin Social Science Center



uOttawa

Bibliothèque
Library



REX

BIBLIOTECA ELECTRÓNICA
DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA



Ministerio de
Ciencia, Tecnología
e Innovación Productiva



Uniwersytet
Wrocławski



Stanford University
LIBRARIES



PRINCETON UNIVERSITY
LIBRARY

WESTERN
THEOLOGICAL SEMINARY



ROAD

DIRECTORY
OF OPEN ACCESS
SCHOLARLY
RESOURCES

**EL DESARROLLO DE LA CIENCIA AERONÁUTICA EN MÉXICO.
EL CASO DE JUAN GUILLERMO VILLASANA Y LA HÉLICE ANÁHUAC**

**THE DEVELOPMENT OF AERONAUTICAL SCIENCE IN MEXICO.
THE CASE OF JUAN GUILLERMO VILLASANA AND THE ANÁHUAC PROPELLER**

Dr. Federico Lazarin Miranda

Universidad Autónoma Metropolitana, México
flm@xanum.uam.mx

Fecha de Recepción: 15 de mayo de 2018 – **Fecha de Aceptación:** 06 de agosto de 2018

Resumen

Juan Guillermo Villasana, ingeniero mexicano en aeronáutica, concibió y fabricó la hélice Anáhuac. La mayor parte de los historiadores de la aviación en México coinciden en afirmar que fue su mayor logro aeronáutico, pues creó un artefacto que permitió a los aeroplanos volar con mayor facilidad a las alturas de ciudades como México, Pachuca o Toluca, gracias a su avanzado diseño. El primer prototipo de la hélice se construyó en 1915 en los Talleres de la Escuela Nacional de Artes y Oficios para Hombres (ENAOH) de la capital de la República, después se fabricó en serie en los Talleres Nacionales de Construcciones Aeronáuticas (TNCA) y, algunos afirman, que se obsequió a los gobiernos de Argentina, El Salvador y Japón, otros dicen que fue vendida. Lo cierto es que la hélice representó un gran avance científico y tecnológico, pues logró que aviones que no volaban en las alturas del Valle de México o que su rendimiento aeronáutico era pésimo pudieran realizar vuelos exitosos en nuestro país. El objetivo del artículo será describir y analizar, desde la perspectiva de los estudios de ciencia, tecnología y sociedad, cómo diseño y construyó la hélice Anáhuac Juan Guillermo Villasana, además, de mostrar cómo la realizó en un proceso que llevó varios años para lograr este avance científico y tecnológico en aeronáutica.

Palabras Claves

Aeronáutica – Aviación – Tecnología – Aviación México – Aeronáutica México – Hélices

Abstract

Juan Guillermo Villasana, Mexican engineer in aeronautics, conceived and manufactured the Anahuac propeller. Aviation historians in Mexico agree that it was their greatest aeronautical achievement, because it created an artifact that allowed airplanes to fly more easily to the heights of cities such as Mexico, Pachuca or Toluca, thanks to its advanced design. The first prototype of the propeller was built in 1915 in the Workshops of the National School of Arts and Crafts for Men (ENAOH) of the capital of the Republic, then manufactured in series in the National Workshops of Aeronautical Constructions (TNCA) and, some affirm, that was given to the governments of Argentina, El Salvador and Japan, others say it was sold. The truth is that the propeller represented a great techno-scientific advance, since it managed that airplanes that did not fly in the heights of the Valley of Mexico or that their aeronautical performance was terrible could make successful flights in our country. The objective of the article will be to describe and analyze, from the perspective of science, technology and society studies, how the Anáhuac Juan Guillermo Villasana propeller was designed and built, as well as to show how it was carried out in a process that took several years to achieve a techno-scientific advance in aeronautics.

Keywords

Aeronautics – Aviation – Technology – Aviation Mexico – Aeronautics Mexico – Propelle

Introducción

En México inició la aviación en 1909, en ese año Alberto Braniff realizó el primer vuelo en un aparato más pesado que el aire sobre la Ciudad de México. De tal forma, que en la siguiente década, surgieron personajes considerados como entusiastas y pioneros de la aviación: como Miguel Lebrija o los hermanos Juan y Eduardo Aldasoro, así como Juan Guillermo Villasana. De tal manera, en 1910 existía en México un grupo de entusiastas, pioneros u hombres interesados en el desarrollo de la aviación nacional. En ese mismo año, inició la Revolución mexicana y estos actores sociales se vieron envueltos en su vorágine y algunos participaron en ella, sobre todo a partir de 1915 cuando Venustiano Carranza creó el Cuerpo Aéreo del Ejército Constitucionalista (CAEC), la Escuela Nacional de Aviación (ENA) y los Talleres Nacionales de Construcciones Aeronáuticas (TNCA).

A Juan Guillermo Villasana se debe la concepción y fabricación de la hélice Anáhuac, la mayor parte de los historiadores de la aviación en México coinciden al afirmar que fue su mayor logro aeronáutico, pues creó un artefacto que permitió a los aeroplanos volar con mayor facilidad a las alturas de ciudades como México, Pachuca o Toluca, gracias a su avanzado diseño. Los historiadores coinciden al afirmar que el primer prototipo de la hélice se construyó en 1915 en los Talleres de la Escuela Nacional de Artes y Oficios para Hombres (ENAOH) de la capital de la República, después se fabricó en serie en los Talleres Nacionales de Construcciones Aeronáuticas y, algunos afirman, que se obsequió a los gobiernos de Argentina, El Salvador y Japón, otros dicen que fue vendida.

Lo cierto es que la hélice representó un gran avance científico y tecnológico, pues logró que aviones que no volaban en las alturas de México o que su rendimiento aeronáutico era pobre pudieran realizar vuelos exitosos en nuestro país. El objetivo del artículo será describir y analizar cómo diseñó y construyó la hélice Anáhuac Juan Guillermo Villasana, además, de mostrar cómo la realizó en un proceso que llevó varios años para lograr un avance de la ciencia y técnica aeronáuticas. Villasana logró diseñar y fabricar una hélice a la altura o en algunos casos mejor que las que construían los fabricantes estadounidenses o europeos.

El análisis del proceso se sustentará en los estudios de ciencia, tecnología y sociedad (CTS), en este campo se define a las ciencias como “sistemas lógicamente estructurados de conceptos y de enunciados verdaderos”,¹ de ella se deriva la actividad científica como un quehacer intelectual de investigación teórica de búsqueda de la verdad objetiva. En cuanto al concepto de tecnología, Manuel Medina, lo define “como el resultado de la aplicación de conocimientos científicos en forma de sistemas de reglas de acción basadas en leyes científicas y, por consiguiente máximamente racionales”.²

De tal forma que los estudios de ciencia, tecnología y sociedad plantean que:

“La ciencia y la tecnología se consideran ya de forma generalizada procesos sociales cargados de valores que se producen en los contextos históricos específicos configurados por, y que a su vez configuran, los valores humanos reflejados en las instituciones culturales, políticas y

¹ Manuel Medina, “Prólogo”, en Stephen H. Cutcliffe, Ideas, máquinas y valores. Los estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad (México: Universidad Autónoma Metropolitana, 2003), XIV.

² Manuel Medina, Prólogo... XIV.

económicas. Una perspectiva como ésta no niega los constreñimientos impuestos por la naturaleza o por la realidad física de los artefactos tecnológicos, pero insiste en que nuestro conocimiento y comprensión de la naturaleza, de la ciencia y de la tecnología son procesos mediados socialmente.”³

Es importante añadir que desde la perspectiva de CTS, la ciencia y la tecnología están insertas en una sociedad, de tal forma que los fenómenos técnicos y los sociales interactúan y se influyen mutuamente. Así los estudios desde esta perspectiva investigan acerca del papel de la ciencia en la tecnología o en la transformación de instituciones sociales, el trabajo o la familia. Asimismo, se han hecho estudio sobre la relación entre la ciencia y tecnología y el crecimiento económico, además, de analizar los valores éticos y morales implicados en los descubrimientos científicos y las innovaciones tecnológicas. Pero al mismo tiempo los investigadores han revertido el sentido de las influencias al buscar la forma cómo los factores sociales influyen en la ciencia y tecnología, ya sean intereses políticos o económicos, así como la ideología y los valores culturales.⁴

A estos planteamientos teóricos habrá que agregar la perspectiva de la historia mundial, en este artículo, podremos observar cómo el contexto mundial, específicamente las relaciones de México con los Estados Unidos y la Gran Guerra (1914-1918) fueron elementos fundamentales para que en nuestro país se decidiera la construcción de aviones, motores, hélices y otros insumos aeronáuticos.

Juan G. Villasana fue uno de los primeros ingenieros en aeronáutica en México, esta era una disciplina nueva que buscaba resolver el problema del vuelo con un artefacto más pesado que el aire: el aeroplano. Para ello no sólo bastaba con tener dos superficies planas y un motor, se tenían que aplicar elementos de la física para que fuera posible el vuelo. Por ejemplo, podemos citar los principios de Arquímedes y de Daniel Bernoulli. En general se piensa que el principio de Arquímedes sólo se aplica a los objetos que se pondrán en un líquido, para establecer si flotarán o no, pero este principio se aplica a un fluido (líquido o gas), de alguna forma la atmósfera es un gas, dicho principio tiene los siguientes postulados:

“El que un objeto flote o se hunda en un fluido depende de cómo es la fuerza de flotación comparada con el peso del objeto. El peso a su vez depende de la densidad del objeto.

De acuerdo a la magnitud de estas dos fuerzas se tienen los siguientes casos:

El principio de Arquímedes se aplica a objetos de cualquier densidad. En caso de conocer la densidad del objeto, su comportamiento al estar sumergido dentro de un fluido puede ser:

- 1) Si el objeto es más denso que el fluido en el cual está sumergido, el objeto se hundirá.
- 2) Si la densidad del objeto es igual a la del fluido en el cual está sumergido, el objeto no se hundirá ni flotará.

³ Stephen H. Cutcliffe, Ideas, máquinas y valores Ideas, máquinas y valores. Los estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad (México: Universidad Autónoma Metropolitana, 2003), 2.

⁴ Renato Dagnino y Hernán Thomas (eds.), Panorama dos Estudos sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade na América Latina (Taubate, SP: Cabral Editora e Livraria Universitária, 2002), 8-9.

3) Si el objeto es menos denso que el fluido en el cual está sumergido, el objeto flotara en la superficie del fluido.”⁵

Las premisas de Bernoulli, plantean que el comportamiento de un objeto en un fluido (nuevamente líquido o gas) será el siguiente: si la presión es mayor por debajo que la que pasa por arriba éste flotará. En el caso de un aeroplano se logra que levante el vuelo (como se puede ver en la Imagen 1), pues la curvatura que tiene el ala en la parte superior provoca que el flujo de aire tenga menos presión “A”, que en la parte inferior en la que la superficie es plana y la circulación del aire lleva mayor presión “B”, a este fenómeno se le denomina como sustentación.



Imagen 1

Aplicación del Principio de Bernoulli

Fuente: Así funciona, http://asifunciona.com/aviacion/af_avion/af_avion6.htm

fecha de consulta: 4 de mayo de 2018.

La situación que se presenta en la Imagen 1, es la que permite generar la sustentación suficiente para que un aeroplano pueda volar. Una hélice se comporta de la misma manera, pues tiene forma aerodinámica como la del ala, es decir, una superficie plana y la otra curva, como veremos más adelante en el presente artículo.

¿Qué es una hélice? Para el caso que nos ocupa, es un artefacto de madera de dos palas (véase Imagen 2),⁶ que se utilizaba en los primeros aeroplanos cuya función era el desplazamiento del aire, que provocaba una reacción del mismo aire por efecto de la aceleración que recibía (empuje) por parte de la hélice. Así, la fuerza sobre el disco de la hélice, ocasionaba un flujo de aire sobre y bajo las alas del aparato, lo que generaba la velocidad y presión suficiente para elevarlo.⁷

⁵ Leonardo Vite Terán, “Principio de Arquímedes”, en Boletines científicos. Vida científica, disponible en <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/prepa4/n3/m4.html>, fecha de consulta: 4 de mayo de 2014.

⁶ En el transcurso de un siglo (1903-2013) las hélices se mejoraron, dejaron de hacerse de madera y son de metal, paulatinamente elevaron el número de palas a tres, cuatro, cinco y hasta seis en los aviones de turbohélice de hoy en día.

⁷ José Antonio Romero Navarrete, “La hélice Anáhuac un siglo después”, en Revista Digital Ciencia, Universidad Autónoma de Querétaro, Vol. 4, núm. 3, disponible en http://www.uaq.mx/investigacion/revista_ciencia%40uaq/ArchivosPDF/v4-n3/t4.pdf, fecha de consulta: 5 de mayo de 2018.

Este escrito se divide en tres ejes analíticos: el primero, es una descripción del proceso de desarrollo de la aviación en México desde 1908 hasta la década de 1920. En el segundo, se presentará una semblanza biográfica del personaje y, en el tercero, se describirá y analizará el proceso de diseño y fabricación de la hélice Anáhuac.

De forma tal, en el primer apartado estaremos considerando los inicios de la aviación en México desde la perspectiva de la historia mundial, en el segundo, estaremos tomando los factores sociales que plantean los elementos analíticos de los estudios CTS y, en tercero, observaremos cómo los procesos socio-históricos del proceso 1903-1930 influyeron en la ciencia y tecnología materializados en la hélice Anáhuac.

El inicio del aviación en México⁸

En el contexto mundial, en 1903 se llevó a cabo el primer vuelo de un artefacto más pesado que el aire, los hermanos *Wilbur* y *Oliver Wright* construyeron un aeroplano que ellos mismos volaron, en Dayton, Ohio, EEUU, denominado *The Flyer* (El volador). Este hecho marca de manera oficial el inicio de la aviación en el mundo. En México, aunque eran muy famosos desde la segunda mitad del siglo XIX los globos aerostáticos de Joaquín de la Cantolla y Rico, la aeronáutica tomó auge a partir de la noticia del vuelo de los *Wright*.

Del mismo modo, la aplicación militar de la aviación, se puede plantear que inició desde 1911, cuando el Reino de Italia utilizó aeroplanos en las operaciones militares que llevó a cabo en Libia.⁹ E incluso antes de ese año, en 1891 empresarios como Hiram Maxim (1840-1916)¹⁰ teorizó acerca del bombardeo estratégico. Él afirmó que la máquina voladora debía ser un ingenio de guerra que destruyera por bombardeo aéreo objetivos primarios como puentes, arsenales, fábricas, estaciones ferroviarias, edificios públicos y almacenes, entre otras instalaciones, con el fin de paralizar al enemigo unas horas, concluía que estas máquinas serían un factor decisivo en las guerras del futuro¹¹. Incluso escritores de ciencia ficción como Herbert George Wells (1866-1946), escribió en el año de 1908 una novela muy poco conocida en México denominada *La guerra en el aire*. En esta novela Wells afirmó que el bombardeo aéreo serviría para disminuir capacidad de combate del enemigo.¹²

⁸ Agradezco a la Lic. Isabel Castillo Tenorio la documentación e información que me proporcionó acerca de Juan Guillermo Villasana.

⁹ Sección Documental, Historical Division of the Italian Air Force, *The First War Flights in the World*. Libia–MCMXI, Italia, Italian Air Force, 1951, Universidad Iberoamericana, Biblioteca Francisco Xavier Clavijero, Archivo de Alberto Salinas Carranza.

¹⁰ Hiram Stevens Maxim inventor y empresario británico-estadounidense, conocido por la invención la primera ametralladora portátil y totalmente automática Maxim en 1884. Realizó algunos intentos de diseñar máquinas voladoras, pero sus ingenios no volaron. Enciclopedia Britannia, <https://www.britannica.com/biography/Hiram-Maxim>, fecha de consulta: 24 de agosto de 2017.

¹¹ Hiram S., Maxim, "Locomotion through the Air: Aerial Navigation", in *The Century*; a popular quarterly, Volume XLII, No. 6 (Oct., 1891), 836.

¹² De hecho no se ha encontrado versión en español en México de esta novela, sólo versiones en inglés en internet. Enciclopedia Britannia, <https://www.britannica.com/biography/H-G-Wells>, fecha de consulta: 24 de agosto de 2017, Justin D. Murphy, *Military Aircraft, Origins to 1918. An Illustrated History of their Impact* (United States of America: ABC-CLIO, 2005), 59 y Michael Paris, "The Rise of the Airmen: The Origins of Air Force Elitism, c. 1890-1918", in *Journal of Contemporary History*, Vol. 28, No. 1 (Jan., 1993), 123-141. Y Charles J. Gross, "George Owen Squier and the Origins of American Military Aviation", in *The Journal of Military History*, Vol. 54, No. 3 (Jul., 1990), 131.

En ese contexto mundial inició la investigación en aeronáutica en México, en 1908 se empezaron a fabricar planeadores para lanzarse a la conquista del aire, por personajes como los hermanos Miguel y Jacobo Lebrija, Martín Mendía, Julio Fuentes o los, también, hermanos Juan Pablo y Eduardo Aldasoro, así como el propio Juan Guillermo Villasana.¹³

En ese mismo año, el ingeniero Alfredo Robles Domínguez publicó un texto que denominó *Tratado de Locomoción aérea* y, en 1909, se creó la Sociedad Impulsora de la Aviación, entre sus miembros fundadores se encontraban Juan Guillermo Villasana (Presidente), Carlos León (Secretario), Miguel Domínguez, Manuel Gómez y Manuel Sánchez Mejorada.¹⁴

Uno de los primeros éxitos en aviación se le atribuye a Miguel Lebrija, pues en este último año construyó un deslizador (planeador) de mejor diseño y realizó un vuelo que cubrió una distancia de 60 metros sobre la Ciudad de México. También en 1909, Ernesto Pugibet, dueño de la fábrica de cigarros *El Buen Tono*, llevó a México un avión *Bleriot* de fabricación francesa, pero el motor no tenía la suficiente potencia (25 caballos de vapor, cv) para que el avión se elevara sobre la Ciudad de México, se calculaba que a las alturas del altiplano del Valle de México los motores perdían un 18% de empuje.¹⁵

Por su parte, Alberto Braniff, hijo menor del empresario Thomas Braniff¹⁶, fue a estudiar aviación a *Biarritz*, Francia. Estuvo en la escuela de *Gabriel Voisin*, cuando regresó a México traía un biplano comprado al mismo *Voisin*, que fue armado a su llegada a la capital de nuestro país y solicitó a la compañía petrolera El Águila que le fabricara una gasolina especial. En los llanos de Balbuena en la Ciudad de México, propiedad de su familia, una compañía de zapadores del Ejército Mexicano acondicionó una pista, de tal forma que el día 8 de enero de 1910, Alberto Braniff realizó el primer vuelo de un mexicano, al elevar su aeroplano *Voisin* sobre los llanos de Balbuena a 25 metros de altura y recorrió una distancia de 500 m.

A estos esfuerzos individuales se sumó el interés mostrado por Porfirio Díaz (g. 1884-1911), León de la Barra (g. mayo-noviembre, 1911) y Francisco I. Madero (g. 1911-1913), que en sus respectivas administraciones, impulsaron proyectos de formación de pilotos con el envío de personal al extranjero (Francia y los EEUU) a entrenarse en las técnicas del vuelo, además, de impulsar semanas de aviación en las que se traían exhibiciones estáticas de aeroplanos en tierra, así como aéreas de vuelo y acrobacia, al

¹³ Alfonso Salazar Rovirosa, *Historia de la aviación mundial y mexicana*. Desde sus inicios hasta 1977 (México: Ediciones Económicas, 1977), 53.

¹⁴ "Cómo se desarrolló la aviación en México", en *El Excelsior*, Ciudad de México, México, martes, 27 de septiembre de 1921, Novena sección, 11, y Esperanza Villasana Heredia, Juan Guillermo Villasana. *Una vocación y un destino* (México: Imprenta Arana, 1963), 27-28.

¹⁵ La altitud media de la Ciudad de México es 2,240 m sobre el nivel del mar, por lo que la concentración de oxígeno es menor que al nivel del mar, de tal forma los motores de baja potencia no producían la fuerza necesaria para que las aeronaves pudieran volar Véase: José A. Romero Navarrete, "La hélice Anáhuac.

¹⁶ Tomás Braniff fue uno de los empresarios más importantes del Porfiriato, Véase: María del Carmen Collado, *La burguesía mexicana. El emporio Braniff y su participación política, 1865-1920* (México: Siglo Veintiuno Editores, 1987).

parecer, el interés de estos gobernantes se situó en la aplicación militar de la nueva tecnología.¹⁷

Por ejemplo, en 1910 la escuadrilla acrobática de *John Bevins Moisant* y *Roland Garros*, realizó exhibiciones de vuelo en Balbuena, en la Semana de la Aviación organizada todavía por el gobierno de Porfirio Díaz, que presenció el propio presidente de la República con su Estado Mayor. En esta exhibición participaron los aviadores franceses *Simon Audemar*, *Roland Garros*, *René Simón* y *René Barrier*, que se presentaron bajo el título de Aviadores Internacionales, además de los mexicanos Alberto Braniff y Miguel Lebrija. Entre los números del espectáculo se simuló un bombardeo a una batería de artillería antiaérea en el Cerro de la Estrella. Pero en noviembre de ese mismo año inició la Revolución mexicana, levantamiento social y militar en diversas partes del país, al frente del cual estaba Francisco I. Madero.

En los primeros meses del año de 1911, el gobierno de Porfirio Díaz envió a *Charles K. Hamilton*, de Aviadores Internacionales, a participar en campaña militar contra Pascual Orozco que se levantó en armas contra el régimen de Díaz en el estado de Chihuahua, al norte del país. *Hamilton*, despegó en El Paso, Texas, se dirigió a la ciudad de Chihuahua, sobrevoló las posiciones de Orozco, para después informar al general del ejército federal (porfirista) Juan N. Navarro la situación de tropas orozquistas.¹⁸

El 6 de noviembre de 1911, Madero, derrocó a Díaz y ocupó el poder, como presidente de la República, el 30 del mismo mes, se llevó a cabo otra exhibición aérea en la capital de la República que presenció el presidente Madero., quien se subió a un avión y realizó un vuelo sobre la Ciudad de México, el aeroplano fue piloteado por el francés *Georges Dyot*, se afirma que fue el primer presidente del mundo que realizó un paseo aéreo.¹⁹ Mientras todo ello sucedía, el conflicto militar continuaba y las distintas facciones utilizaron aeroplanos en diversas acciones de combate, todas estas aeronaves fueron adquiridas en el extranjero, sobre todo en Francia y los EEUU.

Meses después, el propio presidente Madero envió a los primos Gustavo y Alberto Salinas, a los hermanos Juan Pablo y Eduardo Aldasoro, así como a Horacio Ruíz a la Escuela de Aviación *Moissant* en *New Jersey*, Estados Unidos, a que recibieran el curso de piloto aviador, recibieron su título a fines de 1912. En febrero de 1913 se dio el golpe de Estado de Victoriano Huerta, por lo que estos aviadores se dispersaron: Gustavo Salinas se incorporó al cuerpo de ejército de Álvaro Obregón, Alberto a Coahuila con Venustiano Carranza, los hermanos Aldasoro y Ruíz se quedaron con Huerta.

Victoriano Huerta (g. 1913-1914),²⁰ Álvaro Obregón y Pancho Villa (generales revolucionarios opositores a Huerta) no dudaron en utilizar la aviación como arma de guerra. Incluso la mayoría de los historiadores de aviación como Villela, Dávila o

¹⁷ María Eugenia Torresarpi de Estévez, "Militares y comerciantes en vuelo", en Boletín del FAPECyFT (México: Fideicomiso de Archivos Plutarco Elías Calles y Fernando Torreblanca, 1990), No. 2, 1.

¹⁸ Elsbeth E Freudenthal, "How Aviation "Firsts" Took Place in Mexico", en *The Americas*, Vol. 4, No. 1 (1947), 3.

¹⁹ "Cómo se desarrolló la... 27-28, y Alfonso Salazar, Historia de la aviación... 75.

²⁰ En febrero de 1913, V. Huerta dio un golpe de Estado y derrocó a Francisco I. Madero, con lo cual la Revolución Mexicana se volvió más violenta.

Esparza²¹ afirman que en nuestro país se dio por primera vez en el mundo la utilización de la aviación con fines militares. Ante la mínima cantidad de pilotos mexicanos que existían en nuestro país, las fuerzas revolucionarias no dudaron en utilizar pilotos mercenarios, sobre todo provenientes de los EEUU.²² Pero conforme escaló el conflicto interno, el gobierno estadounidense decretó un embargo de todo tipo de armamento al país, incluidos los aviones.

En el año de 1913, Huerta incorporó al aviador estadounidense *Hector J. Worden* como capitán del ejército federal, lo envió al norte del país bajo las órdenes del coronel Castro que tenía aviones tipo *Moisant*. *Worden* realizó vuelos de observación, transportó los “haberes” y salarios de la tropa desde la base de operaciones de Castro al frente a distancias de entre 20 y 25 millas (entre 32 y 40 km).²³ En agosto de 1913 el general Manuel Mondragón, secretario de Guerra y Marina del propio Huerta, organizó la Escuadrilla Aérea del Ejército Federal, puso al mando a Miguel Lebrija con el grado de Coronel, además, la integraban los capitanes Horacio Ruíz, Juan Pablo y Eduardo Aldasoro, así como el teniente Juan G. Villasana y el sargento Antonio Sánchez Saldaña. La escuadrilla tuvo su base de operaciones en los Llanos de Balbuena en donde se establecieron los hangares y talleres para mantenimiento del poco material aéreo que existía en la Ciudad de México y que fue expropiado *de facto* a sus propietarios particulares o que había sido comprado por el gobierno de Madero, pero al estar entre el personal Lebrija y Villasana se decidió continuar con el diseño y construcción de aparatos. Se contaba entre otros con el *Bleriot* del “Buen Tono”, el *Vosin* de Braniff, el *Deperdussin* de Villasana y con los *Morane* que había comprado Madero.²⁴

En el invierno de 1912 a 1913 *Diddier Mason* (piloto francés) y *Thomas Dean* (mecánico australiano) cruzaron la frontera norte, e hicieron contacto con el cuartel general de Obregón, se pusieron a sus órdenes con un avión *Gleen Martin* de dos plazas propiedad del piloto francés, de esa forma los rebeldes contaban, también con la nueva tecnología aplicada a la guerra. Los dos aviadores realizaron distintos vuelos sobre la bahía de Guaymas, Sonora, en donde estaban anclados los cañoneros federales (huertistas) Guerrero y Tampico, en los distintos vuelos llevaban como observador y “bombardero” al capitán Joaquín Alcalde, el propósito era hundir a los dos buques y los atacaron pero no lograron su fin, pues las bombas las arrojó Alcalde con las manos y no pudo hacer blanco en los buques.²⁵

A pesar de encontrarse México en una guerra civil los constructores como Lebrija, los Aldasoro y Villasana continuaron con trabajos de diseño y construcción de aeronaves, sobre todo embargo de armas a México por el gobierno de los EEUU, llegaban algunas de contrabando, pero los aeroplanos era más difícil trasladarlos de forma ilegal. Los talleres estaban en los mismos Llanos de Balbuena en los que había realizado su primer vuelo

²¹ José Villela, Breve historia de la aviación en México. México: Complejo Editorial Mexicano, 1971, Héctor Dávila, “Hecho en México. Sesquiplano Azcárate”, en América Vuela, Año 1, Vol. 1, No. 1, 1992, 16-20 y Rafael R. Esparza, Historia de las comunicaciones y los transportes en México. La aviación (México, Secretaría de Comunicaciones y Transportes, 1987), y José Villela Gómez, Breve historia de la aviación en México (México: Complejo Editorial Mexicano, 1971).

²² Rafael R. Esparza, Historia de las comunicaciones...

²³ Elsbeth E. Freudenthal, “How Aviation”... 6-7.

²⁴ Manuel Ruiz Romero, Legendarios en la aeronáutica de México (México: Reaseguros Alianza, 1997), 39-40.

²⁵ Elsbeth E. Freudenthal, “How Aviation”... 6-7.

Braniff. Se esperaba construir cinco aeronaves del tipo *Duperdussion*, pero sólo se logró construir uno que se elevó a una altura de mil metros.

En 1914, Victoriano Huerta fue derrotado por los ejércitos revolucionarios (al frente de ellos estaban Venustiano Carranza, Álvaro Obregón, Pancho Villa y Emiliano Zapata): Tras el derrocamiento del dictador Huerta, se llevó a cabo una convención constituyente convocada por Carranza, en la ciudad de Aguascalientes, Aguascalientes, con los propios revolucionarios. Sin embargo, hubo una ruptura entre éstos y se dividieron básicamente en dos facciones: los Convencionalistas, que apoyaban la realización de los acuerdos tomados en Aguascalientes (Zapata y Villa), y los constitucionalistas que querían la creación de una nueva constitución para el país (Carranza y Obregón). En ese mismo año estalló la Gran Guerra en Europa, lo que acrecentó la carencia de materiales de guerra en nuestro país, cabe señalar que no existían fábricas de armas en México en esa época. La carencia de armamento, municiones y demás pertrechos militares, incluidos los aviones se hizo más patente, de tal forma, que se pensó en la fabricación nacional de armamento, municiones y equipo para continuar la guerra y seguir obteniéndolos por contrabando.

En el año de 1915, Carranza decretó la creación del Departamento de Aviación Militar, del Cuerpo Aéreo del Ejército Constitucionalista, la Escuela Militar de Aviación y los Talleres Nacionales de Construcciones Aeronáuticas, Estas cuatro instituciones tuvieron como base de operaciones los Llanos de Balbuena y ocuparon la infraestructura y personal de los talleres que funcionaban en ese lugar desde 1913. De tal forma, que el pié veterano de la aeronáutica militar en México lo formaron Alberto y Gustavo Salinas, Juan Pablo y Eduardo Aldasoro, Horacio Ruíz, Juan G. Villasana y Francisco Santarini.²⁶

La creación de los TNCA fue la respuesta que los altos mandos del Ejército constitucionalista encontraron a la escasez de equipos, material e insumos para la aeronáutica que causaban el bloqueo estadounidense de armas y la guerra en Europa. Durante los siguientes cinco años en los TNCA se construyeron distintos tipos de aviones que estaban pensados para el CAEC y la EMA, algunos otros se pensaron para cometidos civiles, sobre todo para uso individual y se clasificaron como *Sport* (Deportivo). Bajo la dirección de Francisco Santarini y Guillermo Villasana, se construyeron los motores de combustión interna radiales enfriados por aire Anzani-Áztatl (Garza blanca) de 6 cilindros, que generaban 80 cv y el S.S. de 10 cilindros que desarrollaba 150 cv, al parecer basados en las plantas de poder *Gnome* e Hispano Suiza (que eran de construcción francesa, el primero y, española, el segundo). Además, se fabricó la hélice Anáhuac (de la que hablaremos más adelante) y los aviones biplanos series A, B y C, los *Blériot* serie E, así como los aeroplanos parasoles serie H. Del mismo modo se fabricaron instrumentos de vuelo y otros insumos como las bujías, en las que se uso barro en fabricación en lugar de porcelana que era muy difícil de conseguir en México, pues era el dieléctrico que usaban los europeos y estadounidenses en la construcción de las bujías para automóviles y aeronaves militares.²⁷

En la siguiente década de 1920 a1930 se incorporó a los TNCA nuevo personal, entre ellos: Juan Francisco Azcárate y Ángel Lascuráin y Osio quienes continuaron con los proyectos de diseño y construcción de aeronaves, además, de proseguir con el mantenimiento de los aviones que tenía el Cuerpo Aéreo del Ejército. Sobre todo se

²⁶ Alfonso Salazar, Historia de la aviación, 82, y Esperanza Villasana, Juan Guillermo Villasana... 44.

²⁷ José Villela, Breve historia de la aviación, 205 y Héctor Esparza, "Hecho en México"... 16-20.

considera a Lascuráin un genio de la aeronáutica mexicana pues concibió aeronaves muy avanzadas para su época. Entonces los TNCA se dedicaron a fabricar los aviones con diseño de Lascuráin como los modelos: Serie E "Sonora" de entrenamiento, "Tololoache", "México" y "Quetzalcóatl". Además de una serie de biplanos llamados "Puro" por el perfil cilíndrico y aeronáutico de sus fuselajes; se modificó el diseño del famoso avión inglés Avro 504 del que se fabricaron una cantidad considerable de naves para la Cuerpo Aéreo.

Lascuráin realizó investigación aeronáutica que le permitió a México estar a la vanguardia tecnológica, además, con las ideas de Azcárate se fabricaron los modelos Azcárate Sesquiplano OE-1, el OE-2 Sport, también se probó un OE-1 con flotadores como hidroavión en el puerto de Veracruz. En de 1929, Azcárate estableció la fábrica Juan F. Azcárate, S. en C., en la que ese año se armaron bajo licencia de la empresa estadounidense *Chance Vought*, 12 aeronaves de observación y patrulla *Chance Vought O2U-2M*, denominados "Corsair-Azcárate" y, en 1939, Lascuráin construyó un bimotor de fuselaje sustentador que resultaba una concepción muy avanzada para su época.²⁸

En el periodo 1910-1930 se desarrolló la aviación sobre todo la militar en los Talleres Nacionales de Construcciones Aeronáuticas con diseños propios y bajo licencia. La aviación militar y civil se desarrolló en estas décadas desde los primeros proyectos de diseño y construcción de aeronaves e insumos para estos aparatos como hélices y bujías, hasta su institucionalización con la creación de dependencias militares y civiles que se encargarían de la producción, operación y regulación de las actividades aeronáuticas en México.

Podemos afirmar que en el ámbito mundial, sobre todo, gracias a la Gran Guerra la aeronáutica militar evolucionó a pasos agigantados, los constructores mexicanos estuvieron insertos en ese proceso, incluso sabían de los avances que se llevaban a cabo en la materia tanto en los Estados Unidos y Europa, pues a partir de 1915 se empezó a publicar la revista *Tohtli*, como un órgano de información teórica, técnica, estratégica y táctica de la Escuela Militar de Aviación, por lo que en ella se publicaron artículos de esos temas, incluso se incluían noticias de la aviación en la Gran Guerra como combates aéreos, bombardeos a sitios estratégicos y ciudades, el derribo de pilotos famosos como Manfred von Richthofen (el Barón Rojo) o escritos teóricos, tácticos y estratégicos de estos mismos personajes, la revista se dejó de publicar en 1922.

¿Quién fue J. G. Villasana?

Villasana participó en las décadas de 1910 a 1950 en el proceso de surgimiento e institucionalización de la aviación militar y civil en México. Encontramos su presencia en el diseño y construcción de aeronaves, en los Cuerpos Aéreos que se formaron en distintos momentos; en los TNCA, además, ocupó puestos de dirección y control de la aviación civil mexicana para el gobierno federal en la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas (SCOP), después Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT).

Rafael Esparza describe a Juan Guillermo Villasana de la siguiente forma:

²⁸ Héctor Dávila, "Hecho en México", 16-20, Manuel Ruíz Romero, Legendarios en la aeronáutica, y Vought Heritage, <http://www.voughtaircraft.com/heritage/products/html/o2u.html>, fecha de consulta: 6 de enero de 2011.

“A diferencia de la mayor parte de sus contemporáneos, y enamorado de la aviación tanto o más, y aunque mucho aprendió de la experiencia- y de los riesgos que implica ese oficio-, fue el primero en prepararse técnicamente y, tal vez, el primer mexicano que llegó a titularse de ingeniero en aeronáutica: después de estudiar en el Instituto Científico y Literario de Pachuca -ciudad en la que nació [...], en la facultad de Ingeniería y en la escuela de Ingenieros Prácticos y de Mecánicos Electricistas, obtuvo en 1918 ese grado en la Escuela Americana de Aviación de *Buffalo*, Estados Unidos”.²⁹

En el expediente personal de Juan Guillermo Villasana que se localiza en el Archivo Histórico de la Secretaría de la Defensa Nacional se encuentran las señas generales del Teniente mecánico: lugar de nacimiento: Pachuca, Hidalgo, estado civil: Casado, estatura: 1.58 m, complexión: robusta, Salud: buena, Ascensos: Ninguno; además, se afirmaba que los conocimientos que poseía y las calificaciones que había obtenido eran los necesarios para el desempeño de su empleo. También se anotó que no tenía “meritorios”, no había participado en campañas y acciones de guerra contra el régimen y tampoco había recibido premios de ninguna facción contraria al Constitucionalismo.³⁰

En efecto Villasana nació en Hidalgo el 10 de febrero de 1891, su padre tenía un taller de carpintería y ebanistería en su natal Pachuca, estudio en el Instituto Científico y Literario de esa ciudad. En 1906, su familia se trasladó a la capital de la República mexicana y estableció una pequeña factoría en donde se realizaban trabajos de carpintería, en la Plaza de las Vizcaínas. Tres años después, en 1909 ingresó al Liceo Francés, de la Ciudad de México y en la Escuela Nacional de Ingenieros (1910), así como en la Escuela de Artes y Oficios para Hombres, todos estos datos no han sido corroborados pues las fuentes no esclarecen los años y tipo de estudios que realizó. Por ejemplo, se dice que en la Escuela de Artes y Oficios sólo realizó estudios de mecánica, física y matemáticas.³¹ A decir, de la propia hija de Villasana: ninguna institución educativa ofrecía un plan que se sujetara a sus necesidades, es decir, a la ingeniería en aeronáutica. Eso explica los frecuentes cambios de escuela y la irregularidad en la asistencia a clases.³² En México no había instituciones educativas que impartieran conocimientos en aeronáutica, por ello es que recorrió distintas escuelas en las que tomaba materias que le sirvieran para la creación de ingenios voladores, como física y matemáticas, de tal forma que hasta 1918 fue autodidacta.

A pesar de que su familia vivía en la ciudad de México, construyó planeadores y realizó sus primeros vuelos de prueba con ellos en Pachuca y otros lugares cercanos a esa ciudad hasta 1909, en el taller de carpintería de su padre en las Vizcaínas surgieron los primeros planeadores y después los aeroplanos con motor, que llevaba a su ciudad natal para probarlos. En aquellos años, Villasana creía que el camino para desarrollar la aviación era que en México se tuviera la capacidad de diseñar y construir aviones, pero además los aeroplanos debían de ser adecuados a la altura de los valles, de las montañas y orografía del país.

²⁹ Rafael Esparza, *Historia de las comunicaciones...* 94.

³⁰ El expediente personal en el archivo de la Defensa no presenta sus antecedentes escolares Juan Guillermo Villasana, Archivo Histórico de la Secretaría de la Defensa Nacional (AHSDN), Ciudad de México, México XI/III/8-20812, f. 25.

³¹ Véase: Juan Guillermo Villasana, AHSDN XI/III/8-20812, f. 25. Además de Rafael Esparza, *Historia de las comunicaciones*, José Villela, *Breve historia de la y Manuel Ruíz, Legendarios del a aeronáutica*.

³² Esperanza Villasana, Juan Guillermo Villasana... 25.

No queda claro de qué forma, pero en el año de 1910, Villasana ya conocía a Miguel Lebrija, quien además de mecánico, era propietario de una casa de refacciones para automóviles, motocicletas y bicicletas, por su parte, el propio Juan Guillermo fue un entusiasta aficionado y corredor de carreras de motocicleta.³³ Tal vez el gusto por las carreras fue lo que permitió que estos dos personajes se conocieran. Lo interesante en este caso es que Braniff encargó a Lebrija la tarea de dar mantenimiento a sus aeroplanos. A su vez, Lebrija invitó a Villasana a participar en estas tareas. Ello permitió a Juan Guillermo observar el funcionamiento de la máquina *Renault* de 80 cv y las características de las aeronaves *Farman* y *Voisin* de Braniff.

Un hecho significativo en los trabajos de nuestro personaje se dio el 11 de abril de 1910 cuando...

“...se llevó a cabo en el velódromo de Pachuca, el primer vuelo con motor construido en México, que fue diseñado, construido y pilotado por Villasana; consistió en tres saltos de 35 metros de longitud, a tres metros de altura, lo que para esa época era un record.

Dos meses después, con el mismo aparato, realizó un vuelo sostenido de 700 metros, a nueve metros de altura en los llanos de Venta Prieta, en las afueras de Pachuca”.³⁴

Los proyectos de Juan Guillermo, sin embargo, empezaron a verse materializados en 1911, cuando llegó a México el piloto e ingeniero de origen polaco *Santiago Poberejsky*, quien se asoció con Villasana e importaron de Europa un motor *Anzani* tipo “Y” de fabricación italiana. Villasana y *Poberejsky* pusieron manos a la obra, con la ayuda del mecánico, Carlos León, para construir el primer avión mexicano, que denominaron “Latino América”. Este resultó ser un monoplano basado en el avión *Duperdussin* de dos plazas de fabricación francesa que Martín Mendía llevó a México. El aeroplano, era impulsado por el motor italiano y se realizaron varios vuelos de prueba en abril de 1912. Como los resultados superaron las expectativas de Villasana y *Poberejsky*, le ofrecieron al gobierno de Madero esta nueva tecnología: un aeroplano *Deperdussin* o *Bleriot* con motor *Gnôme* en 10,000.00 pesos mexicanos para el ejército y, otro modelo, con motor *Anzani* (de menor potencia) para la formación de pilotos por 8,000.00 pesos, además, ofrecieron el curso para alumnos militares, también por 800.00 pesos,³⁵ 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 mexicano. Los aparatos se empezaron a fabricar en abril de ese año, pero el golpe de Estado de Victoriano Huerta impidió la terminación de estos aparatos.³⁶

Entre los años de 1912 y 1915 la información sobre Juan Guillermo Villasana se vuelve confusa entre sus propios biógrafos, su hija y su expediente personal, pues la Ciudad de México vivió también momentos de confusión por las acciones del golpe de Estado de Huerta y los revolucionarios, en algunos casos la información de que disponemos se contrapone en eventos y en fechas.

Por ejemplo algunos autores afirman que Villasana hizo una prueba de bombardeo en 1912 para Huerta en Balbuena, pero otros de sus biógrafos afirman que no quiso...

³³ Esperanza Villasana, Juan Guillermo Villasana... 32-33.

³⁴ Esperanza Villasana, Juan Guillermo Villasana... 33.

³⁵ Esperanza Villasana, Juan Guillermo Villasana... 43.

³⁶ Esperanza Villasana, Juan Guillermo Villasana... 92, y “Cómo se desarrolló... 11.

“...prestarse a servir a la dictadura huertista y poco después [...] decidió darse de baja en el ejército. De ahí hasta septiembre del 1915 fueron meses tristes: en el taller de las Vizcaínas todos los proyectos, aun los que eran más queridos y estaban ya listos para ser sometidos a prueba, quedaron suspendidos o tuvieron que ser abandonados por completo”.³⁷

En su expediente personal se afirma que en el gobierno de Francisco I. Madero, se creó una Sección de Aviación en el Departamento de Artillería, de la cual Villasana formaba parte como mecánico. Con el cuartelazo de Huerta se alejó de estas actividades, pero, en 1914 cuando los estadounidenses desembarcaron en Veracruz, Villasana ofreció sus servicios al gobierno de Huerta, según el mismo expediente desde ese momento y hasta su retiro en la década de 1940 permaneció activo en el ejército mexicano.³⁸

Como vimos líneas arriba Villasana formó parte del Cuerpo Aéreo huertista como teniente mecánico y, además, de realizar trabajos de mantenimiento para la escuadrilla continuó con los trabajos de diseño y construcción, no obstante ello, no se tiene noticia exacta de qué fue lo que sucedió con el taller de las Vizcaínas, algunas versiones afirman que el taller fue destruido por el ejército federal al mando de Huerta, pues al momento del golpe de Estado contra Madero, Villasana se dio de baja del ejército.³⁹

Por su parte, su hija Esperanza, no deja claro qué sucedió con este personaje, pues afirma que el año de 1915 fue de contrastes para Villasana, puesto que falleció su padre y la hélice Anáhuac era probada con todo éxito. Además añade que:

“El cortejo fúnebre que acompañó a su padre aquella aciaga tarde del 31 de mayo también despidió a los días felices de holgura y bienestar. Empezó la lucha por la vida al frente del hogar; su hermano Jorge ha narrado cómo tuvo que desempeñar ocupaciones modestísimas; cómo uno a uno fueron pignorándose los adornos y muebles de su casa. Días difíciles que habrían de probar el carácter y la integridad del hombre que Villasana fue”.⁴⁰

En de 1916, la información ya tiene más claridad y no encontramos tantas contradicciones. Nuestro personaje se incorporó a los TNCA, el 6 de septiembre de ese año como encargado de la construcción de hélices, en esta fecha inició su carrera dentro de los Talleres y el ejército mexicano, al parecer la destrucción de su taller terminó con su pequeña empresa constructora de aeroplanos, pues su socio *Poberejsky* también se incorporó a la factoría del gobierno constitucional. Para el siguiente año se le nombró Jefe del a Sección Técnica.⁴¹

El periodo 1916-1919 será el más prolífico para Villasana en cuanto al diseño y fabricación de motores, hélices y aeroplanos en los TNCA, Villela considera que esta fue la primera etapa de construcción aeronáutica en México bajo la mirada del propio Villasana y

³⁷ Rafael Esparza, Historia de las comunicaciones, 93-94. Esperanza Villasana, Juan Guillermo Villasana... 33-34. Esperanza Villasana afirma que conoció a Poberejsky “asistiendo a los negocios de su padre”.

³⁸ Juan Guillermo Villasana, AHSDN, XI/III/8-20812, f. 25.

³⁹ Rafael Esparza, Historia de las comunicaciones, 93.

⁴⁰ Esperanza Villasana, Juan Guillermo Villasana... 45.

⁴¹ Esperanza Villasana, Juan Guillermo Villasana... 46-47.

Francisco *Santarini*,⁴² en la que se fabricaron los motores radiales enfriados por aire Áztatl (80 cv y 6 cils.) y S.S. (150 cv y 10 cils.), la hélice Anáhuac y los aeroplanos series A, B, C, y H. (1915-1919).⁴³ Después de 1919 sólo se conoce un proyecto para la fabricación de un helicóptero por parte de nuestro personaje, que también era un proyecto muy avanzado para la época, pues este tipo de ingenios todavía no estaban en las mesas de diseño de empresas como *Sikorsky* en EEUU o *Heikel* en Alemania.

“Espíritu emprendedor y estudioso, Villasana quería que su patria figurara en los anales de la aeronáutica mundial, y se dedicó con ahínco a la construcción de un helicóptero. Como todos nuestros inventores, encontró gran resistencia en las esferas oficiales para el desarrollo de sus proyectos, pero siempre se mantuvo tenaz y firme en su idea pidiendo aquí y allá los elementos necesarios para su invento. Al fin logró construir un helicóptero experimental que, infortunadamente, quedó sin emprender su primer vuelo porque Villasana no logró conseguir la ayuda que necesitaba para su perfeccionamiento. A mi juicio, ese invento pudo haber tenido gran éxito de haberlo apoyado adecuadamente el gobierno”.⁴⁴

Se observa que a partir de entonces se le asignaron tareas de escritorio, es decir, de la administración, la enseñanza y la regulación de la aeronáutica tanto militar como civil en México. Desde ese año y hasta la década de 1950, Villasana ocupó puestos de jefatura en la aviación militar y en la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas, por lo que se desligó del diseño y construcción de aeroplanos. Los cargos que ocupó tanto en la administración militar como en la civil, los alternó con sus clases de aeronáutica y pilotaje aéreo en la Escuela Nacional de Aviación, o también con puestos de mecánico de aviación en los Talleres.

En 1919 Villasana fue nombrado Jefe de los TNCA y del Departamento de Aviación Militar, cargos que ocupó en varias ocasiones entre aquel año y el de 1946. Entre 1920 y 1936, fue profesor e instructor de diversas materias en esas dos instituciones, se afirma que fue el primero en impartir el curso de Teoría del vuelo, así como otros sobre aeroplanos; aeronáutica y aerostática; mecánica y motores de aeroplanos. Con los grados militares de teniente, capitán y coronel asimilado.

AÑO	GARGO	CURSO	ESTABLECIMIENTO
1916	Profesor	Teoría Del Vuelo	Escuela Militar de Aviación
1916	Profesor	Aerodinámica	EMA
1916	Profesor	Aeroplanos	EMA
1916	Profesor	Física	EMA
1616	Profesor	Matemáticas	EMA
1916	Profesor	Topografía	EMA
1919	Profesor	Aerodinámica	EMA
1919	Profesor	Física	EMA
1923	Profesor	Aeroplanos	EMA

⁴² Francisco Santarini llegó a México en 1915, para armar los aviones que adquirió Venustiano Carranza para el Ejército Constitucionalista, después de ello no regresó a Europa y se incorporó a los TNCA.

⁴³ José Villela, Breve historia de la... 205.

⁴⁴ Roberto Fierro Villalobos, Esta es mi vida (México: Talleres Gráficos de la Nación, 1964), 104-105.

1923	Profesor	Mecánica Y Motores	EMA
1924	Profesor Suplente	Aeroplanos	EMA
1925	Profesor Suplente	Aeroplannos	EMA
1925	Profesor Civil	Aeroplanos	¿?
1927	Profesor	Aeroplanos	Escuela de Aplicación Aeronáutica (EAA)
1928	Instructor	Curso Elemental Teórico Práctico De Pilotaje	Dirección de Aprovisionamientos Militares
1936	Profesor	Instrucción Teórica sobre Aviación	Escuela de Aviación Civil "Pablo L. Sidar" de la Alianza de Obreros y Empleados de la Compañía de Tranvías de México, SA.

Cuadro I

Cursos que impartió Juan Guillermo Villasana

Fuente: Construcción propia a partir de Juan Guillermo Villasana, AHSDN, XI/III/8-20812 y Esperanza Villasana, *Juan Guillermo Villasana*.

Una vocación y un destino (México, Imprenta Arana, 1963).

El cuadro I muestra los distintos cursos que impartió Villasana, es importante observar cómo algunos eran teóricos sobre la nascente ciencia de la aeronáutica, la mecánica y motores de aviación, pero también impartió materias prácticas como Pilotaje, así conjuntaba los elementos de la teoría y práctica. Para Ruíz Romero:

“Alfredo Robles Domínguez y Juan Guillermo Villasana fueron los teóricos mexicanos más importantes como promotores de la proyección, cálculo y diseño de aeroplanos y helicópteros -más pesados que el aire-, en confrontación a la corriente general imperante que estaba convencida de que el futuro de la aeronáutica estaba en los dirigibles -más ligeros que el aire-. No es casualidad, por tanto, que la historia aeronáutica e México deba a Robles Domínguez el primer proyecto de de helicóptero diseñado en 1909, cuya construcción lamentablemente no llegó a culminarse, y a Villasana el haber sido el constructor del primer helicóptero hecho en México, en 1927”⁴⁵

Así que la formación teórico-práctica de nuestro personaje le permitió impartir los primeros cursos de aviación y aeronáutica en México, incluso podemos afirmar que fue el primer ingeniero en aeronáutica en nuestro país al obtener su título en esa especialidad en el año de 1917 (Cuadro II).

AÑO	GARGO	ESTABLECIMIENTO
1916	Jefe de la Sección Técnica	Departamento de Aviación, SGyM
1917	Comisión en el extranjero para comprar materiales necesarios para la aeronáutica mexicana	TNCA
1917	Recibió el título de Ingeniero Aeronáutico	<i>American Aviation School, Buffalo, EEUU</i>

⁴⁵ Manuel Ruíz, *Legendarios en la aeronáutica...* 41-49.

1918 Enero	Jefe Del Taller Técnico DEFIM	TNCA Y EMA
Agosto	Director Interino	TNCA
Agosto	"Director Accidental y no interino"	EMA
Septiembre	Jefe de la Sección Técnica	TNCA
1918-1920	Director Propietario	TNCA
1923 enero	Coronel Asimilado. Jefe de la Sección Comercial	Depto. de Aviación, SGyM
1920-1922	Jefe de la Sección Técnica de Navegación Aérea	Dirección de Ferrocarriles Nacionales, SCOP
1926	Comandante	Campo del Aeródromo de Valbuena (sic)
1926	Director de las Prácticas de Vuelos	Campo del Aeródromo de Valbuena (sic)
1926-1928	Jefe de la Sección Técnica de Aviación Civil	SCOP
Mayo 1927	Representante de la SGyM	Comisión Interamericana de Aviación Comercial en Washington, DC
1927-1928	Trabajó en los planos del Puerto Aéreo Central de la Cd. de México.	SCOP
1928-1930	Jefe Departamento de Aviación Civil	SCOP
1931	Director	Talleres de Reparación y Construcción de Aviación
1933	Ingeniero Jefe General	Talleres Aeronáuticos
1934	Teniente Mecánico.	Departamento de Aeronáutica, SGyM
1934	Jefe de Talleres	Departamento de Aeronáutica, SGyM
1935-1936	Inspector de Aeronáutica	Inspección General del Ejército
1937-1939	Auxiliar del Delegado de Aeronáutica	Departamento de Aeronáutica, SGyM
1939-1940	Jefe del Departamento de Aviación Civil	SCOP
1941	Delegado Técnico	Campo de Aviación Militar
1941	Retiro forzoso "por haber cumplido la edad límite para permanecer en el servicio activo"	
1943	Alta en el 1er. Regimiento Aéreo	Fuerza Aérea Mexicana
1943	Pasa al Grupo de Contralores del Ejército	Secretaría de la Defensa Nacional
1944-1946	Jefe del Departamento de Aviación Civil (DAC)	SCOP

Cuadro II

Cargos administrativos militares y civiles de Juan G. Villasana

Fuente: Construcción propia a partir de Juan Guillermo Villasana, AHSDN XI/III/8-20812, f. 25, Esperanza Villasana, *Juan Guillermo Villasana. Una vocación y un destino* (México: Imprenta Arana, 1963), Esparza, Rafael R. *Historia de las comunicaciones y los transportes en México. La aviación*, (México: SCT, 1987) y Villela Gómez, José. *Breve historia de la aviación en México* (México: Complejo Editorial Mexicano, 1971).

Cómo se puede apreciar en el Cuadro II Villasana fue alejado de las tareas de diseño y construcción de aeronaves en los TNCA, de hecho los propios Talleres perdieron esa distinción de constructores y, con el correr de los años, se convirtieron en Escalón de Mantenimiento para la Fuerza Aérea Mexicana, es decir, en talleres de conservación y reparación menor de los aviones militares.

También se puede observar cómo en algunos momentos de su vida ocupó cargos en la recién creada administración de la aviación civil, siempre dependiente de la SCOP, en donde fue promotor de la aviación de transporte y privada, además impulsó la primera regulación mexicana en esa materia. El 20 de septiembre de 1920 con Pascual Ortiz Rubio como secretario de Comunicaciones, creó de forma económica la Sección Técnica de Navegación Aérea (STNA), dependiente de la Dirección de Ferrocarriles, como se aprecia en el Cuadro II, la jefatura de esta oficina recayó en Villasana. En esta oficina se estudió y se establecieron las primeras normas técnicas, jurídicas y económicas para la concesión de servicios aéreos en la República, para el transporte de pasajeros, mercancías y correspondencia por empresas civiles.

Por ejemplo, uno de los primeros estudios que desarrolló Villasana desde esta jefatura fue la de establecer los servicios regulares de transporte de correspondencia vía aérea, para lo cual se hicieron vuelos experimentales con aviones del ejército a las ciudades de Pachuca, Hidalgo y San Luis Potosí, San Luis Potosí. La STNA fue suprimida en enero de 1922. A partir de estos acontecimientos pasaron seis años, fue hasta el 1° de julio de 1928, por decreto presidencial, que se creó el Departamento de Aeronáutica Civil (DAC) y se nombró al ingeniero Villasana su primer jefe. Una de las tareas más importantes del DAC fue la regularización de las concesiones aéreas, la primera de las cuales se otorgó el 12 de julio de 1921 a la Compañía Mexicana de Transportación Aérea, SA, (más tarde Compañía Mexicana de Aviación) para establecer un servicio regular de pasajeros, correo y carga, aérea en las rutas México-Tampico-Matamoros y México- San Luis Potosí-Monterrey-Laredo, así como el regreso en ambas rutas.⁴⁶

Al retornar al servicio de la aeronáutica civil echó a andar la Línea Postal Aérea con aviones modelo *Stinson* que volaba de México a Nuevo Laredo transportando correo aéreo con escalas en las ciudades de Querétaro, Querétaro; San Luis Potosí, San Luis Potosí; Saltillo, Coahuila y Monterrey, Nuevo León. De esta forma el correo mexicano se conectaba en la frontera norte con el servicio postal aéreo de los Estados Unidos. Los pilotos de la línea fueron Luis Boyer Castañeda (Jefe de Pilotos), Antonino Cárdenas Rodríguez, Rodolfo Torres Rico, Miguel Colorado Cupido, Othón Hernández Amaral, David Chagoya, Juan Carmona, José Zertuche, Arturo Jiménez Nieto, Enrique Kanker y Feliciano Flores, todos ellos pilotos militares. Después de muchos años, Villasana vio nacer este servicio, de tal forma que se le considera creador, organizador e impulsor del mismo. Servicio que fue suspendido por el gobierno federal en abril de 1929 cuando se produjo el levantamiento del general José Gonzalo Escobar y los pilotos fueron llamados por el Cuerpo Aéreo para combatir la rebelión.⁴⁷

Juan Guillermo Villasana falleció en la Ciudad de México, el 23 de febrero de 1959. Mención aparte merece el diseño y fabricación de la Hélice Anáhuac, la concepción y fabricación de dicha hélice se debe a Villasana, la mayor parte de los historiadores de la aviación en México coinciden al afirmar que fue su mayor logro aeronáutico, pues creó un artefacto que permitió a los aeroplanos volar con mayor facilidad a las alturas de ciudades como la de México o Pachuca. Gracias a su diseño que era muy avanzado.

⁴⁶ José Villela. Breve historia de la... 98 y 294-295, y Manuel Ruíz Legendarios de la aeronáutica... 23.

⁴⁷ Manuel Ruíz, Legendarios de la aeronáutica... 51.

La hélice Anáhuac

Para el caso que nos ocupa vale la pena recordar que en los inicios de la aviación mundial, el sistema de propulsión que usaban los aeroplanos era una hélice bipala (de dos aspas, véase la Imagen 2), montada en un motor de combustión interna. La hélice era la que hacía que la potencia del motor generara el impulso suficiente para que el avión se volara. Había hélices impulsoras: éstas estaban detrás de la cabina del piloto como en los aviones fabricados por los hermanos *Wright* y había las tractoras instaladas al frente del aeroplano, como casi todos los modelos citados en artículo: *Farman* y *Bleriot*, entre otros.



Imagen 2

Hélice bipala de madera Anáhuac

Fuente: Museo de la Aviación Militar Mexicana, Base Aérea de Santa Lucía, Estado de México, visita: 18 de septiembre de 2015

La mayor parte de los historiadores coinciden al afirmar que el primer prototipo de la hélice Anáhuac se construyó en 1915 en los Talleres de la Escuela Nacional de Artes y Oficios para Hombres (ENAOH) de la capital de la República, después se fabricó en serie en los TNCA y, algunos, afirman que se obsequió a los gobiernos de Argentina, El Salvador y Japón, otros dicen que fue vendida.⁴⁸

⁴⁸ José Villela, Breve historia de la... 210-212, Héctor Dávila, "Hecho en México... 16-20, Rafael Esparza, Historia de las comunicaciones... 89, "Cómo se desarrolló... 11, Manuel Ruíz, Legendarios de la aeronáutica... 38-39.

Lo cierto es que la hélice representó un gran avance tecnológico, pues logró que aviones que no levantaban el vuelo en el Valle de México o que su rendimiento era pésimo, pudieran realizar vuelos exitosos en nuestro país. También es importante añadir que el diseño de los prototipos de la hélice los inició Villasana en 1910, así entre los años de 1912 y 1915 perfeccionó el modelo y, para el último, año la hélice Anáhuac quedó lista.

El gobierno aprobó la construcción de esa hélice y bajó la dirección de Villasana, la fabricación del prototipo se encomendó al obrero de la Escuela de Artes y Oficios, Jesús Lemus, quién el 10 de octubre de 1915 presentó con perfecto acabado la primera hélice.

“Se probó ésta el 19 de octubre lográndose con ella batir el record de altura en un biplano "Huntintong" con motor de 100 H.P. que con hélice extranjera no había alcanzado más de cincuenta metros sobre el nivel de México y con la "Anáhuac" 17,350 pies sobre el nivel del mar o sean 9,750 sobre el nivel de México.

Veinticuatro horas después de estas pruebas eran recibidos en el Departamento de Aviación telegramas del extranjero felicitando al gobierno por el triunfo alcanzado con la hélice "Anáhuac" que había establecido el record de resistencia y altura en el mundo".⁴⁹

El problema para el vuelo de los aviones sobre la Capital del país tenía que ver con lo que Villasana definió como la densidad atmosférica del Valle de México, el propio ingeniero explicó la forma cómo buscó solucionar el problema:

“Esta hélice semejante en su aspecto a muchas conocidas, tiene sin embargo, sus características que la hacen, en mucho distinta las demás. La poca densidad atmosférica del Valle de México, debida a la altitud de éste sobre el nivel del mar, fue causa de que las hélices empleadas con anterioridad, no hayan dado el rendimiento necesario para obtener del aeroplano todos los beneficios que con derecho se le pueden exigir (sic).

Esta dificultad, conocida por todos los afectos a la aviación y por muchos considerada como imposible de vencer, hizo también que la atención de algunos se dirigiera hacia ese problema.

Se pidieron con frecuencia en épocas pasadas a las principales casas productoras de hélices, tanto de Europa como de Estados Unidos, algunas cuyo diámetro y peso fueron a gusto del experimentador. El resultado fue siempre el mismo: el motor trabajaba continuamente fuera de su velocidad de régimen. El problema, pues seguía en pie”.⁵⁰

Para explicar lo que Villasana dijo, tenemos que empezar por definir la densidad atmosférica, hoy en día se conoce como presión atmosférica o densidad del aire. Ésta se define como la masa de aire por unidad de volumen, de tal forma que las variaciones en ella afectan las prestaciones del avión.⁵¹ Recordemos que el aeroplano se mueve por los aires, de tal forma, las fuerzas que actúan sobre éste son la sustentación (es la que le permite elevarse y mantenerse en vuelo), la tracción (la que le permite avanzar hacia el frente), la resistencia (a pesar de su diseño aerodinámico el aire opone resistencia al avance del mismo), entre otras.

⁴⁹ “Cómo se desarrollo... 11.

⁵⁰ Juan Guillermo Villasana, “Las Hélices Aéreas “Anáhuac”. Características, Sistema de Construcción y trazado”, en Tohtli, México, T. I, No. 1, 1° enero, (1916): 17-18.

⁵¹ Pasión por volar, <http://www.pasionporvolar.com/la-densidad-del-aire/>, y Yahoo respuestas, <https://mx.answers.yahoo.com/question/index?qid=20100126205153AAepjQP&guccounter=1>, fecha de consulta: 26 de abril de 2018.

El problema básico que se presentaba y se presenta⁵² para el vuelo de los aviones tiene que ver con las variaciones de presión y temperatura atmosféricas que son inversamente proporcionales a la altura, es decir, que a mayor altitud a partir del nivel del mar, la presión y la temperatura descienden, ello opone mayor resistencia a la elevación y avance del artefacto. Villasana mencionó sólo la densidad del aire, pero la temperatura también afecta el avance, ésta disminuye 6.5 grados Celsius cada mil metros, por lo cual a mayor altitud la densidad del aire o la densidad atmosférica (en términos de Villasana) es menor.

En 1916, el Teniente coronel piloto aviador Alberto Salinas, Jefe del Departamento de Aeronáutica de la Secretaría de Guerra y Marina, explicó los problemas que presentaban las hélices europeas en México:

“La hélice y el motor constituyen el principal factor del aparato. Las hélices europeas, que a nosotros para nada nos sirven en estas alturas, están construidas de la manera siguiente: Toman varios tablonces, nunca del diámetro de la hélice, por lo que hay que recurrir a un sistema de ensamble que, dada la velocidad que el motor la obliga a girar, constituye el primer peligro. Aun cuando estas hélices están hechas de varios tablonces, es la misma [tipo de] madera la que se usa, por lo que resulta inútil ensamblarlas”.⁵³

Además, del peligro que representaban esas hélices calculadas para funcionar al nivel del mar, Salinas mostraba las desventajas que tenían las mismas era que poseían un paso, un diámetro y una anchura de pala tales que permitían al motor trabajar de forma excelente cuando se encendía. El autor añadía que en ese momento del encendido y cuando el aeroplano carreteaba por tierra la hélice europea funcionaba muy bien, pero a medida que elevaba el avión sobre el nivel del mar, ésta perdía su eficiencia aeronáutica conforme se ganaba altitud en la atmósfera.⁵⁴

Debido a los problemas que se presentaban con las hélices existentes fue que Villasana decidió diseñar y construir una hélice que satisficiera las necesidades que imponían las alturas del Valle de México (ciudades de México, Pachuca, Hidalgo y Toluca, Estado de México), de tal forma, el ingeniero aseguraba que “mi invención se refiere a una forma especial de la pala de la hélice, para obtener un máximo de rendimiento y a un sistema de construcción que permite el mejor equilibrio de la hélice evitando la torción (sic) de las palas por efecto de la intemperie”.⁵⁵

Como se puede observar en la Imagen 3, la hélice era de madera, tenía dos palas, de paso constante. Villasana elaboró su hélice con el empleo de distintas maderas contrachapas, es decir, pegadas uniéndolas con pegamentos especiales, de calidades y

⁵² Hoy en día, a pesar de tener motores de turbina y turbohélice, las dificultades para volar más alto siguen siendo las mismas, un avión de pasajeros que vuela a la ciudad de Toluca consume más combustible que el que vuela al puerto de Veracruz.

⁵³ Alberto Salinas, “La aviación en México y la hélice “Anáhuac”, en Tohtli, T. I, No. 4: (1916), 74.

⁵⁴ Alberto Salinas, “La aviación en México... 74.

⁵⁵ Expediente 13, Caja 315, 1918, en Archivo General de la Nación (AGN), Ciudad de México, México, Fondo Patentes y Marcas. Se define a la Torsión como la deformación de un eje, producto de la acción de dos fuerzas paralelas con direcciones contrarias en sus extremos.

tamaños diferentes, obtuvo así otra curvatura y superficie más eficiente a las leyes de la aerodinámica.⁵⁶

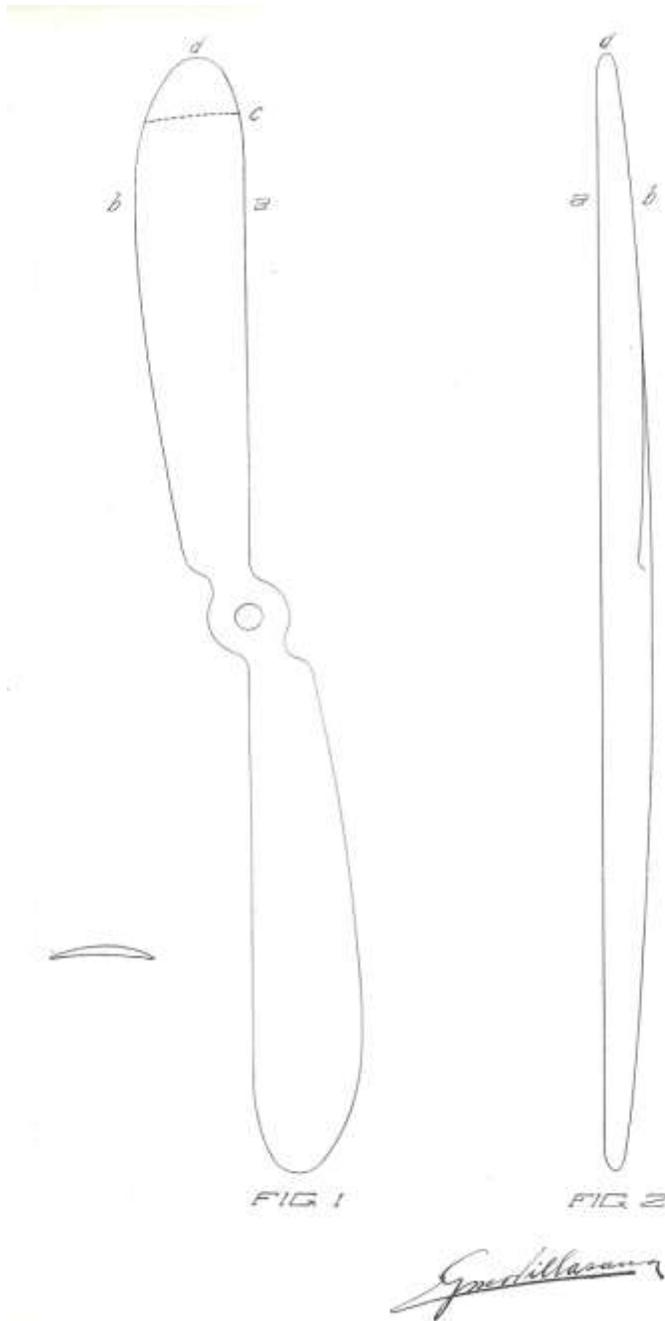


Imagen 3

Figuras frontal y lateral de la hélice Anáhuac

Fuente: Expediente 13, AGN, Fondo Patentes y Marcas, Caja 315, 1918

⁵⁶ Isabel Castillo, “Los orígenes de la aeronáutica en el Instituto Politécnico Nacional. La fabricación del prototipo de la hélice “Anáhuac” en El Cronista Politécnico, México, Instituto Politécnico Nacional, Año 11, No. 41, abril-junio (2009), 19-22.

De acuerdo con la explicación que el ingeniero dio a las figuras de la Imagen 3: en la figura 1 (FIG I) la letra “a” es el borde posterior o de salida de la hélice; “b” es el borde anterior, es “una curva equidistante en todos los puntos de la recta que forma el borde salida “a” para hacer una anchura constante en la longitud de rendimiento máximo de la pala”.⁵⁷

Pero dejemos al propio Juan Guillermo que nos explique en sus propias palabras cómo desarrolló la hélice:

“Al referirme a la construcción de esta hélice, creo inútil mencionar el uso de maderas desflemadas, secas saturadas de buena fibra y especial consistencia, así como el empleo de colas bicromatadas, etc., por ser condiciones requeridas e indispensables en toda clase de estas construcciones.

Se ha adoptado el sistema de emplear dos clases de distinta madera en la construcción de esta hélice, para evitar en lo posible el torcimiento.- Este dispositivo se aplica, formando la hélice de varias láminas de madera colocándolas en forma de abanico, y alternando en esta disposición las dos clases de madera”.⁵⁸

Lo interesante en este caso es que el inventor mexicano desarrolló una nueva técnica para fabricar la hélice, en aquella época las hélices se construían en madera de una sola pieza, el problema es que estas no tenían el mismo volumen y peso en toda su extensión, es decir, variaban estos parámetros al ser de un mismo segmento del árbol. Esa situación ocasionó que los fabricantes tuvieran que invertir mucho tiempo en modelar la hélice, además, de tener que introducir entre las palas balines de plomo para balancear el peso de las mismas, el problema al dejar sin balanceo las hélices implicaría que su movimiento rotatorio no sería uniforme provocando vibraciones en la base de la hélice o en el cigüeñal [eje del motor] lo que generaría problemas y desperfectos en el mismo motor, así como, posibles accidentes.

Alberto Salinas consideraba que ese sistema de balanceo de las hélices que se usaba en Europa, era...

“torpe y peligroso, pues se ponen la hélice en un equilibrador, ven la pala que pesa menos, le hacen un taladro [agujero con un taladro] y le ponen plomo hasta que las dos aspas se equilibran. Este procedimiento si bien equilibrará la hélice cuando está en reposo, la desequilibra cuando está en movimiento, que es precisamente cuando sus dos aspas deben estar equilibradas, pues dado el peso de la masa de plomo, su fuerza centrífuga es tal, que causa al motor una notable vibración en su funcionamiento, lo que hace que todos los tensores, ajustes, tuercas, etc., del aparato vibren también con peligro del piloto”.⁵⁹

En la Patente registrada por Villasana explicó el sistema de construcción y como logró equilibrar la hélice sin recurrir a la inserción de los balines de plomo:

“Ante todo, deseando el perfecto equilibrio de la hélice sin alterar su simetría, he optado por proceder de la siguiente manera: Tomo un tablón

⁵⁷ Expediente 13, AGN, Fondo Patentes y Marcas, Caja 315, 1918.

⁵⁸ Juan G. Villasana, “Las hélices aéreas... 17.

⁵⁹ Alberto Salinas, “La aviación en México... 74.

de más del doble de grueso del que deben tener cada una de las láminas que forman la hélice. Este tablón lo “hojeo” en dos [hacer dos hojas], es decir, lo corto por su canto y en sentido de su anchura, para obtener dos tablas que invierto una con relación a la otra y en el sentido longitudinal, obteniendo así el mismo peso, por igual sección y a la misma distancia del centro de la hélice. Empleo, así mismo, en esta construcción dos clases de distinta madera, para la confección de cada hélice: Caoba y Nogal, Caoba Poplar, o bien Poplar y Nogal”.⁶⁰

Además, un problema relacionado con la adición de los balines a las palas de las hélices era que con el uso y desgaste de la misma madera, existía el problema de que éstos podían ser expulsados de su lugar y golpear al aeroplano o incluso al piloto. Villasana explicó cómo se solucionó ese problema con su hélice:

“Además, para conseguir que la hélice quede lo más equilibrada posible, sin recurrir a al emplomado [balines], se dispone que de una lámina gruesa de madera se obtengan dos láminas de las que van a formar la hélice y que al colocarse para ser encoladas, se invierta la dirección de las fibras de la madera con relación de una lámina a la otra correspondiente: así obtendremos de cada lado y a la misma distancia del centro, el mismo peso por unidad cúbica”.⁶¹

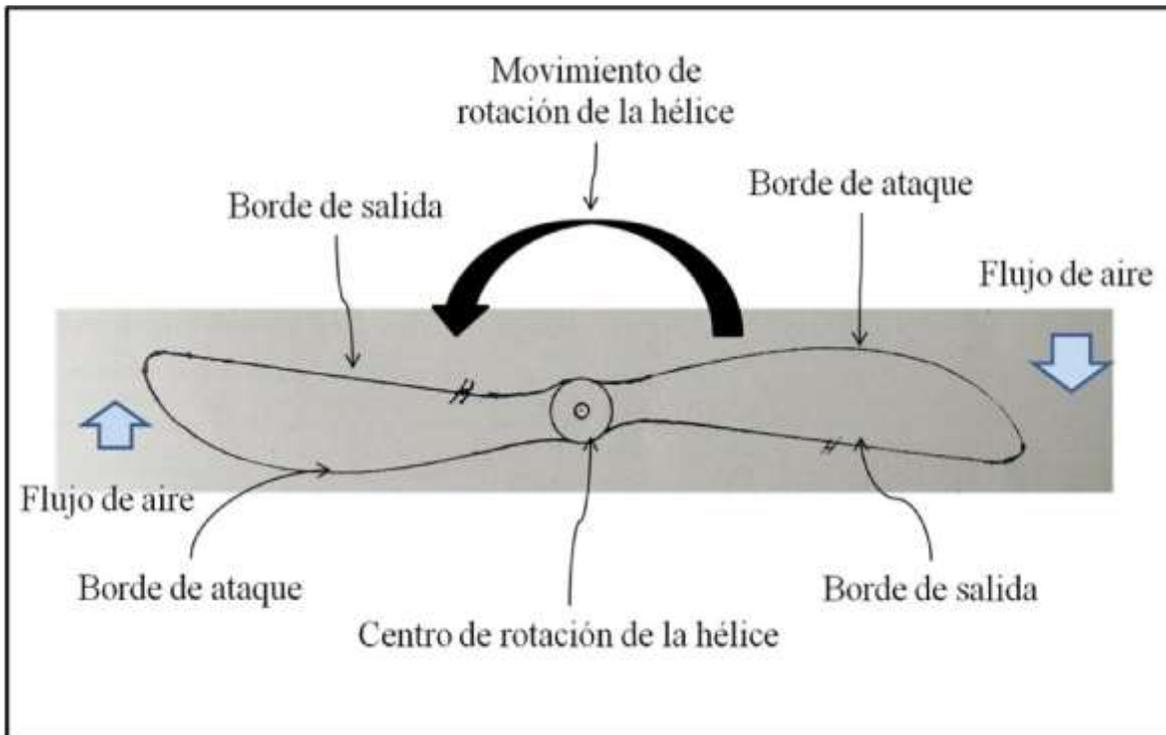


Imagen 4

Funcionamiento de la hélice Anáhuac

Fuente: Elaboración propia a partir de: Juan Guillermo Villasana, “Las Hélices Aéreas “Anáhuac”. Características, Sistema de Construcción y trazado”, en *Tohtli*, México, T. I, No. 1, 1º enero (1916), 17.

⁶⁰ Expediente 13, AGN, Fondo Patentes y Marcas, Caja 315, 1918.

⁶¹ Expediente 13, AGN, Fondo Patentes y Marcas, Caja 315, 1918.

Enseguida, explicó cómo se debía trazar la hélice, es decir, el paso anterior se hacía sobre láminas de madera en forma rectangular, de tal forma, que una vez terminado el pegado de las distintas láminas en una prensa, se tenía que poner en una mesa de trabajo en la que se trazaba el contorno de la hélice para dar el corte adecuado al conjunto de las láminas. El centro del conjunto debía de estar en el centro de rotación de la hélice, además, se debía dar forma a los contornos en lo que se conocía como los bordes de la hélice: el de ataque (el lado que corta el aire) y de salida (por el lado en el que el aire es expulsado hacia atrás, para generar el empuje del avión). Un segundo trazo se hacía para dar los ángulos de inclinación que debían tener las palas de la hélice, tanto en el de ataque como en el de salida.⁶²

La Imagen 4 muestra el centro de rotación de la hélice bipala, los bordes de ataque y salida, así como, la dirección de la rotación de la hélice.

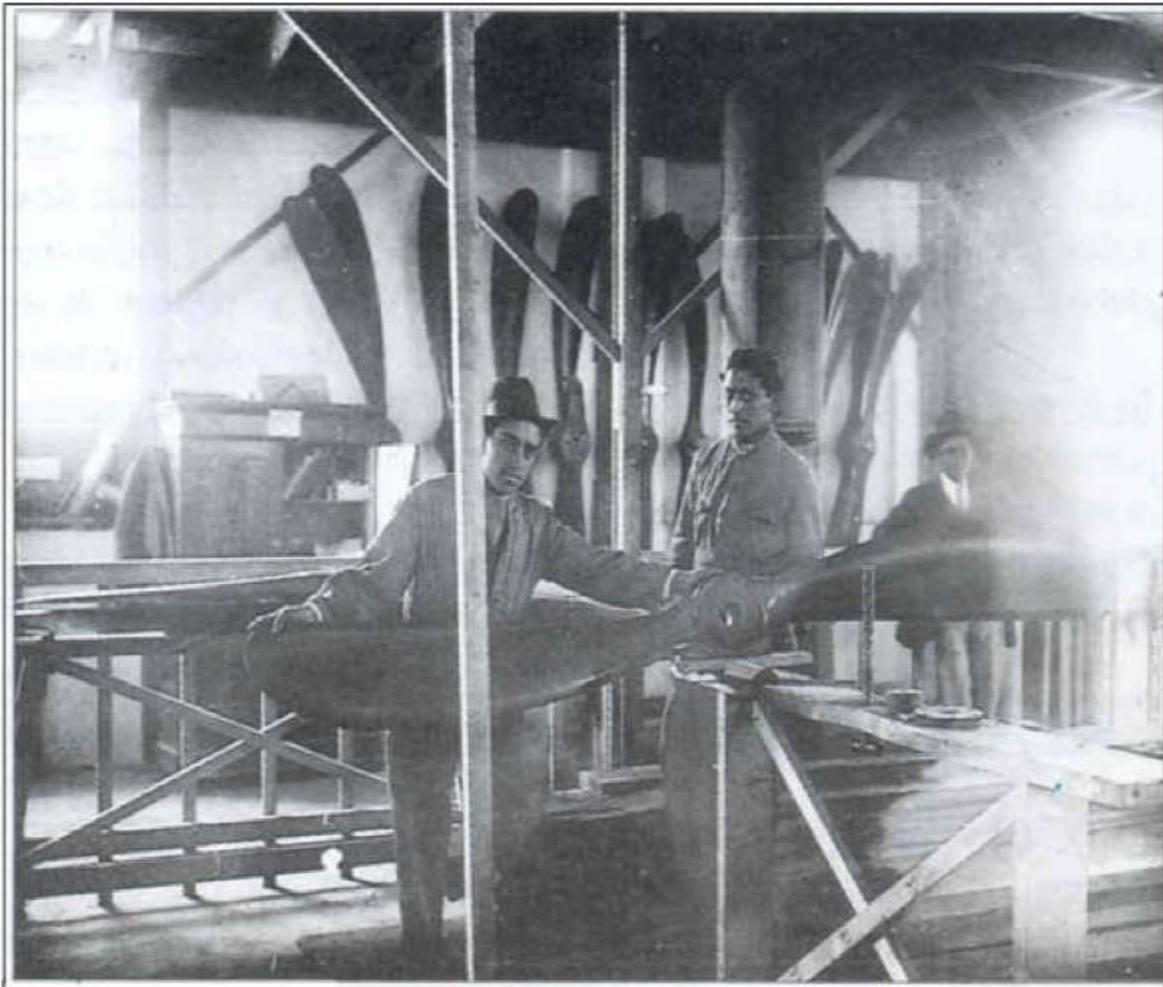


Imagen 5
Hélice Anáhuac en los TNCA
Fuente: *Tohtli*, Vol. 2, Núm. 4, enero, 1917, 28.

⁶² Expediente 13, AGN, Fondo Patentes y Marcas, Caja 315, 1918 y Salinas Carranza, “La aviación en México... 74.

El desarrollo de la ciencia aeronáutica en México. El caso de Juan Guillermo Villasana y la hélice Anáhuac pág. 302

“... Puesta en el motor la primera hélice construida en los talleres [se refiere a los TNCA], fue experimentada “a punto fijo,” obteniendo del motor de 100 H.P. Gnome, en que fue puesta, 1,086 revoluciones por minuto. Fue probada en el espacio llevando a bordo el aeroplano a un Jefe de alta jerarquía: el señor General de división D. Pablo González.

El resultado fue magnífico; el motor trabajó normalmente durante todo el vuelo; el piloto del aeroplano ha dicho que ha volado una de las mejores hélices que haya usado y todo esto para satisfacción del señor Mayor Salinas, a quien se debe, en justicia este delante de significación”.⁶³

En realidad debemos de hablar de las hélices Anáhuac en plural, pues Villasana la empezó a diseñar en 1910, seguramente los problemas de la revolución pospusieron que continuara su desarrollo hasta 1915 año en el que de acuerdo con la información disponible en la Revista *Tohltli* y sus expedientes Personal y de Patentes y Marcas le llevó tres años de trabajo en los TNCA perfeccionarla. Después de probar su eficacia y ponerla a punto a partir de 1915, nuestro personaje patentó la hélice. Para algunos autores en un gesto de nacionalismo y de heroísmo, Villasana cedió la patente al gobierno de México. Pero Natalia Villavicencio descubrió que Villasana “renunció a los derechos de esta patente a favor, no del gobierno mexicano, sino de Alberto Salinas Carranza y Francisco M. Cárdenas.”⁶⁴ La autora no encuentra una explicación a tal suceso. Además, Eduardo Hay (adscrito a los Talleres) diseñó una máquina que podía fabricar las hélices en menor tiempo.⁶⁵ En 1918, Alberto Salinas le explicaba al presidente Carranza que...

“El problema más difícil en la Aviación, consiste en la adecuada propulsión aérea; Villasana ha logrado después de constantes estudios y pruebas desalentadoras, dominarla en nuestra República, para lo cual inventó una Hélice adecuada a la altura del Valle de México. La Hélice inventada lleva el nombre de "Anahuac" (sic) y es conocida en otros países donde ha competido con las hélices construidas en el extranjero. Dicha Hélice después de haber sido patentada, fue cedida por su inventor sin ninguna retribución, al Departamento de Aviación para que se construyera en los Talleres”.⁶⁶

Lo interesante es que la hélice se fabricó en la década de 1920 en los TNCA.

También es importante observar que Villasana y su equipo de trabajo en los Talleres llevaron a cabo toda una serie de cálculos matemáticos para desarrollar la hélice, esto significa que llevaron a la aplicación práctica principios de la física aplicados a la aeronáutica.⁶⁷ Salinas afirma que...

“La hélice Anáhuac está calculada, no para la altura de México, sino para dos mil seiscientos metros sobre el nivel del mar. Cuando el motor se echa a andar en Veracruz, la hélice frena un poco al motor, pero hala al aparato hasta lanzarlo al aire empezándose a elevar. A medida que se eleva, la hélice “Anáhuac” gana eficiencia y por lo mismo el aparato vuela mejor, hasta que llega a una altura de dos mil seiscientos veinte metros, que es

⁶³ Juan G Villasana, “Las hélices Anáhuac”... 17.

⁶⁴ Natalia Villavicencio, El nacimiento de la aeronáutica en México: Adquisición, uso y producción de aeronaves, 1912-1920 (México: Facultad de Filosofía y Letras-Universidad Nacional Autónoma de México, Tesis inédita grado de Maestro en Historia, 2014), 83.

⁶⁵ Natalia Villavicencio, El nacimiento de la aeronáutica... 87

⁶⁶ Juan Guillermo Villasana, AHSDN, XI/III/8-20812... 58.

⁶⁷ Juan G. Villasana, “Las hélices Anáhuac”... 18.

precisamente a la altura calculada. En una palabra, aunque nuestra hélice frena al motor al nivel del mar, es necesario mucho menos potencia para elevar el aparato, y como los aeroplanos no van a arrastrarse por el suelo, la hélice funciona mejor a medida que se eleva; lo que no sucede con las hélices extranjeras, puesto que a medida que se levanta funcionan mejor”.⁶⁸

En 2001, José A. Navarrete, ingeniero de la Universidad Autónoma de Querétaro, realizó una prueba experimental a un modelo a escala de la hélice Anáhuac que desarrolló a partir de las figuras del registro de Patentes y Marcas en el Archivo General de la Nación, fotografías y una pieza original de la propia hélice. El ingeniero, comparó el desempeño de la hélice Anáhuac con dos modelos de hélices comerciales: una de madera JZ 11x10, de 20 gramos y otra de plástico APC C2 11x9 de 40 gramos para aviones de radiocontrol, la Anáhuac pesaba 15 gramos, esto es, las tres hélices eran de dimensiones similares.

Navarrete realizó pruebas de desplazamiento (distancia de 20 cm), empuje para un vehículo de 8 kg, eólica, de medición de velocidad, los resultados que obtuvo en la mayoría de los casos fueron mejores para la hélice Anáhuac. En las pruebas de desplazamiento y velocidad, de los tres modelos fue la que cubrió la distancia en el menor tiempo, por ejemplo: el ingeniero encontró que la Anáhuac era más eficiente 2.5 veces que la APC C2 11x9 y 67 % más que la JZ 11x10 en términos de empuje. Sólo en la prueba eólica el desempeño de la hélice de Villasana fue el menor.⁶⁹

Finalmente este autor concluyó que:

“Una evaluación actual de la hélice diseñada por el Ing. Villasana ha comprobado las bondades de diseño para desarrollar empuje, mientras que las capacidades eólicas han sido ligeramente menores que otros modelos actuales en uso en aeromodelismo. Las ventajas para lograr empuje de la hélice Anáhuac son extraordinarias del orden de hasta 2.5 veces el logrado con diseños actuales de hélice. Por cuanto al aprovechamiento de la energía del aire, la hélice Anáhuac quedó un 24 % por debajo del modelo de hélice que resultó más eficiente”.⁷⁰

Recordemos las palabras de Alberto Salinas cuando afirmó que la hélice fue construida para las alturas del Valle de México, por lo que sus prestaciones en tierra disminuían y conforme el avión se elevaba mejoraban sustancialmente, de tal forma, que se tendría que hacer el experimento montado las hélices en el mismo modelo de un avión a escala de radio control, eso permitiría comparar su actuación en pleno vuelo.

Conclusiones

En este artículo se pudieron observar algunos de los alcances de Villasana y su generación en el desarrollo de la aeronáutica como ciencia, estos avances se pueden sintetizar en el caso de la hélice Anáhuac. Desde la perspectiva de los estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad se puede observar cómo Villasana logró resolver un problema práctico en el país: realizar el vuelo a las alturas del Valle de México. De tal

⁶⁸ Alberto Salinas, “La aviación en México... 76.

⁶⁹ Antonio Romero Navarrete, “La hélice Anáhuac... 14-20.

⁷⁰ Antonio Romero Navarrete, “La hélice Anáhuac... 20.

forma, bajo el contexto del embargo de armas estadounidense, de la Gran Guerra y de la Revolución mexicana que impusieron condiciones especiales al país. Por un lado la necesidad de armamentos para llevar a cabo el conflicto interno, por el otro lado, la necesidad de producir aeroplanos, motores y hélices, surgió en México la aeronáutica como una ciencia para desarrollar tecnología, e intentó dar sus primeros pasos como industria.

Paradójicamente Díaz y Madero dieron el impulso inicial a una actividad económica que nació con el siglo XX y que en el transcurso del mismo se convirtió en una de las industrias más importantes de esa centuria en otros países, no sólo por su valor mismo como industria del transporte, sino por las repercusiones que tuvo en otros sectores económicos en los países que la apoyaron francamente. En la industria de la transformación, en el sector del transporte, en la petroquímica, en las comunicaciones. Pero además, demostró tener importancia política e incluso geoestratégica y militar.

Mientras que en Europa Occidental y los Estados Unidos la Gran Guerra se constituyó en un detonador de la aeronáutica como ciencia y desarrollo de tecnología, así como generó la industria de la aviación, además de su uso militar, pues dio un gran impulso a la iniciativa privada para la fabricación de aviones para la guerra. En Inglaterra en 1915, se constituyó el *Royal Advisory Committee on Aeronautics* (RACA) y, en los EEUU, el *National Advisory Committee for Aeronautics* (NACA), como dependencias asesoras y promotoras de la aeronáutica en todos sus aspectos económico, político, comercial y cultural, a pesar, de que en Inglaterra también se creó *The Royal Aircraft Factory*, el gobierno británico hacia la adquisición de aviones militares a través de concursos en los que se publicaban las especificaciones del tipo de avión que se necesitaba y se hacía una competencia abierta con los candidatos que se presentaran, no importaba que fueran de la Real Fábrica o de empresas privadas, del mismo modo se actuaba en los EEUU a través del NACA.⁷¹

En México, los diseñadores y constructores que surgieron entre los años de 1908 y 1912 fueron absorbidos por las fuerzas combatientes. Villasana, Lebrija, los hermanos Aldasoro y Azcárate pasaron a formar parte de las distintas facciones y después de los Talleres de Construcciones Aeronáuticas y la Escuela Militar de Aviación, entonces la iniciativa privada se desvaneció en el torbellino de la guerra civil y la empresa controlada por el gobierno.

El problema fue que en la década de 1930, los TNCA se convirtieron en talleres de reparación de aviones. Entonces los diseñadores y constructores mexicanos desaparecieron bajo la administración pública y la poca visión de las autoridades mexicanas para impulsar la industria aeronáutica en México. La política y las soluciones a corto plazo fueron más importantes que impulsar una política de Estado para promover en el mediano y largo plazo la industria aeronáutica mexicana. Este es un problema a dilucidar ¿Por qué se dejó de promover el diseño y construcción de aeronaves en México, específicamente en los TNCA?

⁷¹ Dept. of Aeronautics & Aerospace. AC 43, Box 14A, MIT, Institute Archives and Special Collections.

Bibliografía

Fuentes

Acervos y fuentes primaria

Archives & Library, National Air & Space Museum (NASM). Washington, D.C.

Archivo General de la Nación (AGN) Ciudad de México, México, Fondo: Patentes y Marcas.

Archivo Histórico de la Secretaría de la Defensa Nacional (AHSDN), Ciudad de México, México, Juan Guillermo Villasana. Expediente personal. XI/III/8-20812.

Massachusetts Institute of Technology (MIT), Boston, EEUU, Institute Archives and Special Collections, Dept. of Aeronautics & Aerospace. AC 43, Box 14^a.

Museo de la Aviación Militar Mexicana, Base Aérea de Santa Lucía, Estado de México. visita: 18 de septiembre de 2015.

Universidad Iberoamericana, Biblioteca Francisco Xavier Clavijero, Archivo de Alberto Salinas Carranza. Sección Documental, Historical Division of the Italian Air Force, The First War Flights in the World. Libia–MCMXI, Italia, Italian Air Force. 1951.

Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas, Memoria de la SCOP, agosto 1928-julio 1929.

Libros

Collado, María del Carmen. La burguesía mexicana. El emporio Braniff y su participación política, 1865-1920. México: Siglo Veintiuno Editores. 1987.

Cutcliffe, Stephen H. Ideas, máquinas y valores Ideas, máquinas y valores. Los estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad. México: Universidad Autónoma Metropolitana. 2003.

Dagnino, Renato y Hernán Thomas (eds.). Panorama dos Estudos sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade na América Latina. Taubate, SP: Cabral Editora e Livraria Universitária. 2002.

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

Fierro Villalobos, Roberto. Esta es mi vida. México: Talleres Gráficos de la Nación. 1964.

Medina, Manuel. "Prólogo", en Stephen H. Cutcliffe, Ideas, máquinas y valores. Los estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad. México: Universidad Autónoma Metropolitana. 2003. IX-XXV.

Murphy, Justin D. Military Aircraft, Origins to 1918. An Illustrated History of their Impact. United States of America: ABC-CLIO. 2005.

Ruiz Romero, Manuel. Legendarios en la aeronáutica de México. México: Reaseguros Alianza. 1997.

Salazar Roviroso, Alfonso. Historia de la aviación mundial y mexicana. Desde sus inicios hasta 1977. México: Ediciones Económicas. 1977.

Torresarpi de Estévez, María Eugenia. "Militares y comerciantes en vuelo", en Boletín del FAPECyFT. México: Fideicomiso de Archivos Plutarco Elías Calles y Fernando Torreblanca. 1990. núm. 2.

Villasana Heredia, Esperanza. Juan Guillermo Villasana. Una vocación y un destino. México: Imprenta Arana. 1963.

Villavicencio, Natalia. El nacimiento de la aeronáutica en México: Adquisición, uso y producción de aeronaves, 1912-1920 (México: Facultad de Filosofía y Letras-Universidad Nacional Autónoma de México. Tesis inédita grado de Maestro en Historia. 2014.

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

Hemerografía

"Cómo se desarrolló la aviación en México". En El Excelsior. Martes, 27 de septiembre de 1921. Novena sección.

Castillo, Isabel. "Los orígenes de la aeronáutica en el Instituto Politécnico Nacional. La fabricación del prototipo de la hélice "Anáhuac", en El Cronista Politécnico, México, IPN, Año 11, No. 41 , abril-junio (2009), 19-22.

Freudenthal, Elsbeth E, "How Aviation "Firsts" Took Place in Mexico", en The Americas, Vol. 4, No. 1 (1947), 100-107.

Gross, Charles J., "George Owen Squier and the Origins of American Military Aviation", in The Journal of Military History, Vol. 54, No. 3 (1990), 281-306.

Héctor Dávila, "Hecho en México. Sesquiplano Azcárate", en América Vuela, Año 1, Vol. 1, Num. 1,(1992) 16-20.

Juan Guillermo Villasana, "Las Hélices Aéreas "Anáhuac". Características, Sistema de Construcción y trazado", en Tohtli, México, T. I, No. 1, 1° enero, (1916), 17-18.

Paris, Michael, "The Rise of the Airmen: The Origins of Air Force Elitism, c. 1890-1918", in Journal of Contemporary History, Vol. 28, No. 1 (1993), 123-141.

Salinas, Alberto, "La aviación en México y la hélice "Anáhuac", en Tohtli, T. I, Núm. 4: (1916), 74.

Willcox, H. Case. "Air Transportation in Latin America", en Geographical Review. Vol. 20, No. 4 (1930), 587-604.

Fuentes electrónicas

Así funciona. http://asifunciona.com/aviacion/af_avion/af_avion6.htm, fecha de consulta: 4 de mayo de 2018.

Enciclopedia Britannica. <https://www.britannica.com/biography/Hiram-Maxim>, fecha de consulta: 24 de agosto de 2017.

Hiram S., Maxim. “Locomotion through the Air: Aerial Navigation”, in The Century; a popular quarterly, Volume XLII, N0. 6 (Oct., 1891) Enciclopedia Britannica, <https://www.britannica.com/biography/H-G-Wells>, fecha de consulta: 24 de agosto de 2017.

Pasión por volar. <http://www.pasionporvolar.com/la-densidad-del-aire/>, fecha de consulta: 26 de abril de 2018.

Romero Navarrete, José Antonio. “La hélice Anáhuac un siglo después”, en Revista Digital Ciencia, Universidad Autónoma de Querétaro, Vol. 4, núm. 3, disponible en http://www.uaq.mx/investigacion/revista_ciencia%40uaq/ArchivosPDF/v4-n3/t4.pdf, fecha de consulta: 5 de mayo de 2018.

Vite Terán, Leonardo. “Principio de Arquímedes”, en Boletines científicos. Vida científica, disponible en <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/prepa4/n3/m4.html>, fecha de consulta: 4 de mayo de 2014.

Vought Heritage. <http://www.voughtaircraft.com/heritage/products/html/o2u.html>. Consulta: 06/01/2011, fecha de consulta: 26 de abril de 2018.

Yahho respuestas.
<https://mx.answers.yahoo.com/question/index?qid=20100126205153AAepjQP&guccounter=1>, fecha de consulta: 26 de abril de 2018.

Para Citar este Artículo:

Lazarin Miranda, Federico. El desarrollo de la ciencia aeronáutica en México. El caso de Juan Guillermo Villasana y la hélice Anáhuac. Rev. Incl. Vol. 5. Num. Especial, Octubre-Diciembre (2018), ISSN 0719-4706, pp. 278-307.

CUADERNOS DE SOFÍA EDITORIAL

Las opiniones, análisis y conclusiones del autor son de su responsabilidad y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Inclusiones**.

La reproducción parcial y/o total de este artículo debe hacerse con permiso de **Revista Inclusiones**.