



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS

LOS ESTUDIOS DE FÍSICA Y SUS INSTRUMENTOS EN
LA ESCUELA NACIONAL DE AGRICULTURA Y
VETERINARIA, SIGLO XIX

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADA EN HISTORIA

PRESENTA:

PAULINA DESCHAMPS RAMÍREZ

ASESORA: DRA. MARÍA DE LA PAZ RAMOS LARA

CIUDAD UNIVERSITARIA, D.F.

2010





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A la Facultad de Filosofía y Letras y a la
Universidad Nacional Autónoma de México,
en mi más profundo agradecimiento

Al fantástico recuerdo de mi padre
y a la fuerza de mi madre

A mi tía Chela y sus ganas de vivir

Agradezco el gran apoyo, la curiosidad y la sabiduría de mi asesora, la Dra. María de la Paz Ramos Lara, pues sin ella esta investigación no hubiera sido posible. A la Dra. Anne Staples, la Dra. María Isabel Palacios Rangel, la Mtra. Guadalupe Urbán Martínez y el Lic. Rodrigo Antonio Vega y Ortega Báez por su tiempo, dedicación, comentarios y crítica para lograr que este trabajo fuera uno mejor.

Al Arq. Luis Morett por facilitarme la búsqueda de material fotográfico en el Museo Nacional de Agricultura, Universidad Autónoma Chapingo.

A mis profesores del Moderno, quienes me han acompañado cada día: Tobyanne Berenberg, Alfredo Michel, Ricardo Jara, Adelaida Sarukhán, Arturo Montiel, Gerardo Medina, Francisco Noreña, Alejandro Mier, Romeo Tello, Isabel Arregui y Dolores Nieto.

A José Rubén Romero, Ignacio Sosa, Bernardo Ibarrola, Rodrigo Díaz Maldonado, Fabiola García Rubio, Guadalupe Avilés, Renato González Mello, Cuauhtémoc Medina, Cristina Ratto, Luis Adrián Vargas, Carlos Molina, Ana Barahona, Gisela Mateos y Alberto del Castillo por su compromiso y sus clases que tanto disfruté.

Al Darwinfest y al Seminario extracurricular de arte contemporáneo.

A todos mis amigos, quienes han sido mi familia y hogar en estos años.

A mis principales cómplices, geniales historiadores: David, Itzel, Lisandro y Omar.

A Jorge Cravioto, por ser el mejor de los hombres y porque, afortunadamente, estoy a su lado.

Agradezco a la Dirección General de Asuntos del Personal Académico de la Universidad Nacional Autónoma de México por el apoyo económico que me brindó para realizar esta investigación, dentro del proyecto PAPIIT IN300708 *El desarrollo de las ciencias físicas en México (1810-2010) Festejos del Bicentenario de la Independencia y del Centenario de la Revolución Mexicana*, que dirige la Dra. María de la Paz Ramos Lara en el Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades (CEIICH-UNAM).

ÍNDICE

Introducción.....	1
1. El inicio de los estudios agrícolas en México.....	6
1.1 La necesidad de los estudios agrícolas.....	6
1.2 La ciencia y la práctica en los estudios agrícolas.....	12
1.3 Importancia de la ciencia en el sector agrícola.....	20
2. Los estudios de física en la Escuela Nacional de Agricultura y Veterinaria.....	30
2.1 Los cursos de física en la ENAV de 1853 a 1900.....	30
2.2 Libros de texto para los diversos cursos de física.....	44
2.3 La prensa escolar.....	50
3. Los instrumentos de física en la Escuela Nacional de Agricultura y Veterinaria.....	57
3.1 Los instrumentos científicos durante la segunda mitad del siglo XIX.....	57
3.2 Los gabinetes de física en la instrucción decimonónica mexicana.....	61
3.3 Los primeros instrumentos.....	63
3.4 Los instrumentos del último tercio del siglo.....	79
Conclusiones.....	90
Anexo 1. Planes de estudios de la ENAV desde su creación hasta finalizar el siglo XIX, 1853-1900.....	96
Anexo 2. Cursos de física en la ENAV.....	108
Anexo 3. Programas para los cursos de física en 1893.....	111

Anexo 4. Programa para la cátedra de Física y Meteorología Agrícolas en 1900.....	113
Anexo 5. Programa para las cátedras de Mecánica Agrícola e Hidromensura y Mecánica Agrícola en 1900.....	123
Anexo 6. Inventario de la cátedra de Física General y Experimental, agosto de 1856.....	128
Anexo 7. Instrumentos encargados a Europa para la cátedra de Física General y Experimental, 1856.....	130
Anexo 8. Catálogo de instrumentos para la cátedra de Física General y Experimental, febrero de 1857.....	132
Anexo 9. Catálogo de instrumentos para el curso de Mecánica, marzo de 1857.....	144
Anexo 10. Tablas meteorológicas publicadas en <i>La Escuela de Agricultura</i>	148
Anexo 11. Ilustraciones de los instrumentos.....	150
Fuentes.....	177

Introducción

Esta tesis surgió como resultado de mi participación en el proyecto PAPIIT *El desarrollo de las ciencias físicas en México (1810-2010). Festejos del Bicentenario de la Independencia y del Centenario de la Revolución*. Al revisar los documentos sobre los estudios de física de la Escuela Nacional de Agricultura y Veterinaria (ENAV) en el siglo XIX surgieron varias interrogantes que desembocaron en este trabajo.

Durante mi búsqueda de información en los archivos, encontré diversos documentos sobre instrumentos que formaban parte o que habían sido encargados para los cursos de física de dicha escuela. Para comprender el lugar que éstos habían desempeñado en la formación de los profesionales del principal establecimiento de agricultura del país en aquel entonces fue necesario, en primer lugar, investigar sobre las distintas cátedras de física que se impartieron en la ENAV desde sus orígenes hasta finalizar el siglo XIX. Mi investigación se concentró en la necesidad por comprender y explicar el papel que había sido otorgado a los conocimientos de física y sus instrumentos en los estudios agrícolas.

La instrucción agrícola se vio ampliamente favorecida durante el siglo XIX cuando los diversos gobiernos de México la consideraron necesaria para impulsar y fortalecer el desarrollo de la agricultura y, con esto, de la nación. Tal propuesta se fundamentó en los conocimientos científicos, los cuales fueron reconocidos como primordiales para estimular la producción agrícola y, de este modo, para apoyar la economía y el progreso de los países. Fue así como se dio lugar a la creación de ENAV en 1853, la cual estableció sus programas con base en diversas materias de ciencia.

Desde su creación hasta finalizar el siglo XIX, los planes de estudios de la ENAV contaron por lo menos con un curso de física. Los conocimientos de esta disciplina fueron

presentados a los estudiantes en clases como Física General y Experimental, Física y Meteorología Agrícolas y Mecánica Agrícola e Hidromensura, todas ellas eran de carácter teórico-práctico e incluían el aprendizaje a través de instrumentos. Si bien es cierto que las ciencias aplicadas a la agricultura iban a repercutir favorablemente en el desarrollo agrícola y, de este modo, en el progreso del país, cabe preguntarse de qué forma los conocimientos de física participarían en lo anterior.

La hipótesis planteada en este trabajo fue que el análisis tanto de los cursos como de los instrumentos de física de la ENAV durante el siglo XIX resulta esencial para comprender el modo en que dicha disciplina se desarrolló y la importancia que le fue otorgada en un establecimiento donde se consideró que, con base en la instrucción científica, se podría fomentar el desarrollo agrícola. Así, los objetivos de la tesis fueron:

- 1.- Explicar la necesidad de instaurar estudios agrícolas que integraran conocimientos científicos en México durante el siglo XIX.
- 2.- Analizar la importancia y el papel que desempeñaron los conocimientos de física dentro de la enseñanza agrícola en la ENAV.
- 3.- Identificar y analizar el papel desempeñado por los instrumentos en los cursos de física de la ENAV.

Además de las reseñas históricas sobre la ENAV que fueron elaboradas por sus egresados,¹ la escuela ha sido abordada por diversos investigadores. Para este trabajo se revisó particularmente el texto de Mílada Bazant donde se plantea el panorama en el que surgen los estudios agrícolas tanto en la ENAV como en las escuelas regionales; las obras de Guadalupe

¹ Rómulo Escobar, *La instrucción agrícola en México*, México, Imp. y fototipia de la Secretaría de Fomento, 1909, 133 pp. (Estación Agrícola Central, boletín num. 18); Adolfo Barreiro, *Reseña histórica de la enseñanza agrícola y veterinaria en México*, México, Tipografía El Libro del Comercio, 1906, 105 pp. y Marte R. Gómez, *Episodios de la vida de la Escuela Nacional de Agricultura*, Chapingo, México, Colegio de Postgraduados, 1976, 316 pp.

Urbán, ya que permiten identificar los objetivos de las carreras que fueron impartidas en la escuela y el texto de María Isabel Palacios Rangel, el cual presenta los cambios al interior del establecimiento de acuerdo a sus directores.

Para la revisión de las cátedras de física que fueron impartidas en los establecimientos de instrucción de la capital durante el siglo XIX, consulté las investigaciones de María de la Paz Ramos Lara, Roberto Ríos Vargas, Juan José Saldaña, Miguel Núñez y María de Lourdes Herrera Feria. En éstos fue posible detectar la manera en que los estudios de física fueron adecuados con base en los propósitos de las distintas escuelas. Varios expertos que han abordado el estudio de instrumentos y gabinetes de física en México en el siglo XIX son Anne Staples, Eduardo Flores Clair, María de Lourdes Herrera Feria, Juan José Saldaña y Miguel Núñez.

Investigadores extranjeros han desarrollado desde dos perspectivas los estudios sobre la cultura material de la ciencia: una que realiza los estudios de los objetos materiales que forman parte de la ciencia y la otra que se dedica al análisis de éstos junto con sus usos y significación cultural e histórica.² Sin duda, el principal aspecto que retomo de esta vertiente radica en que a

² Sobre el estudio de la instrumentación científica como fuente necesaria para comprender los cambios y el desarrollo en la ciencia remito al lector a los trabajos de Gerard L'E. Turner, "Scientific Instruments" en Pietro Corsi y Paul Weindling, *Information Sources in the History of Science and Medicine*, London, Butterworth, 1983, p.243-257; Albert Van Helden y Thomas L. Hankins, "Introduction: Instruments in the History of Science" en *Osiris*, vol. 9, enero 1994, p.1-6 y el texto en línea de José R. Bertomeu Sánchez y Antonio García Belmar m, "Abriendo las cajas negras. Los instrumentos científicos de la Universidad de València", 26 pp. <<http://www.uv.es/~bertomeu/material/museo/instru/index.htm>> [Consulta: junio 2010]. El término "cultura material" ha producido una serie de discusiones en el ámbito de la historia de la ciencia y de los estudios culturales. Esto ha llevado a que se postulen distintas definiciones sobre el mismo Véase: Thomas J. Schlereth, "Material Culture and Cultural Research" en Schlereth [ed.], *Material Culture: A Research Guide*, Lawrence, Kansas, University Press of Kansas, c1985, p.1-34. Aquí se plantea que el término ha sido planteado como la totalidad de "artefactos", "objetos" o "cosas" en una cultura dada. De acuerdo con el historiador de la ciencia Peter Galison, la cultura material representa el análisis de los objetos dentro de una cultura científica dada, donde es posible comprender, entre otros aspectos, sus funciones, las relaciones de trabajo en un laboratorio y las conexiones materiales y simbólicas que guardan con el mundo exterior del laboratorio. Véase: Peter Galison, *Image and Logic: A Material Culture of Microphysics*, Chicago, University of Chicago, 1997, p.2. Con base en estos argumentos, debo señalar que al emplear dicho término en mi tesis no pretendo abarcar la totalidad de objetos que formaron parte de las cátedras de física de la ENAV; sino que me refiero, en particular, a los instrumentos que formaron el repertorio de tales cursos o que fueron considerados necesarios para la formación de los estudiantes.

partir del análisis de la cultura material, también es posible comprender la significación y desarrollo de una disciplina científica.

La presente investigación está dividida en tres capítulos y una sección de conclusiones donde sintetizo los resultados obtenidos. En el primer capítulo el lector se encontrará con los aspectos más sobresalientes que llevaron a la instauración de los estudios agrícolas en México y se destacará el lugar que les fue conferido a los conocimientos científicos en este proceso. En el segundo capítulo se explican las diversas cátedras de física que fueron impartidas y el objetivo que tuvieron en la formación de los futuros profesionales agrícolas. Asimismo, se analizará el papel que desempeñaron los libros de texto y a partir de una serie de artículos publicados en el periódico de la escuela, *La Escuela de Agricultura* (1878-1881), se verá la manera en que dichos conocimientos fueron considerados relevantes para el beneficio de la agricultura mexicana. En el último capítulo, se identificará la importancia que le fue conferida a la instrumentación científica durante la segunda mitad del siglo XIX y se detallarán las características de los gabinetes de instrumentos de física en diversas instituciones de enseñanza. Con esto será posible pasar al análisis de los registros de instrumentos para los cursos de física de la ENAV desde sus inicios hasta fines de aquel siglo.

Considero importante señalar que éste es el primer trabajo que se realiza sobre la enseñanza de la física y el papel que desempeñaron los instrumentos de física en la formación de los estudiantes de la ENAV. Es por ello que mi investigación intentará cubrir ese hueco en la historiografía de la ciencia mexicana. No obstante, debo señalar los diversos límites de mi trabajo.

Una primera acotación es temporal ya que las fuentes documentales que pude consultar abarcaban desde los inicios de la escuela en 1856 hasta finalizar el siglo XIX. Tampoco se pudieron encontrar los objetos originales que formaron parte de la instrumentación de los cursos

de física. Sin embargo, a partir de los registros documentales que se encuentran en los informes de los profesores, los inventarios y encargos a Europa, en los artículos del periódico de la escuela y a partir del contenido de algunas cátedras de física y mecánica es posible plantear un panorama sobre ese instrumental. Otro límite que debo reconocer es que mi estudio se basa en el análisis del discurso, de los documentos y de diversos registros a los que tuve acceso. Si en la práctica se llevó a cabo lo que mencionan los diversos informes y si, en efecto, los conocimientos de física de los egresados de la ENAV tuvieron alguna repercusión importante en el ámbito productivo, y por lo tanto económico, de la agricultura son dos cuestiones que quedan, por el momento, fuera de los límites de la presente investigación.

Por último, resta mencionar los diversos archivos que fueron consultados, cuyas siglas serán empleadas para las referencias en los capítulos de este trabajo:

- Archivo Histórico de la Biblioteca Nacional de Antropología e Historia (AHBNAH), ramo: Escuela Nacional de Agricultura (ENA).
- Archivo General de la Nación (AGN), fondo: Administración Pública Federal s. XIX, Instrucción Pública y Bellas Artes.
- Archivo Histórico de la Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México (AHFI-UNAM).
- Hemeroteca Nacional Digital de México (HNDM)

Capítulo 1

El inicio de los estudios agrícolas en México

Es conveniente esbozar brevemente la necesidad de instaurar estudios agrícolas en México durante el siglo XIX. Cabe señalar que este aspecto ha sido el tema de varias investigaciones que serán mencionadas a lo largo del capítulo y de las cuales sólo me interesa rescatar los aspectos más sobresalientes para que, en los siguientes capítulos, sea posible precisar el lugar que ocupó la física dentro de los mismos. Es así como podré rastrear el vínculo que unió a esa ciencia con la formación de profesionales especializados en distintas áreas de la agricultura.

1.1 La necesidad de los estudios agrícolas

En el siglo XVIII, el pensamiento ilustrado exaltó la razón y la capacidad humana por conocer y dominar la naturaleza. La búsqueda del conocimiento útil y del progreso humano fueron aspectos que caracterizaron a la Ilustración.³ El progreso de las aplicaciones de la ciencia serían dirigidas principalmente a las manufacturas y al cultivo del suelo.⁴ En España, resonaron las ideas fisiócratas sobre la riqueza que la tierra podía traer a los gobiernos.⁵ El ilustrado asturiano Gaspar Melchor de Jovellanos (1744-1811) fue uno de los principales críticos sobre el estado de la agricultura española y sobre la necesidad de perfeccionarla a partir de leyes y por el progreso de la ciencia.⁶

³ Charles A. Hale, *El liberalismo mexicano en la época de Mora*, México, Siglo XXI, 2005, p.153.

⁴ Heriberto Moreno García, “El humanismo ilustrado y el agro novohispano” en Carlos Herrejón Peredo [ed.], *Humanismo y ciencia en la formación de México*, México, El Colegio de Michoacán, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, 1984, p. 237.

⁵ *Ibid.*, p.239.

⁶ *Ibid.*, p.246.

Desde el siglo XVI y hasta principios del siglo XX la economía mexicana fue principalmente agraria.⁷ Es por ello que desde el siglo XVIII algunos novohispanos no fueron ajenos a estas cuestiones y exaltaron la importancia de la agricultura con luces científicas.⁸ Las diversas problemáticas del sector rural nacional (la política proteccionista y prohibicionista de la metrópoli; el acaparamiento que se daba sobre algunos granos como el trigo; las exigencias tributarias impuestas por el fisco; la desigualdad civil; los privilegios de la Iglesia; las tierras baldías y las grandes propiedades comunales, por nombrar sólo unas cuantas) condujeron a la redacción de una serie de instrucciones y tratados agrícolas con el objetivo de mejorar la situación de la agricultura en aquel entonces.⁹

Este interés por estimular el ámbito agrícola no se limitó a la consecución de una serie de reformas que la liberaran de las trabas del orden colonial: desde el ámbito de la instrucción también se pretendió solucionar el problema del campo. Esto encuentra un buen ejemplo en el siglo XVIII, donde se ha estipulado que tanto en Europa como en la Nueva España: “el hombre ilustrado alababa y cultivaba con entusiasmo las ciencias físicas y naturales y las matemáticas, como eficientes instrumentos para aplicar científicamente las conquistas de la inventiva humana a la elaboración de manufacturas y al cultivo del suelo”.¹⁰ Fue en el siglo XIX cuando resultó posible la instauración de establecimientos educativos especializados en los estudios agrícolas.

⁷ Enrique Semo, “Introducción” en Enrique Semo [coord.], *Siete ensayos sobre la hacienda mexicana*, México, Instituto Nacional de Antropología e Historia, 1977, p.9. No se debe olvidar el franco auge minero que se registró en la Nueva España del siglo XVIII.

⁸ Para profundizar al respecto véase: *Ibid.*, p. 248-267.

⁹ Manuel Abad y Queipo y Antonio de San Miguel, miembros del obispado de Michoacán, se destacaron por sus contribuciones en este tema. Para leer más sobre el tema véase: Heriberto Moreno García [prol.], *En favor del campo. Gaspar de Jovellanos, Manuel Abad y Queipo, Antonio de San Miguel y otros*, México, Secretaría de Educación Pública, 1986, 270 pp.

¹⁰ *Ibid.*, p.11.

Esto no fue un proceso exclusivo de México ya que la creación de escuelas superiores de agricultura se dio en distintas partes del mundo.¹¹

Asimismo, durante las Cortes de Cádiz (1810-1813 y 1820-1822) la cuestión agrícola fue un tema recurrente. En las discusiones que tuvieron lugar se mencionó la importancia de la agricultura como factor para el estímulo de las sociedades y se buscó “la desaparición de las restricciones impuestas al desarrollo de la agricultura, de las industrias y de las artes manuales”.¹² El interés de los diputados en las Cortes de 1820 y 1821 se centró principalmente en la solución a los problemas de la minería; sin embargo, mostraron interés en las reformas económicas orientadas a impulsar el sector agrícola y la industria, tan promovidas por los novohispanos mexicanos de las primeras Cortes.¹³

En los años posteriores a la Independencia, se continuó replanteando el lugar de la agricultura dentro del desarrollo de la nueva nación y, aquí, es posible encontrar referencias sobre su despliegue en el terreno de la instrucción. Por ello, no resulta gratuito que Simón Tadeo Ortiz de Ayala (1788–1833) en su balance estadístico del imperio mexicano en 1822 le haya otorgado un lugar primordial a la enseñanza agrícola para el beneficio del imperio. Ortiz de Ayala ofreció una serie de recomendaciones que pretendían fortalecer el terreno de la educación y al respecto sugirió fundar: “academias de todas las artes, especialmente las útiles como la hidráulica,

¹¹ José Vicente Maroto Borrego, *Historia de la agronomía. Una visión de la evolución histórica de las ciencias y técnicas agrarias*, Madrid, Mundi-Prensa, 1998, p.259. En 1810, Albrecht Daniel Thaer fundó la primera escuela de estudios superiores de Agricultura en Möglin, Alemania. Para mediados del siglo XIX, este tipo de establecimientos se habían expandido por Europa y los Estados Unidos de América. Asimismo, este proceso se vio beneficiado y contribuyó a la progresiva invención de maquinaria agrícola.

¹² John H. Hann, “Intervención de los Diputados mexicanos en las Cortes españolas en la proposición y promulgación de reformas económicas aplicables a México”, en Nettie Lee Benson [intro.], *México y las Cortes españolas, 1810-1822. Ocho ensayos*, México, Instituto de Investigaciones Legislativas, Cámara de diputados-LII Legislatura, 1985, p. 166 y véase la propuesta del diputado Juan José Güereña en “Sobre el fomento de la industria, de la agricultura y de la ganadería”, en *México en las Cortes de Cádiz. Documentos*, México, Empresas Editoriales, 1949, p.215-223.

¹³ Hann, *op.cit.*, p. 186-187.

mecánica y agricultura, tan necesarias en el imperio”.¹⁴ Con lo anterior, es posible comprender que la actividad y la enseñanza de la agricultura eran consideradas necesarias para la nación, y se auxiliaban de la ciencia a la que se la había dado un carácter utilitario. Dicha utilidad se vería reflejada en la medida en que promovieran el progreso y el bienestar de México.¹⁵

El investigador Leonel Rodríguez ha destacado que tras el fin del primer proyecto monárquico y la instauración de la primera república se juzgó necesario consolidar el proyecto de nación.¹⁶ Para lograrlo, el Estado mexicano procuró cohesionar la actividad científica alrededor de los objetivos que planteaban como esencial: “difundir la enseñanza científica para generalizar la ilustración y fomentar el comercio, la agricultura, la minería y todas las ramas económicas”.¹⁷ Es por ello que los estudios agrícolas alcanzaron un lugar privilegiado dentro de la instrucción decimonónica: su provecho estaría vinculado con el desarrollo económico de la nación recién emancipada, dentro de un modelo donde la producción del campo resultaba fundamental.¹⁸ Incluso Leopoldo Río de la Loza (1807-1876), director y profesor de la ENAV y miembro de la élite científica,¹⁹ destacó que los avances en distintas ramas de la agronomía, la introducción y cultivo de nuevas plantas y la publicación de libros especializado en distintas partes del mundo habían obligado a los dirigentes de México a considerar el tema de la industria agrícola como una

¹⁴ Simón Tadeo Ortiz de Ayala, *Resumen de la estadística del Imperio Mexicano dedicado a la memoria del Sr. D. Agustín I., Emperador de México*, México, Universidad Nacional Autónoma de México, Biblioteca Nacional, 1968, p. 30. [1822]

¹⁵ De acuerdo con José Enrique Covarrubias, el utilitarismo en México entre 1748 y 1833 se pueden apreciar en la preservación y aumento de la población y en la capacitación de los individuos para una ocupación útil. En este aspecto estaba involucrada la difusión de los conocimientos útiles los cuales vinculados con el aumento de la opulencia y la fuerza del Estado. Véase: José Enrique Covarrubias, *En busca del hombre útil. Un estudio comparativo del utilitarismo neomercantilista en México y Europa, 1748-1833*, México, Instituto de Investigaciones Históricas, UNAM, 2005, p. 31-32, 401-413.

¹⁶ Leonel Rodríguez Benítez, “Ciencia y Estado en México: 1824-1829”, en Juan José Saldaña [ed.], *Los orígenes de la ciencia nacional*, México, Instituto Ibero-Americano de Estudios sobre la Ciencia y la Tecnología, 1992, p. 142.

¹⁷ *Idem*.

¹⁸ Guadalupe Urbán Martínez, “La creación de la carrera de ingeniero agrónomo en México” en María de la Paz Ramos Lara [coord.], *Formación de ingenieros en el México del siglo XIX*, México, UNAM, 2007, p. 72.

¹⁹ Leopoldo Río de la Loza fue director de la ENAV de 1856 a 1860. Véase: María Isabel Palacios Rangel, *Los directores de la Escuela Nacional de Agricultura. Semblanzas de su vida institucional*, México, Universidad Autónoma Chapingo, 1999, p. 53.

prioridad.²⁰ El querer instaurar y fomentar la instrucción agrícola en México puede ser señalado como una de las tantas estrategias de desarrollo diseñadas por los diversos gobiernos del país.²¹

Debido a interés gubernamental por la enseñanza agrícola, a finales de 1832 se dispuso la creación de una cátedra de Agricultura Práctica en la huerta del Hospicio de Santo Tomás; sin embargo, esto no sucedió.²² Durante la década de 1840 sucedió un fenómeno interesante en el territorio mexicano, ya que, si bien es cierto que aún no se contaba con un establecimiento formal para los estudios superiores de agricultura, una parte de la población estuvo al tanto del conocimiento científico y su aplicación a la agricultura a partir de diversos impresos y revistas como el *Semanario de Agricultura* y *El Cometa*.²³ Los diversos lectores, principalmente hombres de campo como hacendados y rancheros, estuvieron informados sobre los adelantos científicos y su utilidad en el ámbito agrícola.²⁴ Otro vehículo de educación informal sobre este tema fue la Sociedad de Agricultura del Estado de México (1846) donde se procuró interesar a propietarios rurales en las técnicas agrícolas modernas.²⁵

En esa misma década, Lucas Alamán (1792-1853) siendo director de Industria en 1845 planeó crear una escuela teórica y práctica de agricultura; sin embargo, no fue sino hasta 1850 que los cursos de agricultura fueron impartidos en el Colegio de San Gregorio.²⁶ Tres años más tarde, cuando se creó el Ministerio de Fomento, Industria y Comercio, encabezado por Joaquín

²⁰ Leopoldo Río de la Loza, “La agricultura y la veterinaria en la nación mexicana” en Manuel González Ramírez [prol.], *Antología de la Escuela Nacional Preparatoria en el centenario de su fundación*, México, Costa-Amic, 1967, p.181-182.

²¹ Urbán, *op.cit.*, p.47.

²² Río de la Loza, *op.cit.*, p.182.

²³ Rodrigo Vega y Ortega y Ana Eugenia Smith, “Nuevos lectores de historia natural. Las revistas literarias de México en la década de 1840”, en Celina Lértora [coord.], *Geografía e Historia Natural: Hacia una historia comparada. Estudio desde Argentina, México, Costa Rica y Paraguay*, Buenos Aires, Ediciones FEPAI, 2010, vol.3, p.63-102.

²⁴ *Ibid.*, p.68 y 76.

²⁵ Anne Staples, *Recuento de una batalla inconclusa: la educación mexicana de Iturbide a Juárez*, México, El Colegio de México, 2005, p.337-338.

²⁶ Milada Bazant, “La enseñanza agrícola en México: prioridad gubernamental e indiferencia social, 1853-1910” en *Historia Mexicana*, El Colegio de México, vol.32, no.3, enero-marzo 1983, p. 349-350.

Velázquez de León (1803-1882), se dispuso que las clases pasaran al dominio del Estado y con esto se instituyó el 17 de agosto de 1853 el Colegio Nacional de Agricultura, el cual contaba con una Escuela de Veterinaria agregada, bajo la dirección de José Guadalupe Arriola. Se le asignó el edificio del ex convento de San Jacinto, ubicado en Tacuba, y los cursos comenzaron en febrero del año siguiente. En 1856, el Ministro de Fomento, Manuel Siliceo, expidió el reglamento para la enseñanza agrícola y, bajo la dirección de Leopoldo Río de la Loza el plantel cambió su nombre al de Escuela Nacional de Agricultura y Veterinaria.²⁷

La importancia que recibió la ENAV durante este periodo puede ser constatada a partir de declaraciones de la época. En la memoria presentada por el Ministro de Fomento en 1853, durante la dictadura de Santa Anna, quedó asentado el impulso preferente otorgado a la escuela: “por tratarse de una industria que es necesario salga del atraso a que se halla reducida y que debe protegerse de todas formas.”²⁸ Sin embargo, la escuela no fue inmune a los acontecimientos que aquejaron al país en aquel entonces.

Tanto la Guerra de Reforma (1857-1861) como la Segunda Intervención Francesa (1862) contribuyeron al deterioro del edificio y durante el mandato de Maximiliano (1864-1867) funcionó pero con poco presupuesto.²⁹ El golpe más duro que recibió el establecimiento fue ocasionado por el sitio de la ciudad de México de abril a junio de 1867 cuando quedó casi en ruinas.³⁰ No obstante, a la caída del Segundo Imperio, la presidencia de Benito Juárez (1867-1876) favoreció ampliamente a la ENAV; se reconstruyó el edificio y se le otorgó un cuantioso presupuesto que sólo la colocó detrás del recibido por la Escuela de Medicina y la Escuela

²⁷ Palacios Rangel, *op.cit.*, p.56.

²⁸ “Memoria del 16 de septiembre del Ministro de Fomento, Colonización, Industria y Comercio” en Manuel Mesa A., “Historia y finalidad de la Escuela Nacional de Agricultura” en *Problemas de la enseñanza agrícola*, México, Liga de Agrónomos Socialistas, Editorial Ramírez Alonso, 1936, p. 6.

²⁹ Bazant, *op.cit.*, p. 357.

³⁰ *Idem.*

Nacional Preparatoria.³¹ Posteriormente, con Porfirio Díaz como presidente (1876-1880 y 1884-1910), la enseñanza agrícola se convirtió, de acuerdo con Mílada Bazant, en la prioritaria para su gobierno y se le concedieron amplios fondos.³²

Lo anterior refleja el claro interés oficial por fomentar y proteger esta clase de estudios ya que eran considerados una pieza clave en el desarrollo de la nación. De acuerdo con la historiadora Guadalupe Urbán, “en la agricultura, se esperaba generar un sistema de producción sustentado en la aplicación intensiva de *los conocimientos científicos y técnicos en boga*, a partir del cual se consolidaría la autonomía tecnológica.”³³ Para comprender el papel que la ciencia y la técnica desempeñarían en el desarrollo del país y, específicamente, actuando a través de la agricultura, será importante comenzar el siguiente apartado.

1.2 La ciencia y la práctica en los estudios agrícolas

A lo largo del siglo XIX existieron diez planes de estudios en la ENAV de los cuales se desprendieron las carreras que aparecen en el cuadro 1 (para consultar los planes de estudio, véase el anexo 1).

³¹ Para consultar los presupuestos otorgados a las escuelas véase: *Ibid.*, p. 359-360.

³² *Ibid.*, p. 360.

³³ Urbán, *op.cit.*, p. 49. El subrayado es mío.

Cuadro 1. Carreras de la ENAV según el plan de estudios				
Año del plan de estudios	Carreras			
1853	Agricultor teórico-práctico			
1856	Profesor de agricultura o agrónomo	Administrador o agricultor teórico práctico	Mayordomo inteligente	
1861	Agricultor-topógrafo			
1868	Agricultor			
1869	Agricultor	Médico veterinario		
1879	Ingeniero agricultor			
1883, decreto del 15 de febrero	Ingeniero agrónomo			
1883, decreto del 16 mayo	Ingeniero agrónomo	Médico veterinario	Perito agrícola	Mariscal inteligente
1893	Ingeniero agrónomo	Médico veterinario	Mayordomo de fincas rústicas	Mariscal inteligente
1900	Ingeniero agrónomo	Médico veterinario	Mayordomo de fincas rústicas	

Fuente: La información de este cuadro proviene de las diversas referencias de las que se compone el anexo 1.

Vale la pena esbozar brevemente el contenido de cada una de ellas para que sea posible comprender el perfil del egresado. He decidido agrupar las carreras en cinco categorías de acuerdo con el tipo de profesión y el objetivo que perseguían. Para consultar el contenido del plan de estudios, remito al lector al anexo 1.

1) Carrera de agricultor o administrador teórico práctico (planes de 1853, 1856, 1868, 1869)

Ésta fue la primera carrera impartida en la ENAV y, según los planes de 1853 y 1856, la carrera abarcaba entre cinco y siete años de estudio. Me interesa destacar que el alumno era introducido en disciplinas científicas desde el comienzo y se pretendía conjugar la ciencia con la práctica

pues cursaba matemáticas, física experimental, cosmografía, botánica, zoología y, además, era necesario contar con diversas prácticas agrícolas y con nociones de dibujo de máquinas. El agricultor estaría vinculado con diversos aspectos del campo; incluso en el plan de 1868 se llevaban cursos de administración, contabilidad y economía rurales. Así, se esperaba que el egresado fuera capaz de: “administrar fincas, valorar labores, cultivos, ganados y producciones agrícolas.”³⁴

2) *Carrera de agricultor-topógrafo (plan 1861)*

Se sabe poco de esta carrera pero, de acuerdo con la historiadora Urbán, era una carrera donde lo primordial radicaba en el conocimiento de las máquinas; de la química aplicada para elevar la productividad a partir del análisis del agua y del suelo y de la técnica para realizar mediciones y su puesta en práctica en el campo.³⁵ En siete años de estudios los Agricultores-topógrafos recibían cursos de ciencias exactas y naturales y dos cursos de topografía, de los cuales uno enfatizaba la necesidad de ampliar la parte correspondiente a la práctica.³⁶

3) *Carrera de mayordomo inteligente o de fincas rústicas, perito agrícola (planes 1856, 1883 decreto del 16 de mayo, 1893, 1900)*

Contaban con los conocimientos básicos de las ciencias exactas y naturales ya que sólo requerían tres años de estudios. Ambos debían tener noción “de las ciencias físicas y naturales, a fin de

³⁴ Urbán, *op.cit.*, p.54.

³⁵ Guadalupe Urbán Martínez, “Fertilizantes químicos en México (1843-1914)”, tesis de maestría en Historia, Facultad de Filosofía y Letras-UNAM, 2005, p.87-88.

³⁶ Se tienen informes de ingenieros topógrafos o agrimensores titulados en la ENAV desde 1856. Véase: Barreiro, *op.cit.*, 1906, p. 78. Sin embargo para la presente investigación no conté con planes de estudios donde se mencionara la presencia de dicha carrera. Al respecto, habría que mencionar que Leopoldo Río de la Loza juzgó como inconveniente que carreras de corte ingenieril fueran impartidas en la ENAV por temor de que los estudiantes las prefirieran. Véase: Río de la Loza, *op.cit.*, p.192-193. Para motivos de la tesis sólo incorporé el plan de estudios de agricultor-topógrafo, del cual hay poca información, que pudo haber estado vinculado con el contenido del ingeniero topógrafo.

dedicarse con especialidad al estudio de las reglas, que deben aplicarse prácticamente en la ejecución de los cultivos”.³⁷ Sólo en el plan de 1856 se pedía una práctica agrícola con el objetivo de que: “el egresado adquiriera las habilidades para supervisar los trabajos en una finca real”.³⁸ En el plan de 1893, esta actividad fue suprimida; no obstante, el alumno debía poseer los conocimientos de las diversas materias de índole científica que eran impartidas en la ENAV. Lo anterior refleja la importancia del estudio de las ciencias físicas y naturales dentro de la escuela. Las carreras de mayordomo y de perito agrícola, al igual que las demás, permiten comprender que, dentro de la estructura de los planes de estudios de la ENAV, las ciencias eran la base. Una vez que las distintas ciencias se hubieran estudiado de manera aplicada a la agricultura, entonces el estudiante estaría listo para trabajar y supervisar el trabajo de los peones en el campo.

Según el ingeniero agrónomo y topógrafo Adolfo Barreiro, secretario de la ENAV en 1906, la carrera de mayordomo producía individuos que:

sin los conocimientos del Agrónomo tuvieran, no obstante, los indispensables para el manejo de una finca de campo, y quienes, por razón de haber invertido menos tiempo en la adquisición de dichos conocimientos y de ser éstos limitados, pudieran también limitar sus pretensiones en lo que se refiere a sueldos y consideraciones.³⁹

Es decir, el mayordomo era aquél que, en poco tiempo, había adquirido una idea general de todas las materias como para poder supervisar una finca. Sin embargo, dado el poco tiempo y el contenido estrecho de sus cursos, el estudiante no podría aspirar tanto como un ingeniero agrónomo en cuestión de salarios y de prestigio social.

³⁷ Barreiro, *op.cit.*, p. 50.

³⁸ Urbán, “La creación...”, p.54.

³⁹ Barreiro, *op.cit.*, p. 46.

4) *Carrera de profesor de agricultura o agrónomo (plan 1856)*

Siete años debían cursar los estudiantes para obtener este título. Poca es la información que se tiene de esta carrera. No obstante, de acuerdo con la historiadora Urbán, el profesor de agricultura representa el antecedente directo del ingeniero agrónomo ya que:

además de haber cursado las materias correspondientes al mayordomo y al administrador, debía presentar un curso de perfeccionamiento, que incluía conocimientos teóricos sobre mineralogía y geología, además de la economía, derecho rural y nociones de administración, sin olvidar la construcción civil y las máquinas. Comenzaba a desarrollarse la visión de un profesionista capacitado en la organización de todo el proceso productivo agrícola.⁴⁰

Es por ello que adquiriría el título de profesor en el sentido de que su principal característica, y la que lo vinculaba con el ingeniero agrónomo, es que sería capaz de ejercer los diversos conocimientos perfeccionados y enfocados en el trabajo agrícola. Después de siete años de estudios, el egresado poseería los conocimientos más especializados para practicarlos en el campo.

5) *Carrera de ingeniero agrónomo o agricultor (planes 1879, 1883 decreto del 15 de febrero, 1883 decreto del 16 de mayo, 1893, 1900)*

Ya se ha estudiado el destacado papel que desempeñó el Ministerio de Fomento, Industria y Comercio para el desarrollo de la escuela.⁴¹ Esto puede ser apreciado con mayor detalle en la creación de la carrera de ingeniero agrónomo, ya que contó con toda la protección del Ministerio para crearla en 1883. En siete u ocho años de estudios preparatorios y profesionales, el alumno adquiriría los suficientes conocimientos de ciencias aplicadas para que en un futuro los pudiera emplear al incremento de la producción agrícola.⁴² De acuerdo con el contenido de los planes de estudios, el joven se instruía en ciencias físicas y naturales; posteriormente, profundizaba en las ciencias aplicadas, en el manejo de máquinas, la topografía, hidromensura, irrigación, nociones

⁴⁰ Urbán, “La creación...”, p. 55.

⁴¹ Al respecto, remito al lector a los textos de Urbán, “La creación...”, y Bazant, *op.cit.*, p. 362.

⁴² Urbán, “La creación...”, p. 62.

de veterinaria, construcciones, administración y legislación rurales. Fue la carrera que mayor grado de especialización adquirió ya que el ingeniero agrónomo:

debe saber determinar la composición de las tierras por procedimientos químicos exactos; debe conocer las funciones y acciones de las plantas que crecen en los terrenos cultivados, los efectos que produce la alternación de las mismas plantas, las propiedades particulares de las nuevas especies, que se introduzcan para su cultivo, los diferentes abonos y su influencia sobre las plantas y la tierra misma, así como la duración de esta influencia y la transformación de los productos, que se obtienen directamente del suelo en otras de más fácil y pronta realización, la determinación de la superficie en que opera, la valorización del agua necesaria para regar una superficie dada ó para un cultivo determinado, y la manera técnica y económica de procurarse, las relaciones que hay entre la producción, distribución y consumo de las materias vegetales y animales, y en fin, la organización del personal y fuerzas animadas e inanimadas de que dispone; en una palabra, el Agrónomo debe conocer las leyes de la ciencia Agrícola en su más pura y lata aceptación.⁴³

6) *Carrera de médico veterinario o mariscal inteligente (planes 1869, 1883 decreto del 16 de mayo, 1893, 1900)*

En 1869, los futuros médicos veterinarios sólo abarcaban el ámbito de las ciencias físicas a nivel de estudios preparatorios, pues a nivel profesional, la carrera se especializaba en la medicina veterinaria. Lo mismo sucedió en los estudios profesionales de 1883 tanto para médicos como para mariscales (ver anexo 1). La carrera de mariscal se distinguía pues sólo duraba dos años, a diferencia de la de médico veterinario, la cual permitía adquirir conocimientos más específicos en un rango de cuatro años.⁴⁴

No se puede comprender el funcionamiento de la escuela con base exclusivamente en los planes de estudios. Considero necesario otorgar un lugar especial a los alumnos que durante el siglo XIX dieron vida a tales programas y a través de los cuales se perciben las diferencias entre las diversas carreras. Asimismo, será posible percatarse del alcance que tuvieron los estudios en la población.

⁴³ Barreiro, *op.cit.*, p. 50

⁴⁴ Durante el siglo XIX, se sugirió que la Escuela de Veterinaria se separara de la de Agricultura. Véase: *Ibid.*, p.59. Esta división se logró en 1916 y, como resultado, se creó la Escuela Nacional de Medicina Veterinaria. Esta escuela fue incorporada a la Universidad Nacional Autónoma de México en 1929.

Cierto es que de los establecimientos de educación superior en la ciudad de México durante la segunda mitad del siglo XIX, la ENAV funcionaba con el menor número de alumnos.⁴⁵ Se ha puntualizado que la larga extensión de los estudios resultaba excesiva para los jóvenes, quienes no estaban dispuestos a invertir tanto tiempo en su formación.⁴⁶ Por eso, a partir de 1878, se otorgaron cien becas destinadas principalmente a miembros del sector rural con el fin de incentivar estos estudios.⁴⁷ Importa destacar que, a pesar de su escaso alumnado y del difícil camino político que recorrió el país, la escuela permaneció activa y era considerada por los diversos gobiernos como una de las principales vías para fomentar el desarrollo económico del país. Sin que necesariamente haya habido una gran demanda de las carreras allí impartidas, la ENAV fungió como un centro educativo donde se impartió la enseñanza de las ciencias en la ciudad de México.

Del informe del ingeniero agrónomo Barreiro se obtiene un listado del número de alumnos titulados que presento en el cuadro 2.⁴⁸

Cuadro 2. Alumnos titulados de 1857 a 1900			
Carrera	Duración de la carrera (años)	Número de titulados	Periodo de titulación
Agricultor teórico-práctico	5-7	22	1857 - 1879
Ingeniero agrónomo	7-8	84	1883 -1900
Mayordomo y Perito agrícola	3-2	42	1884 -1900
Médico Veterinario	4	50	1858-1899

Fuente: Barreiro, *op.cit.*, p. 79-81 y p.86-88.

⁴⁵ Bazant, *op.cit.*, p. 360.

⁴⁶ *Ibid.*, p. 356 y María de Lourdes Alvarado, “Las escuelas nacionales durante el siglo XIX” en *Maravillas y curiosidades. Mundos inéditos de la Universidad*, México, Antiguo Colegio de San Ildefonso, 2002, p. 224.

⁴⁷ *Ibid.* y Gómez, *op.cit.*, p. 72.

⁴⁸ Remito al lector al texto de Barreiro pues allí encontrará los nombres de los titulados además de un catálogo de los títulos de las tesis que presentaron los alumnos para recibirse. Véase: Barreiro, *op.cit.*, p. 94-105.

Además, se cuenta con información mucho más precisa para los años de 1899 y 1900:

Cuadro 3. Alumnos titulados en 1899			
Carrera	Mayordomo de fincas rústicas	Ingeniero agrónomo	Médico Veterinario
Inscritos	43	6	7
Exámenes profesionales	1	1	2

Fuente: “Informe de la Escuela Nacional de Agricultura” en *Revista de la Instrucción Pública Mexicana*, México, 1 de julio de 1900, p. 265.

Cuadro 4. Alumnos titulados en 1900			
Carrera	Peritos agrícola	Ingenieros agrónomos	Médicos Veterinarios
Inscritos	39	10	10
Exámenes profesionales	3	6	–

Fuente: “Escuela Nacional de Agricultura y Veterinaria. Memoria escolar anual de la estadística y las mejoras materiales habidas en la Escuela en el presente año de 1900”, en *Revista de la Instrucción Pública Mexicana*, México, 15 de julio de 1901, p. 547.

Se puede estimar que al finalizar el siglo XIX el establecimiento contaba aproximadamente con sesenta alumnos. Al considerar lo anterior, se debe recordar que la población estudiantil era de origen heterogéneo. Se tienen registros de jóvenes procedentes de regiones agrícolas como Jalisco, Aguascalientes, Morelos, Puebla, Zacatecas, Oaxaca, Veracruz, Campeche, Nuevo León y Tabasco, además de los provenientes de la ciudad de México.⁴⁹

Considero necesario reflexionar sobre el tipo de carrera elegida y la clase social que representaba. Hacendados, rancheros y campesinos fueron los principales actores de la sociedad agraria.⁵⁰ Los primeros eran sólo unos pocos que formaban parte de la élite de su época; los segundos eran campesinos que habían ascendido en la escala social y representaban una porción de la clase media, mientras que los últimos eran el grupo más marginado. El hacendado poseía su propia tierra, mucho mayor que la del ranchero; pero era generalmente ausentista a diferencia de

⁴⁹ “Informe de la Escuela Nacional de Agricultura” en *Revista de la Instrucción Pública Mexicana*, México, 1 de julio de 1900, p. 270-272. Consulta: HNDM

⁵⁰ Enrique Semo, “Hacendados, campesinos y rancheros”, en Enrique Semo [coord.], *Historia de la cuestión agraria en México. El siglo de la hacienda, 1800-1900*, tomo I, México, Siglo XXI 1988, p.86.

los rancheros quienes supervisaban el trabajo de su tierra. El ranchero, además, se valía de su familia para dirigir la empresa.⁵¹ Puede ser que esta estratificación social haya encontrado un reflejo en las diversas carreras de la ENAV. Dado que muchos de los rancheros se basaban en el apoyo familiar y que no contaban con los mismos recursos económicos de un rico hacendado, probablemente hayan procurado que sus hijos estudiaran una carrera corta, como la de mayordomos, mariscales o peritos. Sin embargo, dado que los rancheros tenían intención de escalar socialmente, pudiera ser que, de igual modo, se destinaran más años y recursos económicos para el estudio de ingeniero agrónomo, el cual representaba al profesionalista más especializado y, por lo tanto, con mayor prestigio.

1.3 Importancia de la ciencia en el sector agrícola

Si se quiere comprender la introducción del conocimiento científico en los programas de estudios, resulta imprescindible dirigir la atención hacia el lugar que ocupaban las ciencias físicas y naturales en la enseñanza durante el siglo XIX.

Es sabido que en aquel siglo la ciencia adquirió una alta jerarquía en el mundo occidental pues se le consideró como apoyo indispensable de la economía: su introducción en el ámbito industrial favoreció un crecimiento en la producción nunca antes visto.⁵² Diversos políticos e intelectuales mexicanos abogaron por la introducción de las ciencias en los estudios agrícolas. A esto se deben añadir los intentos de 1833 y la reforma educativa de 1843 impulsada por el Ministro de Instrucción Pública del régimen de Santa Anna, Manuel Baranda (1799- c.1861), donde se propuso dar no sólo orden y utilidad a los estudios, sino que las ciencias ocuparon un

⁵¹ *Ibid.* p.86-164.

⁵² María de la Paz Ramos Lara, “Historia de la física en México en el siglo XIX: los casos del Colegio de Minería y la Escuela Nacional de Ingenieros”, tesis de doctorado en Historia, FFyL-UNAM, México, 1996, p.39-40 y 140.

lugar destacado al ser consideradas “una verdadera ilustración pues ya habían multiplicado sus principios y descubierto métodos más ciertos.”⁵³

Durante la segunda mitad del siglo XIX, el positivismo, dio a las ciencias duras un lugar fundamental dentro de la estructura del conocimiento. Una vez creada la Ley Orgánica de Instrucción Pública del 2 de diciembre de 1867, la filosofía positivista permeó la instrucción pública mexicana.⁵⁴ Desde la organización de la Escuela Nacional Preparatoria (ENP) “se implantó [según el método positivo] el estudio de las Matemáticas como fundamental; a fin de preparar al alumno para el estudio de las ciencias físicas, y éste como necesario para el de las naturales.”⁵⁵

En particular se ordenó que las materias de carácter científico impartidas en la ENAV se vieran de forma aplicada pues, bajo la influencia positivista, se pretendía formar a profesionistas útiles.⁵⁶ Poco tiempo después de la aparición de esta ley, el ministro de Justicia e Instrucción Pública, Antonio Martínez de Castro (1825-1880), declaró lo siguiente: “La escuela se está ya rigiendo conforme a las disposiciones de la nueva ley, y en ella se procura que la enseñanza que a cada uno de los profesores le está encomendada, sea teórico-práctica y tenga una aplicación especial a las necesidades del país”.⁵⁷ Así quedó enfatizado el carácter aplicado que debían poseer los estudios agrícolas. Quizás por ello no resulta fortuito que en el plan de estudios de 1868 (ver anexo 1) aparezca por vez primera la cátedra de Física Aplicada y Meteorología, de suma importancia para comprender el vínculo entre la física y la agricultura.

⁵³ Abraham Talavera, *Liberalismo y educación. La Reforma y la intervención*, México, Secretaría de Educación Pública, 1973, p.16 y 18. (Sepsetentas, 104).

⁵⁴ Miguel Núñez y Juan José Saldaña, “Física para ciudadanos: enseñanza y divulgación de la física en la Escuela Nacional Preparatoria en el último tercio del siglo XIX”, *La Casa de Salomón en México. Estudios sobre la institucionalización de la docencia y la investigación científicas*, México, Universidad Nacional Autónoma de México, 2005, p.110 y Alvarado, “Las escuelas nacionales...”, p.216.

⁵⁵ Barreiro, *op.cit.*, p.40

⁵⁶ Bazant, *op.cit.*, p.358.

⁵⁷ Antonio Martínez de Castro, *Memoria que el secretario de estado y del despacho de justicia e instrucción pública presenta al Congreso de la Unión en marzo de 1868* en Talavera, *op.cit.*, p. 202.

Lo que interesa aquí es que al otorgar preferencia a la ciencia, el modelo positivista promovió carreras prácticas.⁵⁸ El contenido de la ENP fue emulado por las escuelas superiores y la ENAV no se quedó atrás. A partir de los planes de estudios de 1868 (ver anexo 1), se aprecia un notable incremento en la cantidad de materias “aplicadas”. A partir de esos programas, aparecieron cursos como física, química, meteorología, geología, botánica, topografía, mecánica y zoología agrícolas o aplicadas a la agricultura. Sin embargo, no debe extrañar que desde los comienzos de la escuela hayan existido algunas de esas materias “aplicadas a la agricultura” (ver anexo 1: planes 1853, 1856, 1861) pues el carácter teórico-práctico de los estudios agrícolas existió desde las primeras propuestas para crear la escuela.

El interés por introducir materias científicas en los estudios agrícolas se encuentra, en particular, en los escritos de Lucas Alamán de la década de 1840, quien fue uno de los principales promotores de la creación de una escuela agrícola. Para él:

Las matemáticas, la mecánica, la química, la física y otras ciencias aplicadas al cultivo de las tierras y a los diversos procedimientos de las manufacturas, han cambiado de tal manera el estado de estos ramos, reducidos antes a prácticas rutineras, que sería imposible esperar grandes adelantos, sin la instrucción científica y fundamental.⁵⁹

Es decir, la importancia de vincular a la agricultura con diversas disciplinas científicas estaría directamente relacionada con la capacidad de éstas de modificar el carácter tradicional con el que se había desarrollado la agricultura, mismo que la beneficiaría notablemente. Las ciencias puestas en práctica, dirigidas a mejorar el sector agrícola, serían las catalizadoras del desarrollo económico y social.

⁵⁸ Bazant, *op.cit.*, p.358. Incluso se ha estipulado que el surgimiento de la carrera de Ingeniero agrónomo en 1883 surgió a partir del concepto positivista del progreso, “donde la técnica y la ciencia eran esenciales.” Véase: Urbán, “La creación...”, p. 63.

⁵⁹ *Memoria sobre el estado de la agricultura é industria de la república en el año de 1845, que la Dirección General de estos ramos presenta al Gobierno Supremo, en el actual, de 1846, en cumplimiento del Art. 26 del decreto orgánico de 2 de diciembre de 1842*, México, José Mariano Lara, 1846, p.69.

Este modo de comprender el significado de las ciencias en el siglo XIX también puede ser encontrado en los textos de Leopoldo Río de la Loza, quien al emprender una comparación con Francia en relación a los estudios superiores de agricultura, declaró:

allí abundan los establecimientos para toda clase de enseñanzas, aquí son limitados; allá bastan las elementales designadas para los grados de bachilleres en letras y en ciencias; aquí es indispensable que a todas, pero muy especialmente a las naturales, las físico-químicas y las matemáticas se dé mayor extensión.⁶⁰

Este fuerte reclamo responde a que tanto Alamán como Río de la Loza comprendieron que el gran valor de la ciencia radicaba en su capacidad para mejorar la producción agrícola y, en este sentido, conduciría hacia el progreso de la nación mexicana.

Al planear el contenido de los programas de la ENAV, sus directores no soslayaron las diversas disciplinas científicas de las que se nutre la agricultura, entre ellas, la física. Tal fue la importancia de la base científica dentro de los estudios agrícolas, que no existe plan de estudios que haya prescindido de ella. Mas este fenómeno no representa una particularidad de la ENAV y mucho menos es un caso aislado del resto de las escuelas superiores de México. Al contrario, se ha reconocido que, sin importar la profesión que se eligiera, el estudio de las ciencias básicas era considerado fundamental para la formación de una cultura científica entre los estudiantes.⁶¹

Sin embargo, este proceso no discurrió tan fácilmente en la educación superior agrícola. Si bien es cierto que las ciencias físicas y naturales se encuentran en cada uno de los planes de estudios de la ENAV (anexo 1), no se debe suponer que se logró de manera sencilla y con la aprobación unánime de todos los estudiosos de la agricultura. Lo que uno encuentra al revisar las fuentes primarias es que no se trató de un proceso unívoco. Más bien, la presencia de las ciencias

⁶⁰ Río de la Loza, *op.cit.*, p. 196.

⁶¹ María de la Paz Ramos Lara, “El Colegio de Minería, La Escuela Nacional de Ingenieros y su proyección en otras instituciones educativas de la Ciudad de México (siglo XIX)” en *Formación de ingenieros...*, p. 22.

dentro de los programas de la escuela desató una suerte de disputa en torno a la pertinencia de dicho conocimiento para los estudios agrícolas, como se aprecia en la prensa de la época.

En un artículo de 1880 publicado en el periódico quincenal de la ENAV, *La Escuela de Agricultura*, el director de la escuela, Gustavo Ruiz Sandoval, se pronunció sobre el debate en torno a la teoría y la práctica en los estudios agrícolas. Declaró que “en todo tiempo y en todos los países” se ha discutido sobre la necesidad de la ciencia para los agricultores, pues deberían poseer, sobre todo, un carácter fuertemente práctico. Sin embargo, juzgó como “errónea” esa opinión pues:

siendo la ciencia verdad, cuando ésta sea bien dirigida, y cuando sus leyes se apliquen con rectitud y con inteligencia, ella debe ser el antecedente necesario de toda práctica ilustrada, sea que se aplique al cultivo de la tierra, a la prescripción de un medicamento, al levantamiento de un edificio, o a la mejora de una raza de animales: la práctica no puede estar jamás en oposición con la ciencia; son los *prácticos puramente* los que no se pueden poner de acuerdo con los que posean ideas *puramente teóricas*.⁶²

A partir de esta declaración, es válido plantear varias cuestiones. La primera es que existía un desacuerdo sobre el valor y conveniencia de las ciencias para los estudios agrícolas. Esa discrepancia se basaba en el hecho de considerar a las primeras como un tipo de conocimiento exclusivamente teórico, el cual afectaría negativamente el desarrollo enteramente práctico del trabajador del campo. Lo que se puso en tela de juicio fue, entonces, la definición misma de la actividad agrícola: ¿se tenía que implementar el conocimiento científico o sólo bastaba la práctica en los campos para contribuir al progreso de una nación?

A través de esta serie de cuestionamientos, se intentó definir y justificar el perfil de los estudios profesionales de agricultura. De acuerdo con la postura del autor, la instrucción agrícola tenía que representar una mezcla de aspectos tanto teóricos como prácticos; es decir,

⁶² Gustavo Ruiz Sandoval, “Algunas reflexiones sobre la necesidad de un centro oficial que dé impulso a la agricultura nacional”, en *La Escuela de Agricultura. Publicación quincenal que dedica la Escuela Nacional de Agricultura y Veterinaria a difundir en las masas los conocimientos agrícolas*, 15 de diciembre de 1880, p. 112. Las cursivas son del original. Consulta: HNDM

forzosamente se necesitaba un lugar para la teoría proporcionada por la ciencia y para su puesta en práctica. El propiciar sólo un aspecto de esa fórmula tan sólo incidiría negativamente en el desarrollo del campo: no se podría cultivar la tierra, ni prescribir un medicamento, ni levantar una construcción, ni mejorar la raza de un animal. Los beneficios y el progreso que estos aspectos traerían sólo serían factibles en la medida en que la ciencia y la práctica estuvieran conciliadas. Es por ello que se ha señalado que: “la transformación del labrador empírico en científico era más que un asunto de simple ilustración, pues el objetivo era divulgar los conocimientos científicos prácticos que incrementaran la producción”.⁶³

Fue con el gobierno porfiriano que este tipo de educación se vio favorecida por un constante apoyo pues el formar hombres prácticos a través de los estudios en agricultura se emparentó muy bien con la búsqueda de progreso material que caracterizó a ese periodo.⁶⁴ Incluso en las primeras décadas del siglo XX se continuó señalando este punto. Para ese entonces, se reconocía que la enseñanza agrícola enriquecería al campesino con “capacidad técnica, criterio progresista y actitud social avanzada.”⁶⁵ Aquí se advierte la necesidad de contar con capacidad técnica; es decir, saber aplicar los conocimientos de las ciencias a los problemas de la agricultura. Esta unión entre ciencia y práctica siguió, por lo tanto, vinculada con el progreso.

Además, como menciona Ruiz Sandoval, la controversia no fue exclusiva del país al encontrarse en el resto de las naciones que también organizaron estudios superiores de agricultura y de los cuales los miembros de la ENAV estaban enterados, como más adelante se verá. Por lo tanto, el conflicto sobre el papel de la teoría y de su práctica no se redujo al ámbito de la escuela de San Jacinto, sino que fue una problemática que se suscitó incluso en Europa y los Estados

⁶³ Urbán, “La creación...”, p.49.

⁶⁴ *Ibid.*, p. 61.

⁶⁵ Bernardo Arrieta Alarcón, “La enseñanza agrícola para los campesinos de México” en *Problemas...*, p. 29.

Unidos.⁶⁶ Pareciera entonces que la agricultura en el ámbito educativo ocasionó un conflicto desde el comienzo, a saber, sopesar la necesidad de las ciencias y de la práctica para el trabajo del campo con su consiguiente profesionalización.

El considerar a la agricultura como una “industria técnica variada, tanto en los conocimientos científicos que se deben tener, como en sus aplicaciones prácticas” fue compartido por los miembros de la ENAV con las escuelas europeas y estadounidenses.⁶⁷ Conviene en este momento detenerse en el hecho de que en la ENAV se conociera lo que pasaba en torno a los estudios agrícolas en otras partes del mundo. Lo anterior resulta importante para la presente investigación pues, con base en ello, podrá ser explicado el modo en que la física se desarrolló dentro del establecimiento. Para esto, veamos algunos casos que ejemplifican su detallado conocimiento de la enseñanza agrícola en el extranjero.

En primer lugar, cabe destacar que en el periódico quincenal de la escuela,⁶⁸ se publicó un número considerable de artículos referentes a la agricultura, a los estudios agrícolas y a la veterinaria tanto en el Viejo Continente como en los EE.UU. En el cuadro 5 enlisto sólo algunas de las publicaciones más sobresalientes a manera de ejemplo:

⁶⁶ Ruiz Sandoval, *op.cit.*, 15 de diciembre de 1880, p. 112.

⁶⁷ “Carta del Ministro de Justicia, Justino Fernández, a Porfirio Díaz” en Barreiro, *op.cit.*, p.30. [1901].

⁶⁸ Hay que recordar que la frase que siempre encabezó al periódico fue: “Publicación quincenal que dedica la Escuela Nacional de Agricultura y Veterinaria a difundir en las masas los conocimientos agrícolas”. Además, la publicación era gratuita y se sugería a los lectores que solicitaran gratis ejemplares atrasados. Los principales lectores de la revistas de agricultura eran los rancheros y los hacendados quienes, a pesar de no trabajar directamente en el campo, estaban encargados de supervisar su propia tierra o de contratar a un administrador o mayordomo para lo mismo. Véase: Vega y Ortega y Smith, *op.cit.*, p.66-67.

Cuadro 5. Artículos publicados en <i>La Escuela de Agricultura</i>	
Título del artículo	Fecha de publicación
“La veterinaria en Francia”	1-agosto-1878
“La meteorología en Francia”	1-septiembre-1878
“Las gallinas en Francia”	1-septiembre-1878
“Adelantos de la agricultura en el extranjero”	1-noviembre-1878
“La agricultura americana”	1-diciembre-1878
“La agricultura en Francia en 1878”	1-marzo-1878
“La agricultura en Bélgica”	15-agosto-1879
“El trigo y el azúcar en Inglaterra”	1-diciembre-1879

Con esto, pretendo insistir en que la comunidad de la ENAV y todos aquellos lectores del periódico estaban familiarizados con algunos asuntos agrícolas y de veterinaria de EE.UU. y países europeos, por lo menos para el periodo en que se publicaron los artículos. Asimismo, en un detallado texto referente a la necesidad de impulsar los estudios agrícolas en México, el director de la ENAV, Ruiz Sandoval, reseñó el estado de la cuestión de la enseñanza agrícola en Alemania, Inglaterra, Irlanda, Francia, Italia, Rusia, Bélgica, España, Austria, Suiza, Suecia y los Estados Unidos de América.⁶⁹

Sobre Alemania, mencionó que “se les enseña teórica y prácticamente aritmética, historia, geografía, francés, inglés, alemán, química, botánica, zoología, agricultura en general, veterinaria, dibujo, construcción y legislación rural”.⁷⁰ Al mencionar los casos de España, Austria, Suiza y Suecia indicó que, aunque son naciones adelantadas, no han prestado atención a la educación agrícola; sin embargo, reconoció en ellas que:

el deseo de infiltrar entre las clases del campo los conocimientos científicos, idea que no hace muchos años era mirada con desprecio, es hoy tenida en Europa en alta estima, y no cabe duda que la agricultura científica va imprimiendo a este ramo de la industria humana un sello antes de hoy desconocido.⁷¹

⁶⁹ Para consultar el artículo véase: Ruiz Sandoval, *op.cit.*, 15 de diciembre de 1880, 1 de enero de 1881 y 1 de febrero de 1881, p.112-113, 123-124 y 143 respectivamente.

⁷⁰ *Ibid.*, 15 de diciembre de 1880, p.112.

⁷¹ *Ibid.*, 1 de enero de 1881, p. 123.

En el periódico de la escuela se divulgaba la importancia de la relación entre la ciencia y la práctica para alcanzar un desarrollo en la agricultura y, como consecuencia, de un país. El director de la ENAV ejemplificó lo anterior con los que eran considerados países avanzados. En todos ellos, la importancia del conocimiento científico aplicado a la agricultura era evidente: los había convertido en modelos para impulsar la enseñanza agrícola en México. Así, se pretendió demostrar que las ciencias interactuaban con la práctica para beneficio de la agricultura de países desarrollados y que, por lo tanto, esto también podría ser posible para el territorio mexicano. Por ello, no resulta fortuito que el Ministro de Fomento en 1901 haya sugerido al presidente Porfirio Díaz la necesidad de que se difundieran los conocimientos en uso en el extranjero, mismos que habían promovido el desarrollo en aquellas naciones.⁷²

La enseñanza agrícola, de tal modo, participó en el intento por modernizar al país.⁷³ En palabras de la época, esto se iba a lograr en la medida en que el Estado:

impulse la introducción de nuevos productos e industrias agrícolas, mejore las que existen, abarate la producción por la enseñanza científica y la propagación de todos los adelantos, y ayude esa naciente exportación que con tantas penas y contrariedades se va levantando.⁷⁴

Lo importante de lo anterior es que los hombres de la época identificaron el modo en que la instrucción agrícola podría participar en el proceso. Sus contribuciones fortalecerían a un país que, en búsqueda del progreso:

exige de la Escuela [ENAV] no solamente que le produzca alumnos aptos y adiestrados en la dirección de negociaciones rurales; pide, en todos los tonos, que se le comuniquen los adelantos modernos, que se le proporcionen datos sobre nuevos o perfeccionados cultivos, que se le haga conocer la maquinaria agrícola en lo que tenga de adaptable a sus necesidades y a su modo de ser social.⁷⁵

México, a través de la ENAV, podría estar en contacto con el desarrollo de las naciones adelantadas y, al estudiarlo, lo podría adaptar a las circunstancias del país participando, con esto,

⁷² “Carta del Ministro...”, p.30.

⁷³ Bazant, *op.cit.*, p.340.

⁷⁴ Ruiz Sandoval, *op.cit.*, 1 de febrero de 1881, p.143.

⁷⁵ *Ibid.*

en el progreso. Se pedía que la escuela se familiarizara con todos los “adelantos modernos”. La enseñanza de las ciencias, de acuerdo con las ideas de la época, desempeñaría un papel fundamental: ellas serían las que, de manera aplicada, resolverían el problema del atraso en el campo.⁷⁶

Resulta conveniente pasar al análisis de los estudios de física dentro de la ENAV. ¿Por qué fue importante que los conocimientos de esta disciplina se incorporaran en la instrucción agrícola? ¿Cómo y por qué se pensó que la física aplicada a la agricultura iba a contribuir al desarrollo y progreso del país? Veamos, pues, la manera en la que evolucionaron los estudios de física en la ENAV.

⁷⁶A pesar del intento de la ENAV por fomentar el desarrollo del país en el campo, se tienen muchos registros de que la escuela fracasó en lo anterior. Se ha concluido que esto se debió al poco impulso que se dio a la práctica y al desprestigio e indiferencia social que implicaba una carrera especializada en el campo. Para estudiar mejor el caso, que queda fuera de los límites de mi trabajo, remito al lector a los siguientes artículos: Barreiro, *op.cit.*, p.4, Urbán, “La creación...”, p.71-72 y Bazant, *op.cit.*, p.349-372.

Capítulo 2

Los estudios de física en la Escuela Nacional de Agricultura y Veterinaria

En nuestro país, los conocimientos sobre física se impartían en la Real y Pontificia Universidad de México, en la cátedra de Filosofía. En el siglo XVIII se impartió la cátedra de Física, por primera vez con aprobación oficial, en el Real Seminario de Minería, mejor conocido como Colegio de Minería (1792). En los primeros años de vida independiente hubo clases de física en el Seminario Conciliar de México, en el Colegio de San Ildefonso y en diversas escuelas como las de Medicina, Ingenieros, Artes y Oficios y en la Nacional Preparatoria (ENP), entre otras.⁷⁷

Ahora bien, ¿cómo es posible estudiar los cursos de física que existieron dentro de la ENAV? Lamentablemente la información que proporcionan las fuentes se refiere a años dispersos de la segunda mitad del siglo XIX, por lo que, no será posible presentar un panorama completo. Tampoco se pretende generalizar los contenidos de los documentos a la totalidad del periodo en cuestión; sin embargo, con base en el análisis de esa información será posible examinar diversos aspectos de dicha disciplina dentro de los estudios agrícolas.

2.1 Los cursos de física en la ENAV de 1853 a 1900

En el anexo 2 se encontrará que en todos los planes de estudio de ese siglo existió por lo menos uno ligado a esta rama de las ciencias, ya sea como “Física” o como “Mecánica”. Se sabe que desde los estudios preparatorios se iniciaba al alumno en las materias denominadas física o física experimental y en nociones o elementos de mecánica racional para que a nivel profesional se enfocara en la física aplicada y meteorología y en la mecánica agrícola, a veces vinculada con la hidromensura (anexo 1: planes 1868, 1869, 1883-mayo, 1893). Resulta difícil explicar

⁷⁷ Núñez y Saldaña, *op.cit.*, p. 105-109, Ramos Lara, “La enseñanza de la física en México en el siglo XVIII. El proceso de institucionalización” y “De la física de carácter ingenieril a la creación de la primera profesión de física en México” en *Revista Mexicana de Física*, abril 1999, 45/2, p. 193-203 y diciembre 2005, 51/2, p.137-164.

puntualmente las características de los distintos cursos, tanto preparatorios como a nivel profesional, pues no se cuentan con documentos para cada uno de los casos.

No obstante, lo primero que me interesa destacar de la información proporcionada en el anexo 2 es el nombre propio que se les asignó a las cátedras de física y a las de mecánica. Especialmente después de la creación de la Ley Orgánica Pública del 2 de diciembre de 1867, se empezó a vincular a la física con el término “aplicada”, “con aplicaciones a la agricultura” y como “física y meteorología agrícolas”; mientras que a la mecánica se le vinculó con la hidráulica o con la hidromensura; se convirtió en “aplicada a la agricultura” o en “mecánica agrícola”.

La vertiente aplicada de la física a la agricultura se empezó a vincular de una manera clara con la meteorología (véase anexo 2: planes 1868, 1883-febrero, 1883-mayo, 1893 y 1900). Ésta aparece en el plan de estudios de 1868, lo cual pudo haber respondido a la necesidad de estudiar los conocimientos científicos de manera aplicada, por lo que la meteorología como rama de la física adquirió un peso importante dentro de los planes de estudios agrícolas. De tal modo, esa disciplina se presenta como una crucial para comprender el modo en que la física se vinculó con la agricultura. En el caso de los cursos de mecánica aplicada, la hidráulica y la hidromensura aparecieron en diversas ocasiones, aunque en menor grado que la meteorología (anexo 2: planes 1879, 1883-mayo, 1893 y 1900). Para delinear los contenidos de los diversos cursos de física que existieron en el siglo XIX, sugiero comenzar por el estudio de algunos registros de los profesores de física de la ENAV.

Dada la importancia de la escuela, contó con los mejores instructores de la época desde sus inicios, como Leopoldo Río de la Loza (cátedra de Química); Miguel Velázquez de León (primer año de Matemáticas), Joaquín de Mier y Terán (segundo año de Matemáticas), Pío

Bustamante (Botánica y Zoología) y Joaquín Velázquez de León (Orictognosia y Geología).⁷⁸

Para los catedráticos que impartieron las materias de física desde el inicio de la ENAV hasta finalizar el siglo XIX existe poca precisión sobre sus años de trabajo. Además, debo reconocer que los que mencionaré a continuación representan sólo una parte del total de profesores de física y mecánica que dieron clases en la ENAV. No obstante, considero que resulta importante relacionar estos registros con el desarrollo de la física dentro de los estudios agrícolas.⁷⁹

Desde el inicio de los cursos de la ENAV en 1854, Joaquín Varela Salcedo (1831-¿?) estuvo a cargo de los cursos de física general y experimental. La última referencia sobre Varela indica que sustentó ese cargo hasta 1861.⁸⁰ Además, Varela había impartido una clase de aritmética en 1851 y había desempeñado voluntariamente la plaza de preparador de física en el Colegio de San Gregorio; para 1861, también fungió como catedrático de Química de la ENAV.⁸¹ Él fue director del establecimiento durante el periodo 1863-1866 cuando se consiguió que, tras haber cerrado la escuela con la partida del gobierno juarista de la capital, el gobierno de Maximiliano destinara fondos para reabrir ciertos cursos.⁸² Entre 1857 y 1861 se cuentan con diversas referencias que señalan al arquitecto Juan Cardona, egresado de la Academia de San

⁷⁸ "Sobre profesores en general", 1857, AHBNAH-ENA, v.276, exp.32, f.222. Para todos los casos de citas las abreviaturas se desataron y la ortografía se actualizó. Cabe destacar que estos catedráticos, salvo Pío Bustamante, también formaron parte del profesorado de la Escuela Nacional de Ingenieros. Véase, Ramos Lara, "Historia de la física...", p.198, 199, 200 y 206.

⁷⁹ Además, reconozco que para un estudio futuro, sería muy provechoso investigar de manera mucho más detallada la aportación de cada uno de los profesores de física dentro del campo de la enseñanza de dicha disciplina en nuestro país.

⁸⁰ "Plan de estudios. Se pide una noticia circunstanciada del sistema de estudios en el establecimiento", febrero 1861, AHBNAH-ENA, v.282, exp.5, f.245-245/r.

⁸¹ "Servicios y méritos de los profesores prestados a la Escuela Nacional de Agricultura", 1857, AHBNAH-ENA, v.276, exp.33, f.227 y "Expedientes sobre clases y profesores", 1859-1861, AHBNAH-ENA, vol.282, exp. 6, f.297. Además de estos datos, se sabe que antes de ser profesor de la ENAV, Varela estudió en el Colegio de San Gregorio filosofía y gramática; en la Escuela de Medicina y en el Colegio de Minería (Ingeniería en minas). En esta última institución fungió como profesor interino de Botánica. Véase: "El 70° Aniversario del Sr. Profesor Don Joaquín Varela Salceda", en *Revista Científica e Industrial*, 1 de junio de 1901, p.98-100. Consulta: HNDM.

⁸² Palacios Rangel, *op.cit.*, p.62. Para revisar su actuación durante el mandato de Maximiliano, véase: "El 70° Aniversario...", p.99-100.

Carlos, como el responsable del curso de Mecánica.⁸³ Otros documentos señalan que en 1877 Fernando Rondero ocupó la cátedra de Física y, por lo menos, es posible asegurar que la impartió hasta un año después.⁸⁴ En este mismo periodo, el ingeniero Ventura Alcérreca fungió como profesor de mecánica y para 1878, el ingeniero agrónomo y topógrafo Adolfo Barreiro ocupó ese cargo.⁸⁵ El siguiente registro que existe menciona que en 1893 el ingeniero agrónomo José Izquierdo fue el profesor de la clase de física y meteorología agrícolas; mientras que el ingeniero agrónomo y topógrafo Rafael Barba ocupaba la cátedra de Mecánica Agrícola.⁸⁶ De este último personaje se sabe que permaneció en dicho cargo para los años de 1904, 1906 y 1907.⁸⁷ A partir de estos datos se puede apreciar que, por lo menos a partir de las últimas décadas del siglo XIX, los profesores que ocupaban tales cátedras habían sido alumnos egresados de la misma ENAV (Barreiro, Izquierdo y Barba). Por último y aunque no se tenga la fecha precisa, cabe señalar que el hijo de Leopoldo Río de la Loza, el farmacéutico Maximino,⁸⁸ fue apuntado como el instructor sustituto de la cátedra de Física y el arquitecto Miguel O’Gorman como el de Mecánica.⁸⁹ De tal modo, se puede formar un cuadro de profesores de la siguiente forma:

⁸³ Barreiro, *op.cit.*, p.11; “Servicios y méritos...”, f.227; “Materias estudiadas en las clases en el año escolar de 1859”, 1859, AHBNAH-ENA, vol. 280, exp. 7, f.163 y “Plan de estudios...”, f. 243.

⁸⁴ Barreiro, *op.cit.*, p.26 y *La Escuela de Agricultura*, 1 de junio de 1878, p.1. Consulta: HNNDM.

⁸⁵ *Ibid.*

⁸⁶ Barreiro, *op.cit.*, p.37.

⁸⁷ Barreiro, *op.cit.*, p. 74 y “Programas de estudio y libros de texto de la escuela”, 1900, en AGN, Administración Pública Federal s. XIX, Instrucción Pública y Bellas Artes, caja 222, exp.11, f.119 y 385.

⁸⁸ Urbán, “Fertilizantes químicos...”, p.68.

⁸⁹ “Lista de profesores sustitutos”, s/f, AHBNAH-ENA, v.286, exp.54, f.413. Para consultar los profesores de física de la Escuela Nacional de Medicina y de la Escuela Nacional Preparatoria véase: Roberto Ríos Vargas, “La enseñanza de la física en la Escuela Nacional de Medicina en el siglo XIX”, tesis de licenciatura en Física, UNAM-Facultad de Ciencias, 2003, p.15 y Miguel Núñez, *La enseñanza de la Física y las Matemáticas en la Escuela Nacional Preparatoria: los primeros años (1868-1896)*, Guanajuato, Universidad Autónoma de Guanajuato, Centro de Investigaciones en Ciencias Sociales, 2004, p.57, 106-107 y Ramos Lara, “Historia de la física...”, p.197-206.

Cuadro 6. Profesores de cursos de física de la ENAV		
Profesor	Cursos	Años
Joaquín Varela Salcedo	Física	1854-1861
Arquitecto Juan Cardona	Mecánica	1857-1861
Fernando Rondero	Física	1877-1878
Ingeniero Ventura Alcérreca	Mecánica	1877
Ingeniero agrónomo Adolfo Barreiro	Mecánica	1878
Ingeniero agrónomo José Izquierdo	Física y Meteorología Agrícolas	1893
Ingeniero agrónomo Rafael Barba	Mecánica Agrícola	1893, 1904, 1906-1907
Farmacéutico Maximino Río de la Loza	Profesor sustituto de Física	—
Arq. Miguel O’Gorman	Profesor sustituto de Mecánica	—

Se desconoce el número de horas que conformaban los cursos de física. Sólo se tiene información suficiente para precisar que bajo la tutela de Rondero y de Barreiro los alumnos debían asistir lunes, miércoles y viernes a sus clases.⁹⁰ Otro dato que resulta de interés señala que de un total de 58 inscritos en 1899, los cursos de física obtuvieron buen respaldo por parte de los estudiantes ya que fueron las clases con el segundo y tercer lugar de mayor asistencia, sólo precedidas por Prácticas y Conferencias como se muestra a continuación:

Cuadro 7. Asistencia media mensual de los ingenieros agrónomos y mayordomos en el año escolar de 1899															
Curso	Física	Química	Mecánica	Topografía	Dibujo de máquinas	Tecnología	Agricultura	Botánica	Zoología	Exterior	Economía	Construcciones	Zootecnia	Prácticas y conferencias	Dibujo topográfico
Alumnos	16	16	17	14	10	14	13	13	13	14	8	8	10	36	15

Fuente: “Informe de la Escuela Nacional de Agricultura” en *Revista de la Instrucción Pública Mexicana*, México, 1 de julio 1900, p.265.

⁹⁰ *La Escuela de Agricultura*, 1 de junio de 1878, p.1. Consulta: HNDM.

El no contar con el número de horas promedio para estos cursos obliga a matizar el argumento sobre el respaldo por parte de los alumnos hacia la física y la mecánica. Además, se debe recordar que para fines de siglo, estas clases se impartían en el primer año de los estudios profesionales y, probablemente, había mayor cantidad de alumnos de ingreso que para las materias de últimos años. Considerando lo anterior, vale la pena mencionar que los cursos de física a finales del siglo XIX eran clases impartidas a un número considerable de alumnos, en comparación con el resto de las materias.

La información que permitirá esbozar más detalladamente las características de los cursos de física proviene de los informes de profesores. Las anotaciones de los primeros profesores de los cursos de física de la ENAV, Juan Cardona (de 1857 a 1861) y Joaquín Varela (de 1854 a 1861) sólo corresponden a cierto periodo histórico; sin embargo, cabe suponer que sus obras sentaron las bases para sus sucesores pues sus escritos permiten identificar los orígenes de la física dentro de la ENAV, los cuales debieron haber sido considerados, ya fuera para modificarlos, aceptarlos o rechazarlos, por los demás profesores de dicha disciplina.

El primero de estos documentos data de 1859 y fue elaborado por Cardona, titular de la clase de Mecánica. Las carreras que eran impartidas en la ENAV correspondían a las mencionadas en el plan de 1856 (anexo 1), a saber, mayordomo inteligente; administrador o agricultor teórico práctico y profesor de agricultura o agrónomo. Al respecto, Cardona detalló que el contenido de su curso de Mecánica era el siguiente:⁹¹

introducción; movimiento de un punto; movimiento de un sistema invariable; movimientos compuestos incluyéndose en estos los movimientos referidos a coordenadas rectilíneas y polares; la teoría de los movimientos relativos; movimiento de un punto material sometido a una fuerza de dirección y magnitud constantes; teoría de los momentos en el caso de las fuerzas aplicadas a un

⁹¹ No se cuenta con el plan de estudios de 1859. Sin embargo, cabe mencionar que los planes de estudio anteriores (anexo 1: planes 1853 y 1856) mencionan que el nombre del curso era Mecánica racional e industrial (1853) y Construcción (1856) el cual contenía mecánica aplicada a la agricultura.

mismo punto material; movimiento rectilíneo de un punto material; ejemplos de este movimiento y movimiento curvilíneo de un punto material.⁹²

Además, mencionó que su clase abarcaba el estudio de las máquinas simples, la teoría de los líquidos y la del rozamiento (fricción), con base en textos de diversos autores.⁹³ El estudio de estos temas tenía que ser complementado con toda una serie de instrumentos con los cuales los estudiantes pudieran experimentar y comprobar los conceptos teóricos.⁹⁴

Cabe destacar que los conocimientos de mecánica durante los primeros años de vida de la ENAV estaban destinados exclusivamente a los estudiantes de la carrera más especializada y de más larga duración, el profesor de agricultura, con el curso de Construcciones, donde se abarcaba la mecánica aplicada a la agricultura (ver anexos 1 y 2: plan 1856). Al haber sido excluida de los planes de mayordomo y agricultor (anexo 1, plan 1856) es posible suponer que dichos conocimientos eran considerados tan especiales que sólo eran necesarios para los estudiantes de profesor. Para ellos, el curso de mecánica estaba orientado principalmente a conocer las leyes del movimiento y los efectos de las fuerzas sobre los cuerpos. Este tipo de conocimientos, aunados al estudio de las máquinas simples, de los líquidos y de la fricción, pudieron haber representando una primera base para que los alumnos comprendieran el funcionamiento de las máquinas agrícolas, tan prestigiadas e importantes desde aquel entonces.⁹⁵

A principios de 1861 el maestro Cardona elaboró un informe, cuando era titular del curso de mecánica. El documento responde a la solicitud que hizo el entonces director de la escuela en San Jacinto, Juan N. Navarro,⁹⁶ para conocer los estudios que se seguían en el recinto. Los

⁹² "Materias estudiadas...", f.163.

⁹³ *Ibid.*

⁹⁴ Sobre el listado de instrumentos para el curso de mecánica de Cardona, hablaré en el capítulo 3.

⁹⁵ Durante el siglo XIX, la progresiva invención de maquinaria agrícola sentó las bases para el progreso de la agricultura. La mecanización agrícola significó el progreso de la agricultura a partir de la simplificación del trabajo en las operaciones agrícolas. Véase: Maroto Borrego, *op.cit.*, p. 259 y Julio Luelmo, *Breve historia de la agricultura en Europa y en América*, México, Atlante, 1958, p.76-78.

⁹⁶ Palacios Rangel, *op.cit.*, p.59

profesores respondieron a su petición y Cardona indicó que el texto empleado en su curso era el de Faffé, *Mecánica aplicada a las máquinas*.⁹⁷ Cardona procuró vincular los conocimientos de la mecánica al estudio y comprensión de las máquinas y, es de suponer, en especial aquellas que pudieran servir a la agricultura.

Por otra parte, Joaquín Varela, catedrático de Física General y Experimental, en su informe de 1861 pormenorizó la estructura de su clase, la cual era obligatoria -a diferencia del curso de mecánica de Cardona-, para todas las carreras: agricultor o administrador teórico práctico, mayordomo inteligente y profesor de agricultura o agrónomo (anexos 1 y 2: plan 1856). Varela describió el método empleado en su clase de la siguiente manera:

[...] se ha adoptado un método que podría llamarse de observación, rigurosamente demostrativo y experimental, haciéndose las diversas aplicaciones consiguientes a las distintas profesiones a que pretenden dedicarse los alumnos. Se hace concurrir a éstos a éstos a mis lecciones y además acompañan al preparador a disponer lo necesario a su parte experimental.⁹⁸

De lo anterior se desprende que la clase de física tenía dos componentes: uno teórico, en el cual el alumno debía asistir a las lecciones del profesor y uno práctico en el cual se realizaba la parte experimental con la ayuda de un preparador. Esta inquietud por enseñar a los alumnos tanto la parte de teoría como la de aplicación permeó el contenido de la enseñanza de la física desde sus comienzos.

El informe deja ver el gran peso que se confirió al aspecto práctico de la física al hacer hincapié en el hecho de que el curso se basaba principalmente en la observación, la demostración y la experimentación. Este afán por promover el lado aplicado de la física y vincularlo directamente a la experimentación responde, de acuerdo con Varela, a la necesidad de aprovechar el conocimiento según la profesión elegida por cada alumno. El método de observar, demostrar y

⁹⁷ “Plan de estudios...”, f.243. Poco se sabe sobre este libro de texto del cual no se conservan ejemplares en las bibliotecas y archivos consultados para la presente investigación. La única referencia que se tiene es que, para 1884, dicha obra era empleada en el curso de Mecánica Analítica y Aplicada de la ENI. Véase: Ramos Lara, “Historia de la física...”, p. 120.

⁹⁸ “Plan de estudios...”, 23 de febrero 1861, f.245.

experimentar con el que el profesor caracterizó a su curso y que posibilitó que fuera conocido como uno de física experimental, tuvo la intención de permitir que el alumno dirigiera los resultados de sus experimentos hacia los objetivos de su carrera en particular.

La escasa información resguardada en los archivos sólo permite aseverar que, de acuerdo con el informe de 1861, el curso de física era impartido de diversas maneras y, por lo tanto, tenía objetivos distintos. Este mismo documento brinda un ejemplo al respecto:

No es posible pormenorizar el programa de las materias que se estudian porque, como he dicho antes, se consagran a diversas profesiones los cursantes de esta clase, y esto, me obliga necesariamente cada año a modificarlo, dando mayor o menor preferencia y extensión a tal y cual ramo: sea por ejemplo el caso actual, en el que, el único cursante que tengo desea adquirir los conocimientos del agricultor: se le enseñarán todos los ramos de la física general, deteniéndose más particularmente en el estudio del calórico, de la electricidad, de la meteorología y climatología, siendo de advertir que en la clase de mecánica ha adquirido los conocimientos hidráulicos necesarios.⁹⁹

Varela dejó claro que su curso poseía un carácter especializado y que un aspirante a cierta profesión obtendría de su clase determinados temas con mayor precisión y profundidad que otros. Cabe destacar que esta atención especializada en la cátedra de Física General y Experimental resulta ser una particularidad de la ENAV.

Ya se ha mencionado que en la ENP la cátedra la Física se enseñaba sin un fin utilitario directo pues era obligatoria para todos los que ingresaban y no importaba la profesión que posteriormente estudiarían.¹⁰⁰ Al igual que el curso de física de la ENAV, en la ENP los alumnos se ejercitaron entre lo teórico y lo práctico, sólo que en este último recinto dicha relación se vio subrayada a partir del último tercio del siglo XIX.¹⁰¹

⁹⁹ *Ibid.*

¹⁰⁰ Núñez y Saldaña, *op.cit.*, p.109 y 112.

¹⁰¹ *Ibid.* y Núñez, *op.cit.*, p.78. Sobre la ENP cabe destacar que se conoce el modo en que era impartida la cátedra de Física. Núñez menciona que el profesor exponía con desarrollos en el pizarrón y hacía un dictado de apuntes con sus explicaciones. Además, se contaba con un importante componente de enseñanza experimental. Véase: *Ibid.*, p.147-148. Debo reconocer que desconozco este procedimiento para el caso de la ENAV. Lo anterior podría arrojar pistas del modo en que se ha desarrollado e impartido la enseñanza de la física en nuestro país.

Otro es el caso del Colegio de Minería y de la Escuela Nacional de Ingenieros. Se sabe que los cursos de física en la primera estaban divididos en una parte teórica y práctica y el aspecto práctico era reducido notablemente.¹⁰² En la segunda, las materias de física han sido identificadas como piezas clave para de la formación de ingenieros ya que debían: “utilizar los principios fundamentales de esta disciplina para determinar el funcionamiento e incluso llegar a construir una máquina o un instrumento”.¹⁰³

El informe de Varela permite conocer el contenido de la física dentro de los estudios agrícolas: el futuro agricultor teórico práctico obtendría los conocimientos generales de la física y, en especial, el estudio del calor, la electricidad, la meteorología y climatología. Subrayo la presencia de la meteorología pues, si bien es cierto que hasta el plan de 1868 aparece vinculada directamente con el nombre del curso (véase anexo 2), durante el periodo de Varela era enseñada como parte de su cátedra.

Se cuenta con un par de documentos más de finales del siglo XIX que detallan los programas de Física y Meteorología Agrícolas, Mecánica Agrícola e Hidromensura y de Mecánica Agrícola. El primero data de 1893, con las carreras de ingeniero agrónomo y mayordomo de fincas rústicas (anexo 1: plan 1893). Es posible identificar la razón y el objetivo por el cual los conocimientos de física eran enseñados como parte de los estudios agrícolas a finalizar el siglo.

De acuerdo con lo estipulado por el contenido para la clase de física y meteorología agrícolas, tanto para ingenieros como para mayordomos (anexo 3), al iniciar la última década del siglo XIX los principales temas se habían concentrado en la meteorología, el empleo de los instrumentos adecuados para las observaciones meteorológicas y la obtención de datos. Con las

¹⁰² Ramos Lara, “El Colegio de Minería...”, p.28.

¹⁰³ Ramos Lara, “Historia de la física...”, p.7 y 87.

sutilezas en que difiere el contenido de ambas carreras, la meteorología y su relación con la agricultura era el núcleo principal de la cátedra ya que todo el programa se construyó en torno a estos ejes. A diferencia de los cursos de física de Varela (1854-1861) en los cuales se estudiaban todas las ramas de la física; en el curso de física de finales del siglo una de sus ramas, la meteorología, debía preparar a los futuros profesionales de la agricultura para la observación, obtención, previsión, análisis y comprensión de los diversos factores atmosféricos que interfieren en las actividades agrícolas pues cada región climática del país se relacionaba con un tipo de cultivo.

Un programa mucho más detallado para la cátedra de Física y Meteorología Agrícolas se puede encontrar para el año escolar de 1900 (véase anexo 4), para las mismas carreras de 1893, a saber, ingeniero agrónomo (anexo 4.1) y mayordomo de fincas rústicas (anexo 4.2). Como se puede apreciar en este anexo, ya al finalizar el siglo el contenido de la cátedra para la carrera de ingeniero agrónomo estaba enfocado en su totalidad a la comprensión de diversos fenómenos atmosféricos. Se quería que el profesional conociera los efectos del cambio de presión y temperatura en los vientos y sus repercusiones en los cultivos. Que estudiara las corrientes marítimas y las precipitaciones y que comprendiera sus causas y consecuencias en la tierra. Que identificara la actuación de la luz, el calor y la humedad en los cultivos. Que aprendiera a tomar y analizar variaciones de temperaturas y que conociera los fenómenos eléctricos de la atmósfera para identificar sus efectos en la agricultura; entre otros conocimientos.

Este vasto y ambicioso programa para la cátedra de Física y Meteorología Agrícolas tenía un componente teórico muy claro, a través del cual el alumno adquiriría la información necesaria para entender las causas y los alcances de un gran número de fenómenos meteorológicos. Resulta notable que en varias ocasiones se mencione la necesidad de introducir al futuro profesional agrícola en el uso de distintos instrumentos meteorológicos, que serán abordados en el siguiente

capítulo, para que él mismo pudiera emprender un estudio y análisis de las condiciones atmosféricas que actuaban sobre un determinado cultivo en un lugar y tiempo precisos. Aunque será tratado con mayor profundidad más adelante en esta investigación, me importa por el momento destacar que, a partir del programa de la cátedra, es posible comenzar a comprender el lugar desempeñado por dichos instrumentos en la enseñanza de la física en la ENAV.

El contenido de la cátedra de Física y Meteorología Agrícolas para el mayordomo de fincas rústicas (anexo 4.2) estaba dividido en dos partes: una de física general y otra de meteorología. Se debe recordar que para el plan de 1893 (anexo 1), los ingenieros debían cursar estudios preparatorios mientras que los mayordomos sólo requerían cuatro años de enseñanza primaria elemental.¹⁰⁴ No se cuenta con información para precisar si en 1900 aún existía esta diferencia entre ambas carreras. Sin embargo, el programa para mayordomos de 1900 (anexo 4.2) incluía temas de física general (hidrostática, calórico, electricidad, magnetismo, acústica y óptica) pues los alumnos no habían contado con estudios preparatorios que los introdujeran a los mismos, a diferencia de los ingenieros, quienes se concentraron primordialmente en el estudio de la meteorología (anexo 4.1).

Ambas carreras tenían propósitos distintos dentro de la ENAV y, por lo mismo, el mayordomo debía abarcar el contenido de la cátedra en mucho menos tiempo que el ingeniero.¹⁰⁵ Sin embargo, al cotejar el contenido para las dos carreras (anexo 4), se ve que ambas compartían el estudio de la meteorología aunque en intensidad distinta ya que el programa para ingenieros

¹⁰⁴ Gómez, *op.cit.*, 42.

¹⁰⁵ Estas afirmaciones distan mucho de ser la conclusión final sobre este tema. Debo reconocer que para comprender la diferencia entre el contenido de la cátedra de Física y Meteorología Agrícolas para ingenieros agrónomos y mayordomos de fincas rústicas me hace falta contar; en primer lugar, con el número de horas que cada uno de estos destinaba a dicho curso y, en segundo lugar, sería muy provechoso analizar el contenido de los estudios preparatorios que los ingenieros tomaban en la ENP y el de los estudios de primaria elemental que necesitaban los mayordomos. Por el momento, este análisis queda fuera de los límites de mi investigación.

era más extenso y detallado, mientras que el de mayordomos estaba dividido en una parte de física general y en otra de meteorología, sin alcanzar el detalle que se otorgó a los ingenieros.

Con base en los reportes de finales del siglo XIX, resulta posible señalar que uno de los sentidos de la disciplina de la física dentro de los estudios de la ENAV era otorgar al alumno los conocimientos necesarios para medir, evaluar, interpretar y comprender los diversos fenómenos meteorológicos a los que la agricultura se ve sujeta. Es por ello que la meteorología ocupó un lugar tan destacado dentro de la enseñanza de la física en el establecimiento. A tal grado que se puede aseverar que la mayor parte de la cátedra de física, por lo menos en la década de los noventa, estuvo constituida por el estudio de la meteorología tanto en su parte teórica (aportar los conocimientos de la física para que el alumno comprendiera las causas y consecuencias de los fenómenos atmosféricos) como práctica (empleo de los instrumentos para la obtención y análisis de datos).

Lo anterior no dista mucho de lo referido por Varela para el año de 1861. Dado que para esa época no existía un establecimiento como la ENP, durante su estancia como profesor (1854-1861), articuló su curso en torno a las diversas ramas de la física general, a diferencia de lo que se planteaba para finales del siglo XIX, donde el contenido estaba enfocado principalmente hacia la meteorología tanto en los ingenieros como en los mayordomos (anexos 3 y 4), aunque estos últimos hayan contado, asimismo, con cursos de ramas generales de la física para 1900.

Ahora bien, ¿qué sucedió con los cursos de mecánica durante la última década del siglo XIX? Se tiene que para 1893, el nombre del curso difería entre los ingenieros y los mayordomos. Los primeros llevaban “Mecánica Agrícola e Hidromensura” mientras que los segundos veían “Mecánica Agrícola” (ver anexo 2: plan 1893). No obstante, los mayordomos sí tuvieron conocimientos de hidromensura como lo demuestra el contenido de su clase al mencionar que estudiaban “medidas de aguas” y la cantidad de agua necesaria para cada cultivo, conocimientos

que pertenecen a la hidromensura (anexo 3). Lo que más destaca de ambos programas es el estudio de los motores, instrumentos y máquinas agrícolas. La mecánica aplicada a la agricultura contribuiría al estudio y a la apropiación de diversos instrumentos agrícolas y al estudio del agua para los cultivos. Para los ingenieros, la hidromensura también comprendía el estudio de las máquinas empleadas en la elevación de las aguas, aspecto que distinguía su programa del implementado para los mayordomos. Ambas carreras debían realizar una práctica donde podrían manejar los instrumentos vistos en clase.

Para 1900 se contó con un programa más detallado para las cátedras de Mecánica Agrícola e Hidromensura, para los ingenieros, y Mecánica Agrícola para los mayordomos (anexos 1 y 2: plan de 1900). Los contenidos pueden ser revisados en el anexo 5. Para el caso de los ingenieros es posible apreciar que su curso estaba bien delimitado por los conocimientos de mecánica aplicada a la agricultura y por los de hidromensura (anexo 5.1). El futuro ingeniero veía diversos aspectos teóricos de las fuerzas y el empleo de dinamómetros; diversos instrumentos y máquinas empleadas en el trabajo agrícola y temas de hidromensura, donde empleaba sus conocimientos al manejo de sistemas de riego, depósitos y canales, calculando el gasto, la velocidad y el volumen de las aguas.

El mayordomo en su clase de Mecánica Agrícola abarcaba temas generales, como el estudio de las fuerzas, el movimiento, el equilibrio, las máquinas simples y el trabajo para que posteriormente se pasara al estudio de la mecánica aplicada a la agricultura (anexo 5.2). Además de esos temas generales de la mecánica, el estudiante de mayordomo debía abarcar casi los mismos contenidos de mecánica agrícola que los ingenieros, los cuales estaban destinados al estudio de diversos instrumentos y maquinaria agrícola.

¿Cómo explicar la presencia de estos temas para los cursos de física de la ENAV? ¿De qué modo pudieron haberse adentrado los profesores y sus alumnos en tales conocimientos? Para

responder lo anterior, se verán las diversas obras que se emplearon en las cátedras de física de la ENAV.

2.2 Libros de texto para los cursos de física

Los libros de texto empleados fueron en su mayoría importados de Europa, principalmente de Francia. Lo anterior no resulta un hecho aislado; por el contrario, se tiene noticia que en la ENP, en la de Medicina y en la de Ingenieros sucedió lo mismo. Para las dos primeras escuelas, se sabe que uno de los textos empleado en el curso de física fue el del profesor de física y matemáticas francés, Adolphe Ganot, *Tratado de física experimental y aplicada y de meteorología*, de la cual se contaba con una traducción al castellano.¹⁰⁶ La ENAV no se quedaría atrás pues en 1859 Varela registró que ése era la obra que acompañaba a su curso.¹⁰⁷ Además, Ganot aparece en un índice de obras utilizadas en la escuela y, a pesar de que éste no esté fechado, permite constatar su presencia dentro de la ENAV durante el siglo XIX.¹⁰⁸

Un ejemplar de Ganot editado en 1880 abarcaba los principales temas de física: fuerzas y movimiento, atracción universal entre los cuerpos, propiedades de los líquidos y de los gases, acústica, el calor, el estudio de la luz y la óptica, magnetismo, electricidad dinámica y estática, meteorología y climatología. El contenido era presentado en un lenguaje claro, de fácil comprensión y proporcionaba una serie de problemas resueltos. Había un amplio repertorio de

¹⁰⁶ Ríos Vargas, *op.cit.*, p.21-22 y Núñez y Saldaña, *op.cit.*, p.113. Para el caso del ejemplar empleado en la ENP, se cuenta con ficha bibliográfica precisa: Adolphe Ganot, *Tratado elemental de física experimental y aplicada, y de meteorología*, vertido al castellano por A. Sánchez de Bustamante, primera y única traducción española conforme a la novena edición francesa, Madrid, Librería de Aug. Bouret, 1860. Sin embargo, los archivos y bibliotecas que consulté para la presente investigación no resguardan ejemplares de esta edición.

¹⁰⁷ "Materias estudiadas...", f.164.

¹⁰⁸ "Índice de obras", s/f, AHBNAH-ENA, vol. 286, exp.55, f. 414/r.

imágenes y descripciones sobre instrumentos y máquinas con lo que los profesores y alumnos de la ENAV pudieron familiarizarse con el instrumental más común del que se valía la física.¹⁰⁹

Al revisar este texto es posible comprender el motivo por el cual la meteorología estaba vinculada a la física. El autor francés define a la primera como la parte de la física que estudia los meteoros, fenómenos que se producen en la atmósfera.¹¹⁰ Indica que al agricultor, esta “ciencia emergente” le ofrece aplicaciones de gran interés.¹¹¹ La obra incorpora la descripción y explicación del movimiento y tipos de vientos así como de los ciclones, los tornados y las trombas. Dedicó otra sección al estudio de los hidrometeoros como la lluvia, el granizo, el rocío, la niebla, la nieve y termina con la explicación de los fenómenos eléctricos y luminosos de la atmósfera. En la parte de climatología, explica la variación de la temperatura mensual, los climas y la previsión del tiempo. Menciona los principales observatorios meteorológicos franceses y enseña a distinguir e interpretar los signos del tiempo. Además, confiere un apartado especial con imágenes para distinguir y explicar el uso de diversos instrumentos meteorológicos.¹¹² Varela, al haber empleado esta obra como el texto para su curso, posibilitó el acercamiento de dichos conocimientos a los futuros profesionales de la agricultura en México.

Ganot remite a sus lectores a las investigaciones meteorológicas en Francia y, en especial, al trabajo de Marié Davy, director del Observatorio Meteorológico de Montsouris.¹¹³ En la ENAV también se reconoció a este último como una autoridad en la meteorología. Por lo

¹⁰⁹ Es importante advertir al lector que, a pesar de que Varela menciona el texto de Ganot desde 1859, para la presente investigación incorporo la edición más vieja que pude consultar y que resguardan los archivos y bibliotecas que consulté. Este ejemplar data de 1880. Los años de diferencia pueden representar un hueco dentro de mi investigación; no obstante, considero necesario bosquejar el contenido de la edición de 1880 pues puede ayudar al lector a comprender los temas que Ganot abarcaba. Adolphe Ganot, *Traité élémentaire de physique expérimentale et appliquée et de météorologie. Suivi d'un recueil de 100 problèmes avec solutions*, Paris, Chez l'auteur, 1880, 976 pp. Consulta: AHFI-UNAM

¹¹⁰ *Ibid.*, p. 877.

¹¹¹ *Idem.*

¹¹² *Ibid.*, p.919 y 924.

¹¹³ Ganot, *op.cit.*, p.877.

menos desde 1897 hasta 1901 fue utilizado en la escuela el libro *Meteorología y física agrícolas* de Davy para la cátedra de Física y Meteorología Agrícolas (anexo 2: planes 1893 y 1900).¹¹⁴

En esta obra, el autor describe la composición y propiedades de la atmósfera; explica las fuentes de calor en la tierra, así como sus variaciones; los efectos de la luz en las plantas y cómo obtener medidas de radiación solar; presenta gráficas y expone el método para obtener la suma de calor y luz necesarias para las plantas; detalla los efectos del agua en los cultivos y la repartición de las lluvias en el globo terráqueo y su influencia en la tierra; dedica una sección especial para las diversas regiones de Francia; estudia los vientos, el vapor y los instrumentos higrométricos; identifica los hidrometeoros y aclara los daños en los cultivos por el exceso de agua y por temperaturas extremas; avanza hacia la determinación de regiones agrícolas; puntualiza los métodos para el pronóstico del tiempo con base en el barómetro y el termómetro; demuestra las ventajas de obtener la periodicidad de las temperaturas y las predicciones lunares para predecir fenómenos meteorológicos.¹¹⁵ Davy, al igual que Ganot, subraya la importancia de la meteorología en los estudios agrícolas.¹¹⁶

Otra obra empleada para ese mismo curso en 1897 fue *La previsión del tiempo y las predicciones meteorológicas* del francés G. Dallet.¹¹⁷ El autor se preocupa por identificar los orígenes y los beneficios de la meteorología para las actividades humanas y establece una serie de

¹¹⁴ "Libros de Texto para las Escuelas Nacionales Superiores" en *Revista de la Instrucción Pública Mexicana*, México, 15 de enero de 1897, 15 de febrero de 1898, 15 de junio 1899, 15 de febrero de 1901, p.644, 697, 449 y 553 respectivamente. En estas listas no se indican año ni edición de las obras. Sólo se menciona el título en castellano, tal como lo he citado. Esto hace pensar que o bien se contaba con una edición de los libros traducida al castellano para ese entonces o que, el redactor de la *Revista de la Instrucción Pública Mexicana* tradujo los títulos literalmente del francés. Esto será válido para las diversas obras que se obtengan de dicha publicación y que mencionaré a lo largo de este apartado. Consulta: HNDM.

¹¹⁵ Al igual que el texto de Ganot, para mi investigación me valgo de la obra de Davy más cercana al periodo 1897-1901, donde fungió como libro de texto, y que se encuentra en las bibliotecas y archivos que consulté. Dicho ejemplar es de 1888 y no se cuenta con versión castellana: Marié Davy, *Météorologie et physique agricoles*, 3 ed., París, Librairie Agricole de la Maison Rustique, 1888, 370 pp. Consulta: AHFI-UNAM.

¹¹⁶ *Ibid.*, p.VIII.

¹¹⁷ Al igual que los otros títulos publicados en la *Revista de la Instrucción Pública Mexicana*, tampoco se proporcionan datos sobre el año, edición del texto o idioma en el que se consultaba. "Libros de Texto...", 15 de enero de 1897, p.644.

capítulos con ilustraciones detallando el funcionamiento, la aplicación y la lectura de diversos instrumentos empleados para las observaciones meteorológicas, mismos que Ganot y Davy mencionan en sus obras. Todo esto permite que el lector de Dallet pueda comprender, en los siguientes capítulos, las distintas formas de predicción del tiempo.¹¹⁸

Tanto el texto de Davy como el de Dallet estaban destinados a los futuros ingenieros agrónomos. En la carrera de mayordomo se destinaron otros textos para la cátedra de Física y Meteorología Agrícolas. El primero de ellos fue el de J. Langlebert, *Tratado de física*, empleado de 1897 a 1899,¹¹⁹ el cual contenía los temas generales de la física, al igual que el texto de Ganot, sin incluir la parte de meteorología.¹²⁰ Este libro contiene dibujos y grabados de instrumentos y aparatos para experimentos de física general y para observaciones meteorológicas.

Para compensar en el futuro mayordomo la carencia del estudio de meteorología en el texto de Langlebert, se designó un segundo libro de texto, a saber, la obra del español Diego Navarro Soler que denominaron como *Meteorología, climatología y previsión del tiempo*.¹²¹ El autor expone que el estudio de la meteorología ha contribuido eficazmente al desarrollo de la agricultura y repasa de manera general los temas que la constituyen.¹²²

Con base en los contenidos de estos textos es posible argüir que la diferencia entre las obras de física y meteorología agrícolas seleccionadas para las dos carreras radicó en su

¹¹⁸ La edición más cercana a la que se pudo haber estudiado en 1897 y que se encuentra en las bibliotecas y archivos que consulté es: G. Dallet, *La prévision du temps et les prédictions météorologiques*, Paris, J. B. Bailliere, 1887, 336 pp. Consulta: AHFI-UNAM.

¹¹⁹ La *Revista de la Instrucción Pública Mexicana* tampoco menciona año, edición ni idioma en el que el texto de Langlebert debía ser implementado. Véase : “Libros de Texto...”, 15 de enero de 1897, 15 de febrero de 1898, 15 de junio 1899, p.644, 698 y 450, respectivamente.

¹²⁰ Nuevamente, la edición más cercana a la que se pudo haber estudiado desde 1897 y que se encuentra en las bibliotecas y archivos que consulté es: J. Langlebert, *Manuel de physique*, Paris, Imprimerie et Librairie Classiques, 1874, 464 pp. Consulta: AHFI-UNAM.

¹²¹ La *Revista de la Instrucción Pública Mexicana* tampoco menciona año o edición en el que el texto de Navarro Soler debía ser implementado. “Libros de texto...”, 15 de enero de 1897, 15 de febrero de 1898, 15 de junio 1899, p.644, 698 y 450, respectivamente.

¹²² Probablemente se referían a la obra de Navarro Soler titulada *La atmósfera en sus relaciones con la agricultura y el pronóstico del tiempo*, Valladolid, Maxtor, 2007, 464 pp. [Edición facsimilar de la de 1877].

contenido y, por lo tanto, en la dirección de la carrera. Las obras de Davy y Dallet son más precisas y contienen más detalles sobre la meteorología. El mayordomo tenía que estudiar el tema de manera más general a partir del texto de Navarro Soler, además de revisar los conceptos generales de la física con la obra de Langlebert.

La totalidad de temas que contenían las obras de Ganot, Davy y Dallet puede ser apreciada en el contenido de la cátedra de Física y Meteorología agrícolas para la carrera de ingeniero agrónomo a finalizar el siglo (ver anexo 4.1). Con esto se puede afirmar que, por lo menos para la época en que datan los documentos (1897-1900), el programa de física se estructuró en cierto grado con base en las obras que se utilizaron para impartirlo.¹²³ No obstante se debe señalar que ciertos aspectos de este programa están orientados a temas y regiones agrícolas de México (anexo 4.1). Esto permite apreciar el interés por estudiar y aplicar dichos conocimientos con base en referentes mexicanos. En cuanto al curso para mayordomos, se puede aseverar que constó de dos partes: una de física general y otra de cuestiones de meteorología, donde también se incluyeron temas sobre los climas, regiones, agrícolas y frutos mexicanos (anexo 4.2, décimo sexta parte). Si bien dejaron a un lado ciertos temas muy específicos que los ingenieros sí veían, los mayordomos debieron asimilar temas generales sobre la meteorología y sobre los instrumentos necesarios en las observaciones necesarias (ver anexo 4.2).¹²⁴

¹²³ Este caso puede ser documentado en otras escuelas del siglo XIX. Para el caso del Colegio de Minería y la ENI, se ha demostrado que los contenidos de los cursos de física se dieron en función de los textos que emplearon, los cuales fueron también importados de Europa, principalmente de Francia. Véase: Ramos Lara, "Historia de la física...", p.171. Lo mismo se puede aseverar para el caso de la Escuela de Medicina. Véase: Núñez, *op.cit.*, p.25. Así como Varela fomentaba que en sus cursos se orientara la enseñanza de acuerdo a la profesión que cada estudiante había elegido; en la ENP, los contenidos de los textos franceses se adecuaron a los conocimientos y características del alumnado. Véase: Núñez y Saldaña, *op.cit.*, p.132.

¹²⁴ Debo mencionar que se tienen conocimientos sobre otros textos de física empleados en la escuela; sin embargo, los documentos en donde aparecen no están fechados o no encontré el contenido de los mismos. Éstos son: *Annales de chemie et physique; Elementos de física experimental y meteorología* de Pouillet; *Curso de física y meteorología* de E. Duclaux; *Predicción del tiempo* de J.R. Plumandon. Para cada texto, consúltese respectivamente: "Factura duplicada de instrumentos y otros objetos encargados para la práctica de los alumnos por conducto del Ministerio de Fomento, a Europa", 1856, AHBNAH-ENA, vol.273, exp. 12, f.80; "Índice de obras"..., f.414 y "Lista de obras compradas para la biblioteca de la Escuela de Agricultura", s/f, AHBNAH-ENA, vol.286, exp.88, f.489 y para los

Para el curso de Mecánica Agrícola e Hidromensura, los estudiantes de ingeniería agrónoma debieron consultar desde 1897 hasta 1901 el texto del ingeniero topógrafo y profesor de la ENI, Manuel Fernández Leal (1831-1909), titulada *Hidromensura o medida del agua*.¹²⁵ El autor explica diversos aspectos de la hidráulica, como el estudio del agua saliendo de un depósito, corriendo en un lecho, obrando como motor y en estado pasivo elevada por máquinas.¹²⁶ Proporciona al lector una serie de conceptos teóricos, explicaciones, fórmulas e instrumentos para facilitar la obtención y análisis de la medida o cantidad de agua en un lugar específico, con el objetivo de distribuir y conducir aguas a una población, abastecer canales de navegación y riego, defender los campos contra las inundaciones, mejorar el desagüe y saneamiento de ciudades y comarcas y aprovechar el agua como motor.¹²⁷

Además de esta obra, los ingenieros debían revisar para ese mismo curso el texto del francés Alfonse Tresca, profesor de la Escuela Central de Artes y Manufacturas y del Instituto Nacional Agronómico de Francia, *Material agrícola moderno* (1897-1901).¹²⁸ En el primer tomo, el autor recorre el amplio repertorio de instrumentos y máquinas empleadas en la agricultura, y explica, con base en conocimientos de la física, su modo de operar.¹²⁹ Entre algunos de los instrumentos de labranza están: el arado y sus partes, el azadón, rastras y azadas. Sobre máquinas

dos últimos textos véase: “Libros de Texto...”, 15 de enero de 1897, 15 de febrero de 1898, 15 de junio 1899, p.644, 697 y 449 respectivamente.

¹²⁵ En este caso, la *Revista de la Instrucción Pública Mexicana* tampoco proporciona el año o edición del texto de Fernández Leal que los Ingenieros debían consultar. Véase: “Libros de Texto...”, 15 de enero de 1897, 15 de febrero de 1898, 15 de junio 1899 y 15 de febrero de 1901, p.644, 697, 449 y 553 respectivamente.

¹²⁶ Remito al lector a la versión más cercana al periodo en que dicho texto se empleó (1897-1901) y que se encuentra en las bibliotecas y archivos que consulté: Manuel Fernández Leal, *Hidromensura o medida del agua*, México, Ofic. Tip. de la Secretaría de Fomento, 1884, 69 pp. Consulta: AHFI-UNAM.

¹²⁷ *Ibid.*, p. 67.

¹²⁸ La *Revista de la Instrucción Pública Mexicana* tampoco proporciona el año, edición o idioma en el que el texto de Tresca debía ser consultado. Véase: “Libros de Texto...”, 15 de enero de 1897, 15 de febrero de 1898, 15 de junio 1899 y 15 de febrero de 1901, p.644, 697, 449 y 553 respectivamente.

¹²⁹ Nuevamente, remito al lector a la versión más cercana al Tresca que se pudo haber estudiado entre 1897 y 1901. Además, es el único ejemplar que se conserva en las bibliotecas y archivos consultados. Alfonse Tresca, *Le matériel agricole moderne. Instruments d'extérieur de ferme*, tomo 1, Paris, Librairie de Firmin-Didot et Cie., 1893, 526 pp. Colección: Bibliothèque de l'enseignement agricole. Consulta: AHFI-UNAM.

agrícolas, menciona diversos tipos de cultivadoras, segadoras, sembradoras y cosechadoras, por nombrar sólo unas cuantas. Su principal objetivo es que los estudiantes se familiarizaran con el tema para la reducción de la fuerza y el tiempo del trabajo.¹³⁰ Este vasto repertorio de maquinaria e instrumentos agrícolas coincide con el contenido del curso de Mecánica Agrícola e Hidromensura para los ingenieros en el año de 1900 (anexo 5.1).

Lamentablemente no se cuentan con los libros de texto empleados por los mayordomos entre 1897 y 1899 para su curso de Mecánica Agrícola, salvo la obra del profesor y egresado de la ENAV, el ingeniero agrónomo y topógrafo Rafael Barba, *Lecciones de mecánica agrícola*.¹³¹ Dicha obra permitiría apreciar el modo en que un profesor de la escuela preparó una serie de notas destinadas principalmente a los mayordomos.

¿Cómo es posible conocer la forma en que los alumnos de la ENAV aplicaban estos conocimientos; cómo comprender el modo en que fue entendida la necesidad de los conocimientos de la física para la agricultura? Una serie de artículos que aparecieron en el periódico quincenal de la escuela durante el último tercio del siglo XIX dan pistas al respecto.

2.3 La prensa escolar

El primer número del periódico publicado por la ENAV, *La Escuela de Agricultura*, data de 1878 y continúa hasta 1881. En el segundo ejemplar se comenzó a publicar una serie de artículos titulados “Conversaciones sobre Física”. Quien los redactó fue un alumno de la escuela, Jesús González, quien presentó su objetivo a los lectores del siguiente modo: “Nosotros vamos a estudiar simplemente los cambios que sufren los cuerpos siempre que su esencia no se altere.

¹³⁰ *Ibid.*, p.1-4.

¹³¹ Esta importante obra no pudo ser encontrada para la presente investigación en los archivos y bibliotecas consultados. La *Revista de la Instrucción Pública Mexicana* la menciona en: “Libros de Texto...”, 15 de enero de 1897, 15 de febrero de 1898 y 15 de junio 1899, p.644, 698 y 450, respectivamente. Hay que señalar que esta obra también fue utilizada por los ingenieros; sin embargo, el primer registro para esto aparece hasta 1899. Véase: *Ibid.*, p. 450.

Esos cambios se llaman *fenómenos* y la ciencia que los estudia se llama Física”.¹³² Su intención era que los lectores identificaran las causas de diversos fenómenos que experimentaban en la cotidianeidad de la vida agrícola.

González apuntó unos conceptos básicos: las propiedades generales de los cuerpos como el peso, la movilidad, la porosidad, la extensión, la divisibilidad y la inercia.¹³³ Precisó la importancia de comprender el calor, la luz, el magnetismo, la electricidad y la atracción, fuerzas por las que los fenómenos tales como la lluvia, el rocío y las estaciones ocurren. Además, refirió que era necesario reconocer la intensidad de las fuerzas pues diferían las aplicadas por un caballo, un buey y un hombre.¹³⁴ Explicó las características de la gravedad y el equilibrio para aclarar los motivos por los cuales el maíz se “*acama*” (perder su resistencia).¹³⁵ Definió una serie de propiedades particulares tales como la cohesión, dureza, la tenacidad y adherencia para demostrar cómo se puede identificar la resistencia de los cables de cáñamo y de iztle; la razón por la cual ciertas tierras son más difíciles de trabajar y por qué es necesario desmoronar la tierra al momento de labrarla.¹³⁶ Los últimos dos artículos de González se dedican a la explicación de las características de los líquidos, en particular, del agua ya que es para el agricultor el más importante de todos.¹³⁷ Definió el concepto de densidad, ejemplificó el método para obtener la densidad de las tierras y brindó una tabla con la correspondiente para diversos líquidos.¹³⁸ Subrayó la importancia de comprender la presión de los líquidos sobre las superficies ya que: “en la construcción de nuestros diques, de nuestras presas, en donde recogemos las aguas de lluvia

¹³² Jesús González, “Conversaciones sobre Física. Por Jesús González, alumno de la Escuela” en *La Escuela de Agricultura*, México, 20 de junio de 1878, p.2. Consulta: HNMD.

¹³³ *Ibid.*, p.3.

¹³⁴ González, *op.cit.*, 15 de julio de 1878, p.2

¹³⁵ *Ibid.*, p.3.

¹³⁶ González, *op.cit.*, 1 de agosto de 1878, p.1-2.

¹³⁷ González, *op.cit.*, 15 de noviembre de 1878, p.2.

¹³⁸ *Ibid.*

para aprovecharlas en los riegos y otros usos, lo primero que hay que averiguar es la presión que ejercerá el líquido sobre las paredes para darles el espesor conveniente”.¹³⁹

Esta necesidad por observar los problemas del ámbito agrícola bajo la perspectiva de la física también puede ser encontrada en una conferencia de 1879 dada por el ingeniero topógrafo y agricultor teórico práctico, José C. Segura, quien fuera después director de la escuela (1893-1894).¹⁴⁰ Él relató las causas y el modo de actuar del calor, la luz y la electricidad sobre la producción vegetal a partir de conceptos de la física.¹⁴¹

Al analizar los contenidos de los artículos de González y la conferencia del ingeniero Segura, se aprecia lo que era, de acuerdo con los miembros de la ENAV, la primera aplicación de la física en la agricultura: el estudio de los temas generales permitiría comprender las causas de diversos fenómenos presentes en la vida agrícola y, con esto, sería posible mejorar el modo de proceder en el campo.

Varios artículos de *La Escuela de Agricultura* permiten identificar el lugar de la meteorología dentro de los estudios agrícolas. “El hielo”, “La meteorología en Francia”, “El Rayo” y dos artículos titulados “Relámpagos y truenos” dan cuenta del interés por comprender la causa de estos fenómenos de la naturaleza y sus efectos en la agricultura a partir del estudio de la física.¹⁴² Entender el efecto del hielo en la tierra vegetal a través de la dilatación de los líquidos por el enfriamiento y estudiar los rayos, relámpagos y truenos a partir de las descargas eléctricas en la atmósfera era parte de las aplicaciones de la física a la enseñanza y actividad agrícolas.

¹³⁹ González, *op.cit.*, 1 de diciembre de 1878.

¹⁴⁰ Palacios Rangel, *op.cit.*, p.76.

¹⁴¹ José C. Segura, “Segunda Conferencia Agrícola. Influencia de la atmósfera y de los agentes físicos sobre la vegetación”, en *La Escuela de Agricultura*, México, 15 de diciembre de 1879, p.94-96. Consulta: HNDM.

¹⁴² Consúltense respectivamente en *La Escuela de Agricultura*: “El hielo”, 1 de septiembre de 1878, p. 2; “La meteorología en Francia”, 1 de septiembre de 1878, p. 3; “El Rayo”, 15 de noviembre de 1878; “Relámpagos y truenos”, 1 de diciembre de 1878, p.2 y 1 de febrero de 1881, p.147. Consulta: HNDM.

El periódico también incorporó artículos provenientes de otros países. De tal modo, los lectores pudieron familiarizarse con algunas investigaciones extranjeras de vanguardia en el campo de la física y meteorología agrícolas. Un texto corresponde a los resultados de los experimentos sobre los efectos de la electricidad en el crecimiento de las plantas.¹⁴³ Dicho artículo provenía de los Estados Unidos, país al que le era reconocido un “notable desarrollo de su agricultura”.¹⁴⁴ En otro artículo, se asienta que:

Ahora que en nuestro país han tomado notable impulso los estudios meteorológicos, y deseando que ellos se encarrilen en un sentido útil al agricultor, nos parece oportuno reproducir la notable carta que sobre estos asuntos ha dirigido Mr. H. Marié Davy al Inspector general de agricultura en Francia.¹⁴⁵

La meteorología era posicionada como una rama importante dentro de los estudios agrícolas en México y, para que aquélla se enriqueciera, los editores decidieron publicar una carta del reconocido investigador Davy en el periódico de la ENAV. Se pretendió divulgar el conocimiento francés más novedoso sobre la meteorología. En su texto, Davy menciona que la primera necesidad del agricultor radica en conocer las necesidades originales o adquiridas de una planta y, para esto, se vale de conceptos e instrumentos de la física para comprender y medir los efectos del calor, la luz y el agua.¹⁴⁶

También se publicaron diversos artículos relacionados con la mecánica y su importancia para el progreso de la agricultura. En uno de ellos, el ingeniero agrónomo y profesor de agricultura de la ENAV, Gabriel Hinojosa asienta lo siguiente:

¹⁴³ “La electricidad y la vegetación. Resultados de las experiencias hechas sobre los efectos de la electricidad atmosférica, en el crecimiento de las plantas.-Nuevo campo de experimentación para los agricultores”, en *La Escuela de Agricultura*, México, 15 de mayo de 1880, p. 171-172. El lector no debe sorprenderse por la numerosa cantidad de artículos sobre la electricidad y sus efectos que se publicaron en el periódico de la escuela. Como se verá en el siguiente capítulo, dicho tema fue asunto de gran interés en el mundo occidental sobre todo durante la segunda mitad del siglo XIX. Consulta: HNDM.

¹⁴⁴ Gustavo Ruiz Sandoval, “Algunas reflexiones sobre la necesidad de un centro oficial que dé impulso a la agricultura nacional”, en *La Escuela de Agricultura*, México, 1 de enero de 1881, p. 123-124. Consulta: HNDM.

¹⁴⁵ “Meteorología y física vegetal”, en *La Escuela de Agricultura*, México 1 de octubre de 1878, p.1. Consulta: HNDM.

¹⁴⁶ *Ibid.*

La mecánica [...] nos proporciona instrumentos adecuados a las necesidades de la labranza, por medio de las cuales las operaciones se ejecutan de una manera más perfecta, disminuyendo al mismo tiempo el trabajo del hombre y de los animales. Sin el auxilio de la mecánica agrícola, la agricultura no hubiera adelantado tanto en Europa y en los Estados Unidos. Entre nosotros, existe la preocupación de que las máquinas agrícolas, tales como las máquinas agrarias y todas las que se emplean en la gran cultura, no den resultado en nuestro país. ¿Qué acaso la formación geológica de los terrenos mexicanos es de tal manera excepcional que solamente aquí no den resultado las máquinas que con tan buen éxito se usan en el resto del mundo? ¿Pues por qué sólo entre nosotros no dan resultado? ¿Sólo en México existen por ventura terrenos montañosos y pedregosos? Indudablemente que no, y la causa de que estas máquinas no den resultado, no le debemos atribuir a nuestros territorios, sino a la falta de hombres aptos para manejarlas.”¹⁴⁷

El principal beneficio de los conocimientos de mecánica se relacionaron con la capacidad para comprender el funcionamiento de las máquinas e instrumentos agrícolas y emplearlos en la producción agrícola. Esos aparatos serían los responsables de que la agricultura y los trabajadores contaran con la ventaja de la reducción de tiempo, esfuerzo y de la optimización de los medios para la explotación del campo mexicano. La mecánica brindaría los fundamentos para conocer y emplear la maquinaria que permitiría, de esa forma, el desarrollo de la agricultura y, con esto, del país.

Por ello no resulta gratuito el que el ingeniero José C. Segura y el profesor y médico veterinario Manuel Granados hayan declarado en otro artículo lo siguiente: “la agricultura razonada y de grandes rudimentos está basada en estos tres puntos de apoyo que forman la trilogía agrícola; la química, la mecánica y la zootécnica.”¹⁴⁸ Los conocimientos de física a través de la mecánica y en sincronía con otros permitirían fundar un tipo de agricultura más provechosa.

Sin embargo, no se sabe si los alumnos de la ENAV llegaban a construir sus propias máquinas a partir de tales conocimientos. Lo que interesa destacar es que ése fue el hilo

¹⁴⁷ “Discurso pronunciado por el Sr. Gabriel Hinojosa en la inauguración de la Escuela Regional de Agricultura”, en *La Escuela de Agricultura*, México, 15 abril 1879, p.2. Consulta: HNDM.

¹⁴⁸ José C. Segura y Manuel Granados, “Informe de los comisionados de la Escuela, sobre la parte agrícola en la segunda exposición industrial de Puebla”, en *La Escuela de Agricultura*, México, 15 agosto 1880, p.36. Consulta: HNDM.

conductor con el que guiaron la enseñanza de los conocimientos de física y a través del cual es posible identificar el modo en que la física aplicada iba a contribuir al desarrollo de la agricultura.

Por último, el periódico de la escuela informó de la Segunda Exposición Industrial de Puebla en 1880, en la cual se expusieron máquinas e instrumentos, plantas, maderas, animales domésticos y productos de industrias agrícolas poblanas.¹⁴⁹ La ENAV participó en el evento “exponiendo sus productos tecnológicos, sus proyectos, sus planos, animales domésticos, publicaciones, plantas y animales útiles y nocivos a la agricultura; materias fertilizantes y aparatos e instrumentos quirúrgicos; y por su colección de semillas”.¹⁵⁰ A pesar de que no se mencionen los instrumentos y maquinaria agrícola de la ENAV, se sabe que un alumno de la escuela, J. Martínez, elaboró un catálogo descriptivo de las máquinas e instrumentos que formaron parte de la exposición. De manera detallada, describe la constitución y el modo de operar del arado Avantren Gilpin, del arado Browne de Avantren, del arado múltiple Allen con Avantren, de la segadora de Mc Cormick de dos ruedas, del cultivador Smith de dos rejas, de la trilladora Harrison reformada en Panzacola, del aventador Champion y de la desgranadora Sheller de Panzacola por nombrar sólo unas cuantas.¹⁵¹ Los conocimientos de mecánica eran empleados no sólo para describir las partes de una máquina, sino para comprender su funcionamiento. El lector hacendado o ranchero interesado en tales explicaciones y en el modo en que las máquinas podían facilitar y mejorar el trabajo en el campo pudo haber procurado la adquisición de una de las máquinas.¹⁵²

¹⁴⁹ *Ibid.*

¹⁵⁰ *Ibid.*

¹⁵¹ Para revisarlas véase: “Catálogo descriptivo de algunas máquinas agrícolas presentadas en la segunda exposición de Puebla” en *La Escuela de Agricultura*, México, 15 de septiembre de 1880, 15 de octubre de 1880, 1 de noviembre de 1880, 15 de noviembre de 1880 y 1 de diciembre de 1880, p.57-59, 71-73, 81-83, 91-93 y 101 respectivamente. Consulta: HNDM.

¹⁵² El papel de las máquinas y de la innovación tecnológica en la agricultura mexicana ha sido estudiado por Alejandro Tortolero Villaseñor. Él afirma que, a pesar de que los hacendados declararan no poseer maquinaria por temor al alce de impuestos, algunos de ellos sí poseían tal material en sus terrenos. En haciendas de Yucatán, en las

La ENAV pretendía impulsar el desarrollo del país al impartir materias de carácter científico y práctico entre los futuros profesionales de la agricultura. Ahora que he expuesto las contribuciones de los conocimientos de la física, para ponerlos en práctica los alumnos de la escuela debían valerse, además del conocimiento teórico, de los instrumentos que eran constantemente mencionados en los programas, en los libros de texto y en los artículos. Era necesario saber usar una serie de objetos para poder interpretar sus resultados y aplicarlos a la mejora de la producción agrícola. Ya sea en el campo de los experimentos de la física general, en los estudios meteorológicos o en la mecánica e hidromensura, los estudiantes tenían que vincularse con un repertorio de instrumentos para lograr sus objetivos. Veamos, pues, qué papel desempeñó esta parte de la cultura material dentro de la física impartida en la ENAV.

de Chalco y Morelos entre 1880 y 1914 se experimentó una notable difusión de las innovaciones tecnológicas, entre las que se incluían la incorporación de máquinas agrícolas. Sin embargo, indica que los egresados de la ENAV no desempeñaban un papel protagónico en lo anterior ya que, con la introducción de una máquina o un aparato importado a una hacienda, generalmente llegaba también un administrador de hacienda graduado en el extranjero. Habría que investigar con mayor detalle el camino que siguieron los egresados de la ENAV para identificar el modo en que aplicaron o no los conocimientos adquiridos en su enseñanza. Véase: Alejandro Tortolero Villaseñor, *De la coa a la máquina de vapor. Actividad agrícola e innovación tecnológica en las haciendas mexicanas: 1880-1914*, México, Siglo XXI, p.34-50.

Capítulo 3

Los instrumentos de física en la Escuela Nacional de Agricultura y Veterinaria

El objetivo de este apartado es distinguir el lugar que ocuparon los instrumentos de física dentro de los estudios agrícolas en el siglo XIX. Como ha sido el caso en los otros capítulos, la información que tenemos para el estudio del instrumental de física dentro de la ENAV abarca temporalidades distintas de la segunda mitad del siglo XIX.

Antes de mencionar brevemente el papel que desempeñaron los instrumentos de física en algunas escuelas del siglo XIX de las que se tiene información, considero necesario dirigir la atención del lector hacia dos documentos, uno de la mitad de ese siglo y el otro de finales, que arrojan luz sobre el valor y significado que tenía este aspecto de la cultura material de la física durante el México de aquel entonces.

3.1 Los instrumentos científicos durante la segunda mitad del siglo XIX

Siendo presidente de la República José Joaquín de Herrera en julio de 1850 ordenó lo siguiente:

que se conserven y custodien del modo más conveniente los instrumentos científicos de todas clases que la nación ha adquirido y adquiriera, sin perjuicio de que se haga de ellos el uso necesario, ya sea en las observaciones y medidas que haya que practicar, y ya en la instrucción de la juventud.¹⁵³

Esta preocupación por conservar los instrumentos científicos del país condujo a una serie de disposiciones dictadas desde el Ejecutivo:

¹⁵³ “Reglas para la conservación de instrumentos científicos” en *Legislación mexicana o colección completa de las disposiciones legislativas expedidas desde la independencia de la República. Ordenada por los licenciados Manuel Dublán y José María Lozano*, tomo 5, México, Imprenta del Comercio, de E. Dublán y Comp., 1876, p.732. (No. de disposición 3466, 31 de julio de 1850). Consulta en línea en: <[http://www.scjn.gob.mx/SiteCollectionDocuments/PortalSCJN/RecJur/BibliotecaDigitalSCJN/CDAAC-BIB-O-833-11-07-Disco5/LegislacionMexicanaTomo5/Legislación%20mexicana.%20Tomo%205%20\(36\).pdf](http://www.scjn.gob.mx/SiteCollectionDocuments/PortalSCJN/RecJur/BibliotecaDigitalSCJN/CDAAC-BIB-O-833-11-07-Disco5/LegislacionMexicanaTomo5/Legislación%20mexicana.%20Tomo%205%20(36).pdf)> [Fecha de consulta: 22-07-10] La ortografía de los documentos en este capítulo se actualizó. Agradezco al historiador Rodrigo Vega y Ortega Báez por haberme proporcionado este importante registro.

Art. 1. Con los instrumentos científicos que hoy posee el gobierno, y constan en el inventario que se pondrá a continuación, y los que en lo sucesivo adquiriera, se formará un depósito, que estará á cargo del Ministerio de Relaciones Exteriores.

2. Los expresados instrumentos se señalarán con una marca que indique ser de propiedad nacional, y por ella podrán en todo tiempo recogerse de cualquiera corporación o persona que los tenga sin título legal.

3. Provista que sea la comisión que debe marcar los límites entre esta República y la de los Estados-Unidos del Norte, de los instrumentos que necesit[a] y que recibirá por inventario, el sobrante que hubiere se distribuirá entre los colegios de esta capital, a quienes también se entregará por inventario, en los cuales podrán usarse para la instrucción de la juventud cuidando de conservarlos siempre en buen estado.

4. Cuando la comisión de límites haya concluido sus trabajos, devolverá los instrumentos por el mismo inventario que los reciba, y éstos se distribuirán también a los colegios de la misma manera que se ha dicho en el artículo anterior. Lo propio se practicará con los que se franqueen á cualquiera otra comisión que en lo venidero se nombre.

5. El gobierno podrá disponer de los instrumentos que se depositarán en los colegios, cuando lo juzgue necesario, pidiéndolos de oficio á sus respectivos rectores o directores, cuyos jefes serán personalmente responsables de entregarlos en el acto que se les pidan, en perfecto estado de uso.

6. La mesa del Ministerio de Relaciones Exteriores y Exteriores, a cuyo cargo corre el ramo de instrucción pública, llevará un registro en que consten, con la debida explicación, todos los instrumentos que posee el gobierno, y el establecimiento o personas en cuyo poder se encuentren.

7. Estas disposiciones se comunicarán a quienes corresponde, y se publicarán por los periódicos.¹⁵⁴

El inventario de los instrumentos que formaban parte del mencionado depósito del Ministerio de Relaciones constaba de: dos anteojos meridianos, un instrumento de alturas y distancias zenitales, un colimador, un círculo vertical de Ertel, tres teodolitos repetidores, un teodolito de alturas y azimuts, dos círculos repetidores, tres cronómetros, dos círculos de reflexión de Borda, tres sextantes, dos horizontes artificiales, una aguja inclinatoria, dos brújulas nivelantes, dos compases acimutales, dos brújulas comunes, dos telescopios, siete barómetros, doce termómetros, dos termómetros de Wolaston, dos termómetros de máximo y mínimo, dos higrómetros de Daniell, dos estuches grandes, cuatro chicos y dos de mineralogista, un aparato para medir bases geodésicas, cuatro cadenas métricas, un metro modelo, dos reglas para medir bases, un comparador, dos trasportadores y cuatro faros para señales de fuego.¹⁵⁵

¹⁵⁴ *Ibid.*, p. 732-733.

¹⁵⁵ *Ibid.*

Estos instrumentos estaban destinados, de acuerdo con las disposiciones, a servir en las labores de la comisión para marcar los límites del país con su vecino del norte. Sin embargo, se desconoce el paradero del depósito de instrumentos ya que tal empresa tardó muchos años en completarse y se cree difícil que los instrumentos hayan podido regresar a la ciudad de México para ser prestados entre los distintos colegios.¹⁵⁶

No obstante, lo interesante de este documento radica en que permite comprender el valor conferido a los instrumentos científicos por el gobierno a comienzos de la segunda mitad del siglo XIX. Al exigir que éstos fueran custodiados y conservados, se puede apreciar que les era adjudicada cierta jerarquía e incluso prestigio que el mismo gobierno debía salvaguardar. El interés gubernamental por los instrumentos científicos permite ver que eran preservados en beneficio de la nación: no sólo eran destinados para realizar ciertas actividades, sino que se les otorgó un papel en la instrucción de la juventud mexicana. Es posible argüir que los instrumentos científicos hayan sido estimados en esa época como útiles y provechosos a la nación tanto en el terreno de la práctica (marcar los límites México-EE.UU) como en el de la enseñanza.¹⁵⁷

Este interés por los instrumentos científicos también puede ser estudiado a partir de un artículo del célebre médico y difusor del positivismo, Porfirio Parra (1854-1912). En su artículo de finales del siglo XIX explica el uso y la importancia que representan los instrumentos:

Variadas en extremo son las condiciones en que el investigador de la naturaleza debe comprobar los hechos. Variadas y casi siempre muy grandes son también las dificultades que tiene que vencer para llevar a cabo tal cometido. Casi nunca son suficientes los sentidos, y es preciso multiplicar su alcance, para poder percibir hechos que de otro modo pasarían inadvertidos.

¹⁵⁶ Anne Staples, "Gabinetes de física y química en el siglo XIX", *Revista Diálogos*, El Colegio de México, no.106, julio-agosto 1982, p.58.

¹⁵⁷ No se debe olvidar que en la Europa y los Estados Unidos de América del siglo XIX existió un creciente interés por contar con un buen repertorio de instrumentación científica. Lo anterior se debía a que este tipo de tecnología era considerada como una porción que cada vez adquiría más importancia dentro de la riqueza y prestigio nacionales. Demostrar lo anterior en el caso de México queda por el momento fuera de los límites de la presente investigación. Sin embargo, considero necesario apuntar lo anterior pues la disposición del 31 de julio de 1850 puede relacionarse, también, con la creación de cierto prestigio y riqueza nacionales basados en la instrumentación científica. Para leer más sobre este tema véase: Deborah Jean Warner, "What is a Scientific Instrument, When Did it Become One, and Why?" en *British Journal for the History of Science*, 23/76, 1990, p. 89.

De aquí proviene la necesidad de usar instrumentos de precisión y de amplificación, que aumentado las dimensiones aparentes de los objetos, que midiendo rigurosamente ciertos detalles, permitan ver cuerpos que por sus mismas dimensiones o por sus grandes distancias, serían invisibles de otro modo.¹⁵⁸

Parra identifica como crucial la función de los instrumentos dentro de la investigación científica. El instrumento científico, ya sea de precisión o de amplificación, hace visible lo invisible, trae a la luz lo que de otro modo parecería en el olvido. Menciona las particularidades de la investigación que se vale de ese tipo de objetos:

en la observación científica sucede muchas veces y casi tal es la regla, que el hecho que se trata de observar no es el objeto directo de la observación, sino otro distinto que por estudios previos se sabe que está ligado al primero. [... como por ejemplo,] el físico, queriendo medir la temperatura de un lugar, mide la longitud de una columna líquida, ó queriendo medir la presión atmosférica, mide la diferencia de nivel entre el mercurio del tubo barométrico y el de la cubeta.¹⁵⁹

Los instrumentos son identificados no sólo como necesarios para que sea posible el avance del conocimiento científico, sino que: “el empleo de instrumentos adecuados para comprobar los hechos, requiere una educación especial por parte del observador.”¹⁶⁰ Los instrumentos científicos no proporcionan por sí solos el conocimiento; más bien, hay que saberlos usar y para esto se necesitan ciertas cualidades adquiridas por el observador a través de la enseñanza y aprendizaje. El terreno de la instrucción mexicana debía ser capaz de satisfacer estas expectativas. Sólo de esta forma sería posible comprender, por ejemplo, que para medir la temperatura de un lugar sería necesario un termómetro y además se podrían interpretar las causas y consecuencias de los resultados obtenidos.

Con estos dos documentos, es válido argumentar que los instrumentos científicos adquirieron cierta importancia y reconocimiento oficiales, lo que llevó al gobierno a instar su

¹⁵⁸ Porfirio Parra, “Breves nociones sobre metodología”, en *Revista de la Instrucción Pública Mexicana*, México, 1 de mayo de 1896, p.115. Consulta: HNDM.

¹⁵⁹ *Ibid.*, p.116.

¹⁶⁰ *Ibid.*

preservación. Veamos ahora cómo en el terreno de la instrucción pública mexicana se trasladó esa valoración por los instrumentos.

3.2 Los gabinetes de física en la instrucción decimonónica mexicana

Durante el siglo XIX, existieron en las escuelas de educación superior del país gabinetes para las diversas disciplinas científicas.¹⁶¹ En particular, los gabinetes estuvieron surtidos, en ocasiones, por aparatos e instrumentos de física. Se han publicado diversos artículos en referencia a este tipo de instrumental.

Sobre el Colegio de Minería se ha destacado que desde comienzos del siglo XIX y hasta 1821, el gabinete de física tenía el mejor equipo pues contaba con importantes instrumentos y de buena calidad.¹⁶² Dada la importancia de este colegio, los materiales de sus laboratorios eran solicitados por otras escuelas,¹⁶³ por lo que cabe suponer que el gabinete de física del Colegio de Minería pudo haber servido de ejemplo para otras instituciones de educación superior, como la ENAV. Una vez que el Colegio se convirtió en la Escuela de Ingenieros, durante la segunda mitad del siglo XIX, había pocos instrumentos de física;¹⁶⁴ sin embargo, la colección se vio enriquecida por las diversas adquisiciones que se realizaron en el último tercio del siglo XIX.¹⁶⁵

¹⁶¹ Anne Staples menciona que la palabra gabinete, vocablo francés del siglo XIX, se refería a los laboratorios de ciencias donde se albergaban objetos, instrumentos y aparatos para estudiar y enseñar una ciencia o arte. Véase: Staples, “Gabinetes...”, p. 50. Para este trabajo, cabe destacar que en ninguno de los documentos del siglo XIX de la ENAV, se hace referencia al lugar donde se guardaban los instrumentos como el “gabinete” o “laboratorio”. Este último término aparece asociado, más bien, al Laboratorio de Química. Véase: “Factura duplicada de instrumentos y otros objetos encargados para la práctica de los alumnos por conducto del Ministerio de Fomento, A Europa”, 1856, AHBNAH-ENA, vol.273, exp.12, f.80/r. El asociar el término “laboratorio” con la cátedra de Química en particular puede corresponder a que en las primeras décadas del siglo XIX dicho término estaba vinculado en el mundo occidental exclusivamente con la química ya que no estaba contemplado un laboratorio para la física. Véase: Graeme Gooday, “Precision Measurement and the Genesis of Physics Teaching Laboratories in Victorian Britain” en *British Journal for the History of Science*, 23, 1990, p.27.

¹⁶² Eduardo Flores Clair, *Minería, educación y sociedad. El Colegio de Minería, 1774-1821*, México, Instituto Nacional de Antropología e Historia, 2000, p. 98 y 102. (Colecciones Científicas, 419).

¹⁶³ Ramos Lara, “El Colegio de Minería...”, p. 23.

¹⁶⁴ Alvarado, “Las escuelas...”, p.223.

¹⁶⁵ Ramos Lara, “Historia de la física...”, p.125.

Sobre estas instituciones se ha señalado que el objetivo de los instrumentos y aparatos de física radicó en desarrollar entre los alumnos la habilidad de experimentar, comprobar y aplicar lo que se veía en la parte teórica de los cursos.¹⁶⁶

La Escuela Nacional Preparatoria heredó los instrumentos de la clase de Física del Colegio de San Ildefonso y de la Escuela de Medicina.¹⁶⁷ No fue sino hasta la década de los setenta cuando, debido a los que importaron de Europa, la escuela pudo valerse de un buen gabinete de física, el cual se vio beneficiado por múltiples encargos, mantenimientos y reparaciones de instrumentos y, en general, sirvió para los aprendizajes prácticos de los estudiantes de la ENP.¹⁶⁸

Otras escuelas que no estaban en la capital también contaron con sus respectivos gabinetes de física. Tal es el caso de la Escuela de Artes y Oficios de Puebla que se comenzó a armar en 1888 de acuerdo con los temas de enseñanza de la clase y su objetivo, como el del Colegio de Minería, la ENI y la ENP, consistió en permitir la demostración de los conceptos básicos para hacer las principales aplicaciones.¹⁶⁹ En Michoacán, destaca el gabinete de física del Primitivo y Nacional Colegio de San Nicolás Hidalgo, el cual estaba a la altura de los que formaban parte de las escuelas capitalinas de educación profesional.¹⁷⁰

Ahora bien, ¿de qué modo se dio este proceso en la ENAV? Veamos pues, cómo el registro de los instrumentos puede ayudar a completar y enriquecer este panorama de la física en los estudios agrícolas.

¹⁶⁶ *Ibid.*, p.122.

¹⁶⁷ Núñez y Saldaña, *op.cit.*, p. 115-116.

¹⁶⁸ *Ibid.*, p. 116-119.

¹⁶⁹ María de Lourdes Herrera Fera, “El gabinete de Física de la Escuela de Artes y Oficios de Puebla”, en *Elementos*, 48, 2002-2003, p.28-29.

¹⁷⁰ Staples, “Gabinetes...”, p.54 y 57. La historiadora menciona que el zona norte del país, el en sureste y en las zonas costeras no se dio la enseñanza con los gabinetes necesarios. *Ibid.*, p. 52.

3.3 Los primeros instrumentos

Dos años después de haber comenzado los cursos en la ENAV, ya se contaba con un inventario de los instrumentos que conformaban la cátedra de Física General y Experimental a cargo de Varela (anexo 6).

Este inventario da cuenta de un total de veintiocho tipos de instrumentos y aparatos que formaron parte de la clase de la física. Se refiere que once están descompuestos, en mal estado, o incompletos. Dado que los cursos apenas tenían dos años de haber comenzado y que la cantidad de alumnos no era grande, resulta válido considerar que, probablemente, los instrumentos habían sido heredados de otra escuela como en el caso de los primeros instrumentos con los que la ENP formó su gabinete de física y que recibió del Colegio de San Ildefonso ya maltratados.¹⁷¹ Sin embargo, debo reconocer que desconozco si alguna escuela o colegio del siglo XIX donó parte de su instrumental a la ENAV.

Lo que me interesa destacar de este primer registro es la necesidad misma de inventariar el total de los instrumentos y de anotar las fallas de los que las tuvieran. Pareciera que esta anotación es un tanto simple y obvia, pero el listado permite comprender el lugar que desempeñaron los instrumentos de física desde el comienzo de los cursos. Si bien es cierto que para Varela era fundamental el aspecto experimental de su curso en la realidad no se contaban con los instrumentos adecuados.

Para el periodo en que data el inventario hay que recordar que dicho curso pretendía introducir a los alumnos en las ramas de la física general y sus aplicaciones a la agricultura. De acuerdo con las declaraciones de Varela su método de “observación, rigurosamente demostrativo y experimental”, orientado de acuerdo con la profesión elegida por el alumno, debía funcionar junto con el instrumental de la cátedra. El contenido teórico de su curso tenía que ser sometido a

¹⁷¹ Núñez y Saldaña, *op.cit.*, p.116.

prueba, experimentado a través del material de la clase. El objetivo de los instrumentos y aparatos de la clase de física de la ENAV no difería de lo que se postulaba en el Colegio de Minería, la Escuela de Ingenieros, la ENP y la de Artes y Oficios de Puebla. Lo interesante radica en que este primer registro brinda información sobre las malas condiciones de la clase y que, además, permite identificar la necesidad de contar con ciertos instrumentos de física en los estudios agrícolas.

En el inventario (anexo 6) quedan representadas seis ramas de la física clásica, a saber, electricidad, magnetismo, óptica, calórico, meteorología y mecánica (hidrostática, neumática, compresión) y algunos materiales como un taburete y campanas. Éstas pueden ser apreciadas en la siguiente tabla:

Cuadro 8. Inventario de instrumentos, agosto de 1856¹⁷²	
Rama de la física que representan	Cantidad
Neumática (Mecánica)	1
Electricidad	14
Magnetismo	2
Hidrostática (Mecánica)	1
Óptica	2
Meteorología	3
Calórico	2
Compresión (Mecánica)	1
Sin identificar	8
TOTAL	34

Fuente: Ésta es información obtenida a partir de la tabla de instrumentos que se encuentra en el anexo 6.

Los instrumentos para el estudio de la electricidad son los más numerosos. Esto puede responder a dos cuestiones; en primera, Varela había mencionado que su clase abarcaba todas las ramas de la física en general y se veían, con mucho mayor detalle, el calórico, la electricidad, la

¹⁷² Para ver las referencias con las que he elaborado la clasificación “Rama de la física” remito al lector al anexo 6. Allí encontrará una explicación y las fuentes en las que me baso para tal categorización. El anexo 11 proporciona imágenes de algunos de esos instrumentos.

meteorología y la climatología.¹⁷³ El estudio de la electricidad era, por lo tanto, uno de los componentes más importantes de su cátedra y esto se puede reflejar en la cantidad de instrumentos solicitados. Incluso dos décadas más tarde este interés por el estudio de las aplicaciones de la electricidad para producir mejores y mayores cultivos se manifestó en varios artículos publicados por el periódico quincenal de la escuela. Durante la segunda mitad del siglo XIX, proliferó en el mundo occidental el interés por las teorías del electromagnetismo y los instrumentos para demostrar estos conceptos.¹⁷⁴ La presencia de instrumental para el estudio de la electricidad permite suponer, asimismo, que la ENAV se había incorporado al creciente interés por el estudio de esta rama de la física, al igual que los países de Europa y los Estados Unidos. Este primer inventario deja ver, además, las circunstancias en que Varela y sus alumnos podían experimentar el conocimiento científico. Si bien algunos instrumentos estaban en buenas condiciones, había otros tantos en mal estado con los que no era posible trabajar.

Es posible cuestionar los resultados del afán por vincular la teoría con la práctica dentro de los estudios de física. Pareciera que el estado de ciertos instrumentos imposibilitó en los primeros dos años la demostración y puesta en práctica de ciertos conceptos. Si el termómetro, la botella de Leyden, que servía para almacenar cargas eléctricas, y las máquinas de neumática y compresión estaban deterioradas, entonces los alumnos no pudieron experimentar con los mismos. Sin embargo, el buen estado de otros instrumentos permite suponer que la experimentación se llevaba a cabo y, de acuerdo con el informe de Varela, se guiaban los resultados hacia las aplicaciones para cada profesión.

De esta época también existe una lista de instrumentos encargados a Europa para el curso de Física General y Experimental (anexo 7) elaborada en 1856 con base en el catálogo de 1853 de

¹⁷³ “Plan de estudios...”, 23 de febrero 1861, f.245.

¹⁷⁴ Gerard L’Estrange Turner, *Nineteenth-Century Scientific Instruments*, Berkeley, University of California, 1983, p.24-25.

la firma parisiense de instrumentos científicos Lerebours y Secretan.¹⁷⁵ Lo primero que hay que destacar es que Varela haya empleado tal catálogo para formar una lista de los instrumentos que deberían estar en su cátedra. Se sabe que estos talleres tenían un importante prestigio en Europa pues desde mitades del siglo XIX proveyeron a la renombrada École Imperial des Ponts et Chaussées en Francia y se tienen registros que surtían a institutos de enseñanza en España.¹⁷⁶

Estos datos permiten posicionar al curso de física de la ENAV como uno que, para su momento, estaba al tanto de los adelantos franceses en cuanto a instrumentación se refiere. Al haber empleado el catálogo de Lerebours y Secretan, es posible notar el interés por abastecer a la clase con base en un catálogo de instrumentos de una firma francesa que gozaba de prestigio. Además, los franceses durante el siglo XIX fueron los líderes de la industria de instrumentos de precisión a nivel mundial.¹⁷⁷ Esta necesidad por importar instrumentos fabricados en Europa no fue exclusiva de la ENAV ya que las demás escuelas de educación superior del país también eran abastecidas, en su gran mayoría, por compañías y talleres franceses, alemanes, ingleses y, a veces, estadounidenses.¹⁷⁸

¹⁷⁵ *Catalogue et prix des instruments d'optique, de physique, de chemie, de mathématiques, d'astronomie et de marine qui se trouvent ou s'exécutent dans les magasins et ateliers de Lerebours et Secretan*, Paris, Tip. Plon Freres, 1853, 244 pp. Consulta en línea en: <<http://www.sil.si.edu/digitalcollections/trade-literature/scientific-instruments/pdf/sil14-51737.pdf>> [Fecha de consulta: junio 2010].

¹⁷⁶ Warner, *op.cit.*, p. 91 y Castel, *op.cit.*, p.254. Para conocer un poco más sobre la historia del comercio de instrumentos en el siglo XIX y el modo en que se organizaban las firmas de instrumentos científicos durante esa época véase: Warner, *op.cit.*, p. 85 y Paolo Brenni, "Physics Instruments in the Twentieth Century", en John Krige y Dominique Pestre [ed.] , *Science in the Twentieth Century*, Amsterdam, Harwood Academic Publishers, 1997, p. 752-753.

¹⁷⁷ Josep Simón Castel, "Los instrumentos científicos del IES 'Luis Vives': primeros resultados de un catálogo de la cultura material de la ciencia", publicado en *Actas del VIII Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y las Técnicas*, vol.1, Universidad de la Rioja, 2004, p. 254. [Fecha del congreso: 16-20 septiembre 2002].

¹⁷⁸ Habría que matizar un poco este punto para el caso del Colegio de Minería y de la Escuela Nacional Preparatoria. Para finales del siglo XVIII en el primer recinto se tienen registros que se contrataban en la capital los servicios del artista Pedro de la Chaussé [sic.] para la instalación de los instrumentos y máquinas importadas de Europa, pero también para que él mismo construyera algunos modelos. Asimismo, Diego de Guadalajara Tello proveyó de instrumentos a los Peritos medidores de minas, pero al no contar con las herramientas adecuadas para su fabricación, los instrumentos que Diego construía eran imprecisos. Para el caso de la ENP se cree que probablemente se hayan elaborado algunos dispositivos experimentales diseñados por los profesores de la cátedra de Física. Estos dos casos pueden arrojar pistas sobre las personas que en México se dedicaban a la fabricación de instrumentos científicos. Habría que investigar cómo este tipo de talleres mexicanos interactuaba o no con el resto de las escuelas de la capital,

Se pidieron en 1856 unos cuarenta instrumentos y se especificó que se trajera un instructivo para el alcoholómetro de Gay Lussac. La totalidad de los instrumentos correspondía al estudio de la mecánica, ya fuera para comprender el movimiento de los cuerpos en general o bien de los fluidos (hidrodinámica o hidrostática). Sólo se consideraron tres instrumentos para comprender los efectos de las fuerzas (anexo 7, rama de la física: “Mecánica”). El resto del listado comprendía el estudio de los fluidos. Dentro de esta categoría, la hidrostática había sido representada con un martillo hidráulico en el primer inventario de instrumentos que se vio hojas atrás (anexo 6) y que data del mismo año. A pesar del mal estado de varios de éstos, cabe resaltar que en el pedido a Europa de 1856 (anexo 7) no se hayan pedido reemplazos o piezas nuevas. Por el contrario, se encargaron instrumentos del ámbito de la mecánica, primordialmente de la hidrodinámica e hidrostática, que no se tenían en la escuela o que, por lo menos, no formaban parte del inventario de la cátedra de Física.

De tal suerte, es posible detectar que el curso de Varela de Física General y Experimental intentó otorgar a sus estudiantes los conocimientos de mecánica, en particular a partir del estudio de los fluidos que, de otra forma, sólo hubieran sido asequibles si el alumno realizaba el curso de “Construcción”, correspondiente al sexto y séptimo años de estudios para la carrera de profesor de agricultura (anexos 1 y 2: plan 1856). Al elaborar este pedido (anexo 7) se quiso poner al alcance de los mayordomos y agricultores teórico prácticos el estudio y la comprensión de la mecánica. Esto refleja la gran importancia que le fue dada a dicha rama de la física en la formación de los profesionales de la agricultura en México.

El estudio del funcionamiento del derrame constante a través del vaso de Mariotte les pudo dar herramientas suficientes a los alumnos para poder planear la construcción de presas; los

incluida la ENAV, y con las firmas extranjeras. Para el caso del Colegio de Minería véase: Flores Clair, *op.cit.*, p.101-102. Para el caso de la ENP: Núñez y Saldaña, *op.cit.*, p. 119 y 132; Núñez, *op.cit.*, 148-149.

diversos modelos de bombas y fuentes pudieron haber demostrado los principios de los sifones y de la transferencia de un líquido de un recipiente a otro; el tornillo o rosca de Arquímedes servía para demostrar cómo elevar agua; los diversos “areómetros” que el documento señala son, en realidad, hidrómetros, empleados para obtener el peso específico de las sustancias y para el análisis de los minerales en el agua.¹⁷⁹ A través de este pedido (anexo 7) es posible argumentar que por lo menos para los inicios de la ENAV estaba presente una fuerte inclinación por engrosar el contenido material de la cátedra de Física General y Experimental y que, además, se procuró que todas las carreras contaran con conocimientos de mecánica.

Un segundo pedido a Europa proporciona pistas sobre más necesidades de esa clase en sus primeros años. Esta nueva lista de instrumentos encargados data de 1857 y también se elaboró con base en el catálogo de Lerebours y Secretan (véase anexo 8).¹⁸⁰ Sin embargo, en un documento anexado a este pedido el entonces director de la escuela, Leopoldo Río de la Loza, se dirigió al ministro de Fomento, Manuel Siliceo, de la siguiente forma:

Aunque la lista se refiere al catálogo de Lerebours, no es porque esta Dirección dé la preferencia a los fabricantes franceses, ni menos con respecto a los instrumentos de óptica, pues juzga deben preferirse los Alemanes. Usted dispondrá en esto lo que crea conveniente, limitándome a suplicarle que no pase la oportunidad de hacer el pedido y que sea con la debida recomendación para que no se demore el envío, para que, si es posible los reciba allá una persona inteligente.¹⁸¹

El que se sugiera que los instrumentos alemanes de óptica eran mejores a los franceses y, por lo tanto, más convenientes para la clase, permite apreciar que en la ENAV no sólo estaban al tanto de los catálogos de instrumentos con renombre en Europa, sino que también identificaban a los mejores productores de instrumentos científicos en su época. Es reconocido que las firmas

¹⁷⁹ Turner explica que la palabra “hidrómetro” en francés fue traducida como “aéromètre”, véase: Turner, *Nineteenth...*, p. 90. Es por esto que probablemente en el listado de la ENAV de los instrumentos encargados a Europa se haya traducido directamente del francés “aéromètre” y se les haya nombrado “aerómetro”[sic.] a todos esos instrumentos que en realidad son hidrómetros.

¹⁸⁰ El lector podrá encontrar imágenes de algunos de estos instrumentos en el anexo 11.

¹⁸¹ “Expedientes sobre instrumentos encargados para las clases”, febrero 1857, AHBNAH-ENA, vol.276, exp.23, f.129.

alemanas eran las líderes mundiales en la producción de instrumentos para óptica y proporcionaban, además, los ejemplares más avanzados.¹⁸²

Otro aspecto de interés de este documento es que permite apreciar las relaciones entabladas entre el director de la escuela y el ministro de Fomento, Industria y Comercio, para la compra de instrumentos. Por lo que menciona Río de la Loza, pareciera que el ministro tenía la última palabra en cuanto a la adquisición de los mismos: él decidiría si compraba a firmas francesas o alemanas. Lo que le interesaba al director de la escuela era, en primera instancia, que se hiciera el pedido para que llegara sin demora.

Llama la atención este tipo de correspondencia con el Ministerio de Fomento ya que la ENAV durante el siglo XIX pasó de manos de un Ministerio a otro.¹⁸³ La historiadora Guadalupe Urbán ha indicado que en los periodos donde la escuela quedaba a cargo de Fomento, los estudios resultaban notablemente beneficiados pues ambas instituciones compartían propósitos similares.¹⁸⁴ A partir de lo anterior, cabe suponer que el Ministerio haya procurado conseguir los instrumentos científicos que necesitaba la escuela.¹⁸⁵

Sobre esta lista de instrumentos de 1857 para el curso de física (anexo 8), vale la pena mencionar que estaba compuesta por un total de doscientos instrumentos que pertenecían al catálogo de Lerebours y Secretan y siete más que no formaban parte del mismo. En total,

¹⁸² Turner, *Nineteenth...*, p. 247 y Brenni, *op.cit.*, p.753. Al respecto cabe mencionar que ya ha sido estudiado el papel de la dependencia tecnológica que México tuvo con respecto a los países centrales en este periodo. El que se haya hecho un pedido de instrumentos de física en la ENAV con base en un catálogo de una firma francesa y el que se recomendara la adquisición de instrumentos de óptica alemanes puede contribuir al estudio de esta dependencia tecnológica durante el siglo XIX. Ya se ha aseverado que este proceso fue una de las causas que obstaculizaron el desarrollo de la física en el México de aquel siglo. Para profundizar en el tema, léase: Ramos Lara, “Historia de la física...”, 268 pp.

¹⁸³ Desde su creación hasta 1867, la ENAV dependió del Ministerio de Fomento, Industria y Comercio. Una vez restaurada la República después de la caída del Segundo Imperio en 1867, quedó a cargo de la Secretaría de Justicia e Instrucción Pública hasta 1877. De 1877 a 1891 regresó a manos del Ministerio de Fomento; después se reincorporó a la Secretaría de Justicia e Instrucción Pública hasta 1907. Véase: Mesa A., *op.cit.*, p.3-4.

¹⁸⁴ Para leer más al respecto véase: Urbán, “La creación...”, p.61.

¹⁸⁵ Considero que sería muy provechoso estudiar, para una investigación futura, las redes comerciales y económicas que entablaba el Ministerio de Fomento para la adquisición de instrumentos científicos. Esto también ampliaría los estudios sobre la cultura material de la ciencia en México.

quedaban representadas las siguientes ramas de la física de acuerdo con la clasificación propia de la firma: meteorología, óptica, electromagnetismo, galvanismo, electricidad, magnetismo, calórico, acústica, hidrodinámica, hidrostática, compresión, neumática, mecánica y la rama auxiliar de la metrología (pesos y medidas). Por mucho, es el listado de instrumentos más completo con que se cuenta para esta cátedra pues supera al encargo previo y al inventario de la escuela de 1856.

Algunos de los que aparecen en este pedido (anexo 8) se repiten con los del primer pedido de 1856 que se vio hojas arriba (anexo 7). La fuente de Herón y la intermitente para el estudio de la transferencia de líquidos; el alcoholómetro de Gay Lussac, para medir la cantidad de alcohol en un líquido; el flotador de Prony y el ariete hidráulico para el estudio de la hidrodinámica son mencionados por segunda vez en el encargo de 1857. Esto puede señalar que a pesar de haberlos solicitado un año antes, los instrumentos aún no formaban parte de la clase o que se necesitaba otro ejemplar más.

Los doscientos instrumentos del pedido se pueden estudiar con ayuda del siguiente cuadro:

Cuadro 9. Pedido de instrumentos de 1857 para Física General y Experimental	
Rama de la física que representan, de acuerdo con Lerebours y Secretan	Cantidad
Pesos y medidas (Metrología)	2
Mecánica	5
Neumática (Mecánica)	13
Electricidad	42
Magnetismo	2
Electromagnetismo	18
Hidrostática (Mecánica)	9
Hidrodinámica (Mecánica)	10
Óptica	40
Acústica	11
Meteorología	13
Galvanismo	2
Calórico	24
Compresión (Mecánica)	6
Sin identificar	3
TOTAL	200

Fuente: Ésta es información obtenida a partir de la tabla de instrumentos que se encuentra en el anexo 8.

Además, de los siete instrumentos que no pertenecían al catálogo francés, tres estaban vinculados con la meteorología y uno con el estudio del calórico. Al igual que en el inventario de 1856, la cantidad de instrumentos de electricidad, magnetismo y electromagnetismo (62) es superior al resto. Destaca en segundo lugar la mecánica (neumática, hidrodinámica, hidrostática, compresión y mecánica) con 43 instrumentos, lo que permite apreciar nuevamente el alto valor que le fue conferido dentro de un curso que era obligatorio a todos los estudiantes.

Después resaltan los de óptica, de la cual sólo se tenía registro de dos instrumentos en el inventario de 1856 (anexo 6): unos espejos ustorios y un aparato para demostrar la composición de la luz. El gran número de instrumentos de óptica de este nuevo encargo de 1857 (40) puede responder a la necesidad de abastecer a la cátedra, ya que antes sólo contaba con dos instrumentos. También sobresale la presencia de instrumentos para el estudio del calórico (25) al cual, de acuerdo con el informe de Varela, se le dedicaba especial atención. Por último, destacan los instrumentos de meteorología (16).

Es interesante averiguar cómo Varela y sus alumnos iban a comprender el funcionamiento y el objetivo de este gran listado de instrumentos. Al final del documento el profesor de física especifica: “Que la instrucción acompañe a los instrumentos que la necesitan” y señala que se incluyan: “las escalas de los barómetros para México”.¹⁸⁶ Con esto se entiende que para realizar el objetivo experimental del curso de física no sólo era necesario brindar a los alumnos los conceptos teóricos necesarios sino que también se debían estudiar los instructivos de los instrumentos. Hay entonces un vínculo directo entre el instrumento de física y la necesidad de

¹⁸⁶ “Catálogo de instrumentos para la clase de física experimental de la Escuela Nacional de Agricultura, formado en febrero de 1857 siendo Ministro de Fomento el Exmo. Sr. D. Manuel Siliceo y D. Leopoldo Río de la Loza, director del establecimiento”, 18 de febrero de 1857, AHBNAH-ENA, vol.276, exp.23, f.136/r.

contar con un conocimiento previo. Además, al pedir que se trajeran escalas barométricas adaptadas a los estándares mexicanos, es posible distinguir el interés para que se pudieran obtener resultados conforme a las características del país.

No se debe olvidar el papel que desempeñó el texto de Ganot, libro empleado por Varela durante su estancia en la ENAV, para adentrarse en el empleo de los instrumentos y confeccionar las listas de los pedidos de 1856 y 1857.¹⁸⁷ De estos dos encargos se pueden encontrar referencias en la obra de Ganot, como la máquina de Atwood, para demostrar las leyes del movimiento; los aparatos de Haldat y Masson para el estudio de la presión ejercida por los líquidos; péndulos; balanzas; los vasos comunicantes, para demostrar el equilibrio del agua; los hidrómetros de Nicholson y Fahrenheit; la balanza hidrostática; densímetros y alcoholómetros; diversos barómetros y manómetros, para el estudio de la presión; varias bombas, fuentes, máquinas neumáticas y el fuelle, para el estudio de la hidrodinámica; termómetros y pirómetros, éstos últimos para la obtención de temperaturas muy elevadas; diversos aparatos para el estudio de la dilatación de los gases, líquidos y sólidos; distintas variedades de higrómetros para determinar la humedad del aire atmosférico; aparatos para el estudio del calor, como el de Regnault; la eolípila, para demostrar la fuerza expansiva del vapor de agua; espejos para el estudio de la óptica; el estereoscopio, para producir una sola imagen a partir de dos; diversos aparatos para el estudio del magnetismo y la electricidad como imanes; electrómetros, para medir el diferencial de potencial o la cantidad de electricidad de un cuerpo; botellas de Leyden y algunas máquinas eléctricas; pilas; máquinas electro magnéticas; el aparato de Rhumkorff, para producir corrientes de inducción; y, por último, instrumentos para el estudio de la meteorología como el barómetro; termómetro; psicrómetro, para medir la humedad a partir del vapor; el pluviómetro, para medir la

¹⁸⁷ La edición de Ganot que he podido consultar es: Adolphe Ganot, *Traité élémentaire de physique expérimentale et appliquée et de météorologie. Suivi d'un recueil de 100 problèmes avec solutions*, Paris, Chez l'auteur, 1880, 976 pp. Consulta: AHFI-UNAM.

cantidad de lluvia; el evaporímetro de Piche para medir la cantidad de agua que se evapora; el actinómetro de Arago, para registrar la intensidad la luz visible; el electrómetro de sectores de Thomson y diversos aparatos registradores del Observatorio de Montsouris en Francia.¹⁸⁸

A partir de este nuevo encargo (anexo 8) se puede aseverar que Varela pretendió mejorar el carácter experimental de su curso de física general. De esta manera, se demuestra el afán con el que se procuró que la física, a través de sus aplicaciones en la enseñanza agrícola, contribuyera al desarrollo de la agricultura mexicana. Sobre estos pedidos de instrumentos de 1856 y 1857 (anexos 7 y 8) sólo se sabe que para finales de julio de 1857 Varela había informado lo siguiente:

en el presente año se ha comenzado a recibir la escogida colección de instrumentos y aparatos que se tiene pedida [...] estando ya en uso esa parte con grande aprovechamiento del distinguido alumno D.J.R. Ibarrola, aprovechamiento que habría sido menor y poco duradero sin ese auxilio instrumental, aunque incompleto.¹⁸⁹

El catedrático no dudó en resaltar la importancia del uso de los instrumentos dentro de su clase la cual era, sobre todo, aprovechada por un alumno. De su declaración se entiende que todavía faltaba instrumental que obligaron a Varela a determinar el aprovechamiento de ese alumno como incompleto. En otra parte de su informe, solicita que se repongan todos aquéllos que llegaron en mal estado.¹⁹⁰ Por lo tanto, en la medida en que se dotara al curso de física con todos los instrumentos que se habían encargado, entonces el beneficio para los alumnos sería mayor. La cátedra de Física General y Experimental sin instrumentos no podría llevar a cabo la experimentación y la puesta en práctica de los conceptos que serían de utilidad para los futuros agricultores.

El catedrático de física consideró pertinente señalar en su informe de 1857 lo siguiente:

¹⁸⁸ Para consultar a detalle los instrumentos, véase: Ganot, *op.cit.*, 976 pp. Para los instrumentos de meteorología en especial revísense las páginas 919 y 924. Un aparato registrador es el que deja anotadas automáticamente las indicaciones variables de su función propia, como la presión, la temperatura, el peso, la velocidad, etc. Ganot menciona al barógrafo, termógrafo, anemógrafo y al electrógrafo.

¹⁸⁹ Dicho reporte de finales de julio de 1857 es reproducido por Varela en: "Plan de estudios...", 23 de febrero 1861, f.245/r.

¹⁹⁰ *Idem.*

Sería de desear pues que para el año escolar entrante se tuviese toda la colección de instrumentos necesarios para establecer los cursos experimentales, como base de mi programa de reformas, y que además se dispusiese un local más apropiado no sólo para la colocación y conservación en buen estado de los instrumentos, para lo que bastaría el actual salón con algunas modificaciones, como cubrir el pavimento con madera o [lodo]; sino también para ciertos estudios que como el de la luz eléctrica y el del porta - luz universal no han podido hacerse en este año: convendría que la clase de física estuviese más inmediata a la de química, con una azotehuela necesaria para ciertas experiencias, como algunas de las hidrodinámicas, y un departamento para las lecciones que evite la entrada de los alumnos a la parte ocupada por los instrumentos.¹⁹¹

Varela elaboró una serie de recomendaciones para el lugar donde los instrumentos se guardaban y se empleaban. El contar con un recinto adecuado resultaba imprescindible para la protección de los instrumentos y para poder practicar ciertos experimentos. Llama la atención el que propusiera que la clase de física estuviera vinculada con la de química, en especial para prácticas de hidrodinámica. Lo anterior puede responder a la necesidad de compartir ciertos instrumentos, materiales y conceptos que pudieran enriquecer, desde la perspectiva de la química, el estudio de los líquidos.

Un tercer pedido de instrumentos se realizó en marzo de 1857, un mes después que el segundo pedido de Varela, para la clase de mecánica (anexo 9).¹⁹² Este encargo de sesenta y nueve instrumentos para el curso impartido por Juan Cardona también se basó en el catálogo de Lerebours y Secretan y, con base en la clasificación que los franceses proponen, se pueden agrupar en las siguientes ramas de la mecánica:

Cuadro 10. Pedido de instrumentos de 1857 para Mecánica	
Rama de la física que representan, de acuerdo con Lerebours y Secretan	Cantidad
Hidrostática	10
Hidrodinámica	21
Mecánica	38

Fuente: Ésta es información obtenida a partir de la tabla de instrumentos que se encuentra en el anexo 9.

¹⁹¹ *Ibid.*

¹⁹² “Lista de los Aparatos que necesita la Clase de Mecánica, Escuela Nacional de Agricultura”, 1 de marzo de 1857, AHBNAH-ENA, vol. 276, exp. 23, ff.139-141. El lector encontrará algunas imágenes de estos instrumentos en el anexo 11.

Estos datos permiten apreciar que en dicho curso era necesario abarcar los instrumentos adecuados para el estudio de los líquidos (hidrodinámica e hidrostática), probablemente para enfocarlos en la construcción y planeación de sistemas de irrigación adecuados para los cultivos. El grueso de los instrumentos (38) estaban destinados a estudiar temas particulares de las fuerzas que actúan sobre los cuerpos, a partir de máquinas simples como poleas, el plano inclinado y la palanca; para demostrar la caída y el choque de los cuerpos, la fricción; para estudiar el centro de gravedad, los péndulos y distintos modelos de máquinas para levantar pesos (anexo 9: no.65-68) que permitirían comprender el funcionamiento y el ensamblaje de maquinaria, la cual podría ser aplicada en la producción del campo.

El registro de los instrumentos de mecánica solicitados indica que el objetivo era presentar a los alumnos diversas nociones del movimiento y la fuerza que actúan sobre los cuerpos para culminar con el estudio de modelos de máquinas que pudieran servirle en la explotación del campo. El alumno adquiriría los conocimientos suficientes para saber utilizar o diseñar una máquina. Sin embargo, hay que señalar que tales conocimientos sólo serían adquiridos por los estudiantes a profesor de agricultura ya que el curso estaba destinado a esta carrera (anexos 1 y 2: plan 1856). Esta carrera se enarbola, así, como la que podía alcanzar mayor grado de preparación para la época.

Los registros de la escuela se pierden hasta 1861. Una vez realizados los tres pedidos de instrumentos, poco era el tiempo que faltaba para que se desatara la Guerra de Reforma (diciembre 1857- enero 1861). Este conflicto dejó huella en la ENAV y de este modo, sobre la cátedra y los instrumentos de física ya que se sabe que durante esos tres años, la escuela funcionó como cuartel, el ganado y diversos objetos de la escuela fueron vendidos como las alfombras, el

coche, floreros y objetos de la iglesia.¹⁹³ Además, se menciona que: “varios de los instrumentos y aparatos fueron extraídos del Colegio y conducidos a casas particulares, tal vez para asegurarlos”.¹⁹⁴ Se puede estimar que muchos de los instrumentos de las cátedras se perdieron y que los que habían sido encargados a Europa tuvieron que esperar tiempos de paz.¹⁹⁵ No se sabe qué tipo de instrumentos y aparatos fueron resguardados en casas de particulares, pero es posible suponer que fueran instrumentos científicos por ser objetos que se tenían en alta estima.

La pérdida y deterioro del material de la cátedra de Física General y Experimental puede ser constatado en el informe que Varela redactó en febrero de 1861, una vez terminado el conflicto bélico. En él, mencionó que las circunstancias de la clase habían empeorado desde el comienzo de la guerra y se remitió al informe de 1857 para señalar las carencias y necesidades de curso.¹⁹⁶ El haber reproducido al pie de la letra un informe de 1857 para expresar las necesidades de 1861 deja ver que, en efecto, la cátedra no había tenido mejora durante esos tres años; al contrario, había resultado perjudicada. En aras de restaurar la escuela, durante ese año se procuró la búsqueda y recolección de “algunos de los objetos extraviados” durante la guerra.¹⁹⁷

El catedrático menciona la necesidad de comprar “mesas, lavamanos y otros utensilios y herramientas; así como de [conseguir] un criado especial que cuando sea necesario esté en la clase durante la lección”.¹⁹⁸ Por último, el profesor señala un aspecto que se debería de tomar en cuenta para su curso: “la de construir un observatorio especial para el importante trabajo de observaciones magnéticas, y la de que se hiciesen un anemoscopio y un pluviómetro”.¹⁹⁹ A partir

¹⁹³ Barreiro, *op.cit.*, p. 197.

¹⁹⁴ *Ibid.*

¹⁹⁵ Por ejemplo, se sabe que durante la Guerra de Reforma, los gabinetes de física y química del Primitivo y Nacional Colegio de San Nicolás Hidalgo en Morelia, Michoacán se vieron afectados por los conflictos que se suscitaron en esa ciudad. Para leer más sobre este caso véase: Staples, “Gabinetes...”, p. 58.

¹⁹⁶ “Plan de estudios...”, 23 de febrero 1861, f.245-245/r.

¹⁹⁷ Barreiro, *op.cit.*, p.197-198.

¹⁹⁸ “Plan de estudios...”, 23 de febrero 1861, f.246.

¹⁹⁹ *Ibid.* El subrayado pertenece al original.

de estas declaraciones, se aprecia el lugar que ocupó el estudio de la meteorología pues se debía poner en marcha la construcción de un observatorio y de dos instrumentos básicos en las observaciones meteorológicas como el anemoscopio, empleado para indicar los cambios de dirección del viento, y el pluviómetro.²⁰⁰ De este modo, resulta válido identificar a la meteorología como una rama importante dentro de la cátedra de Física General y Experimental y que, para la época de Varela, aún necesitaba mucha mayor atención.

Por otra parte, en el informe de 1861 redactado por el profesor de Mecánica, Cardona se limitó a indicar que su clase carecía "absolutamente de todo y que en el año de 1857 se hizo un pedido".²⁰¹ Éstas son las malas condiciones en las que se encontraba el curso una vez terminada la Guerra de Reforma. Los alumnos no se pudieron beneficiar del pedido de instrumentos (anexo 9).

El estudio de la carencia y pérdida del instrumental científico también forman parte de esta investigación ya que, en la primera década de vida de la escuela (1854-1861) ni el curso de física ni el de mecánica contaba con los instrumentos necesarios. A pesar de los intentos por abastecerlos con un buen material, la enseñanza de los conocimientos de física se vio obstruida.

Un informe de 1865 del secretario de la ENAV indica las condiciones en que se encontraba la cátedra durante el imperio de Maximiliano (1864-1867). Se señala el desagrado con los que la Dirección había visto el "el desaseo y falta de orden de los instrumentos y aparatos de las clases de Física y de Química" y, por lo tanto, se ordena "a los Preparadores respectivos [que] procedan al arreglo y aseo de los mencionados aparatos e instrumentos conservando las clases

²⁰⁰ Durante el siglo XIX en Europa fue usual que los observatorios fueran tanto para mediciones magnéticas como meteorológicas. Véase: A. Kh. Khrgian, *Meteorology : A Historical Survey*, Jerusalén, Israel Program for Scientific Translations, 1970, p.126 y 104-105.

²⁰¹ "Plan de estudios...", febrero 1861, f.243.

como corresponde a un establecimiento bien organizado.”²⁰² Siendo Varela director de la escuela en esta época, es posible reconocer su preocupación por la organización de la clase de física donde, para ese entonces, pareciera que los instrumentos estaban dispuestos sin ninguna consideración, cuidado que él mismo había procurado y enfatizado mientras ocupó la cátedra (1854-1861). La situación no mejoró en los años siguientes para la cátedra de Física. La escuela quedó en ruinas después del sitio de la ciudad de México de abril a junio de 1867 y, del curso se había extraviado la mayor parte de los instrumentos y los que quedaron se encontraban en pésimo estado.²⁰³

Una vez restaurada la República en 1867, la escuela comenzó sus cursos con un nuevo director, el doctor Ignacio Alvarado, y con tan sólo trece alumnos inscritos. No obstante, el interés oficial por impulsar a esta escuela fue grande y con el cuantioso presupuesto que Juárez le otorgó se hizo la compra de libros e instrumental para las clases de física, química, agricultura y veterinaria.²⁰⁴ Con esto también se abrió paso a la nueva cátedra de Física, la cual estuvo vinculada directamente con el término “aplicada” y con la meteorología.

Se puede concluir que, durante los primeros años de vida de la ENAV (1854-1867) existió un claro interés por dotar a los cursos de física con todos los instrumentos que permitieran demostrar y experimentar los conceptos teóricos y procurar algunas aplicaciones pertinentes a la agricultura. Es por ello que se realizaron detallados inventarios y pedidos de instrumentos y se reconoció la urgencia de contar con un lugar adecuado para la cátedra. Sin embargo, las condiciones en que se desarrolló lo anterior no fueron las óptimas debido a los conflictos bélicos que aquejaron al país en aquel entonces.

²⁰² “Expediente sobre el extrañamiento y acuerdos de la Dirección relativos al aseo y arreglo de las clases de Física y Química”, 2 de diciembre de 1865, AHBNAH-ENA, vol.286, exp.11, f.50.

²⁰³ Alvarado, “Las escuelas...”, p.223. La misma suerte tuvieron los utensilios y herramientas de agricultura y veterinaria, los libros de la biblioteca y el gabinete de historia natural.

²⁰⁴ *Ibid.*, p.57.

3.4 Los instrumentos del último tercio del siglo

Se tienen documentos que arrojan luz sobre el tipo de instrumentos empleados para los cursos de física y mecánica de este periodo (para revisar las cátedras, consúltese el anexo 2). Los primeros registros que se tienen datan de la época de publicación del periódico quincenal de la escuela (1878- 1881) en donde se dan a conocer las aplicaciones de diversos instrumentos científicos a la agricultura.

El artículo “Conversaciones sobre Física”, mencionado previamente, explica la importancia del empleo de diversos instrumentos como la balanza, para medir el peso de los cuerpos y del alcoholómetro, sobre el cual señala:

Hay aparatitos que todo el mundo conoce que así se llaman, y que sirven para medir la riqueza en alcohol de los líquidos espirituosos y que están fundados en la densidad. Es un tubo de vidrio delgado donde hay una graduación que está unida a una bola llena de aire que sirve para que flote el instrumento, y debajo de esta bola está unida otra más pequeña, llena de azogue o granalla de plomo que le sirve de lastre [...] el aparato se sumergirá menos cuanto más sea la cantidad de agua que contenga el líquido espirituoso que se ensaye; de manera que basta ver la división hasta donde se introduce el alcoholómetro, para saber su riqueza en alcohol porque el número 100 de la graduación corresponde al alcohol puro y el 0 a el agua.²⁰⁵

Así, se pretende explicar el uso de estos objetos en una hacienda o rancho. El lector podría juzgar si necesitaba o no dicho material; pero, lo más importante, el artículo deja ver el lugar que podían ocupar los instrumentos de física dentro de la práctica cotidiana del campo y el modo en que éstos podían ser empleados para beneficio de la producción agrícola. Las “Conversaciones sobre Física” permiten generar, dentro del terreno práctico, cierto aprecio y valor al instrumental. En este caso, un alcoholómetro es presentado como la solución para conocer la cantidad de alcohol de un líquido y en los pedidos de instrumentos de 1856 y 1857 se encargaron diversos modelos (anexos 7 y 8).²⁰⁶

²⁰⁵ González, *op.cit.* 1 de diciembre de 1878, p.3.

²⁰⁶ Un agricultor debía conocer los principios de la fermentación, de la producción de bebidas alcohólicas. Véase el contenido del programa del curso de Tecnología para el año de 1892 en: “Reorganización de la Escuela de

Posteriormente, se mencionaron y explicaron diversos instrumentos relacionados con el área de la meteorología. En estos artículos que van de 1878 a 1881 se puede apreciar el modo en que los instrumentos “salían” de las clases de física para entrar a la realidad del campo. A falta de documentos y registros sobre los cursos en esa época, estos artículos nos acercan al tipo de material que formaba parte de las cátedras de física de ese periodo y a la manera en que era estudiado y aprovechado por sus alumnos. De tal modo, es posible inferir el tipo de cultura material con la que se vincularon los estudiantes de la ENAV durante aquel entonces.

En el artículo de Marié Davy publicado en el periódico se habla de la necesidad de diversos instrumentos empleados en la meteorología. Se señala que la presión atmosférica afecta los cultivos y, por lo tanto: “el barómetro es necesario a la agricultura, bajo el punto de vista de la previsión del tiempo”.²⁰⁷ Además, se menciona que el estado del cielo ejerce una acción directa sobre la producción agrícola por lo que se deben realizar diversas observaciones atmosféricas para las cuales: “los termómetros de máxima y mínima, juntamente con el termómetro ordinario, son indispensables”.²⁰⁸ Propone emplear higrómetros; actinómetros; medir la cantidad de lluvias, para lo cual se emplea un pluviómetro y obtener la evaporación del agua, lo cual es posible con ayuda de un evaporímetro. Davy declara que sólo de esta forma se podrían fijar los límites climatéricos de las plantas y, con esto, “sus aptitudes y necesidades”.²⁰⁹

El periódico de la escuela difundió un texto del importante investigador francés y, así, permitió que los lectores identificaran las funciones y beneficios de aquellos instrumentos científicos que, aplicados a la agricultura, permitirían la mejora de las actividades agrícolas. Al

Agricultura” en *Revista de la Instrucción Pública Mexicana*, México, 15 de agosto de 1896, p.328. Consulta: HNDM.

²⁰⁷ “Meteorología y física vegetal”, en *La Escuela de Agricultura*, México, 1 de octubre de 1878, p.1. Consulta: HNDM. Para revisar el origen de los instrumentos de meteorología, véase: Turner, *op.cit.*, p.246. El autor explica que desde el siglo XVII se necesitaron instrumentos meteorológicos en los observatorios de París y Greenwich lo cual condujo al desarrollo del barómetro y del termómetro.

²⁰⁸ “Meteorología y física...”, *op.cit.*, p.1.

²⁰⁹ *Ibid.*

haber publicado este artículo, la ENAV validó y enalteció el empleo de ese instrumental en el terreno de la práctica agrícola.

Lo que estos artículos han mencionado sobre el tipo de instrumental de física y su empleo en el campo se relaciona de manera directa con la cátedra de Práctica Agrícola de la ENAV en 1856. A pesar de los años que distan entre tal curso y la información del periódico, también existió una clase dedicada a la práctica agrícola en una buena cantidad de planes de estudios del periodo en cuestión (anexo 1). De tal manera, para la cátedra de Práctica Agrícola de 1856 se habían solicitado un barómetro de Gay Lussac con escala para México, termómetros de máxima y mínima, un pluviómetro, un higrómetro y un manómetro.²¹⁰ Todos los instrumentos, a excepción del último, formaban parte de la clase de Física o habían sido solicitados por Varela (anexos 6, 7 y 8). El instrumental deja ver que éste no estaba exclusivamente destinado a un curso en específico y que, por el contrario, los instrumentos de física también formaban parte del repertorio del curso de práctica. Lo interesante radica entonces en que la cultura material de la física de la escuela, tanto para 1856 como para la época en que datan los artículos del periódico, tuvo el objetivo de funcionar como un puente que permitiera aplicar los conocimientos de física a la realidad del campo.

En otros artículos del periódico se reitera la utilidad y el funcionamiento de este tipo de instrumentos meteorológicos. En uno de ellos, se explica la manera de interpretar la columna de mercurio de los barómetros. Es identificado como el instrumento por medio del cual los “meteorologistas” observan las perturbaciones atmosféricas y que ayuda a los agricultores para “prever con alguna anticipación los cambios de tiempo”.²¹¹ Otro ejemplo del hincapié hecho a los

²¹⁰ “Instrumentos encargados a Europa”, febrero 26 de 1856, AHBNAH-ENA, vol.273, exp.14, f. 94- 94/r.

²¹¹ “Conferencia agrícola dada en Cuernavaca el 24 de Agosto de 1879 por el C. Gabriel Hinojosa, Ingeniero Agrónomo y actual Director de la Escuela Regional establecida en el Estado de Morelos” en *La Escuela de Agricultura*, México, 15 de septiembre de 1879, p.47-48. Consulta: HNDM. Para el empleo del barómetro dentro de

instrumentos para las observaciones meteorológicas y sus aplicaciones en la agricultura es el que otorga el ingeniero, agricultor teórico práctico y director de la escuela, José C. Segura:

Hay una relación tan íntima entre el mayor número de días claros de un año y la mayor cantidad de cosecha en el mismo, que en Europa ya se predice el estado de las cosechas por la transparencia de la atmósfera. Los observatorios meteorológicos empeñados en esa cuestión, siguen una a una las variaciones luminosas por medio de un instrumento llamado *actinómetro*.²¹²

Así, es posible identificar y reafirmar la importancia de las observaciones meteorológicas en beneficio de la agricultura y, para obtenerlas, de nuevo aparece el instrumento como un agente protagónico. Si los agricultores de un país desean mejorar la calidad y condiciones de su cosecha, se deben valer de los análisis de datos y registros proporcionados por los instrumentos científicos. Lo anterior representaba un paso para alcanzar el progreso del que ciertos países avanzados, como los europeos, gozaban.

Quizás el mejor registro que se tenga sobre los estudios de meteorología dentro de la ENAV proviene de una serie de tablas meteorológicas publicadas en el periódico de la escuela (anexo 10). Se publicaron dieciocho entre agosto de 1880 a junio de 1881:

Cuadro 11. Tablas de datos meteorológicos publicadas en el periódico <i>La Escuela de Agricultura</i>	
Periodo de la tabla	Fecha de publicación
Primera quincena de agosto	15 -agosto-1880
Primera quincena de septiembre	15-septiembre-1880
Segunda quincena de septiembre	1-octubre-1880
Primera quincena de octubre	15-octubre-1880
Segunda quincena de octubre	1-noviembre-1880
Primera quincena de noviembre	1-diciembre-1880
Segunda quincena de noviembre	1-diciembre-1880
Primera quincena de diciembre	15-diciembre-1880
Segunda quincena de diciembre	1-enero-1881
Segunda quincena de enero	1-febrero-1881
Primera quincena de febrero	15-febrero-1881
Segunda quincena de febrero	1-marzo-1881

la agricultura, este artículo señala que: “el abatimiento lento y constante de la columna de mercurio, es un indicio de próxima lluvia; mientras que si el descenso es rápido indica tempestad o huracán. Estas indicaciones no dan una certidumbre absoluta sino simples probabilidades para el lugar de la observación.”

²¹² Segura, “Segunda Conferencia Agrícola...”, p.95. Las cursivas son del original.

Primera quincena de marzo	15-marzo-1881
Segunda quincena de marzo	1-abril-1881
Primera quincena de abril	15-abril-1881
Segunda quincena de abril	1-mayo-1881
Segunda quincena de mayo	1-junio-1881
Primera quincena de junio	15-junio-1881

Lo primero que hay que señalar es que los datos obtenidos provienen del Observatorio Meteorológico que, por lo menos desde 1893 se tiene registro que se ubicaba en la escuela;²¹³ además, en el reglamento para el año de 1899 se especifica que el prefecto de la ENAV era “el encargado del Observatorio meteorológico” y que debía mantenerlo en “buen estado de conservación y listos para las observaciones los instrumentos”.²¹⁴ Además, debía suplir al profesor de física en sus faltas a clase.²¹⁵ Poco más se sabe de la figura del prefecto y llama la atención el hecho de que este observatorio de la ENAV tampoco haya sido investigado. Es muy probable que las tablas meteorológicas publicadas entre 1880 y 1881 fueran elaboradas con base en los datos del observatorio de la ENAV y que, por lo tanto, el observatorio funcionaba desde la década de los ochenta.²¹⁶

A pesar de que no existen registros para estudiar la relación de este observatorio con la cátedra de Física, las tablas permiten apreciar el tipo de datos e instrumentos que los futuros profesionales de la agricultura estudiaban en los cursos de física aplicada y meteorología. Dos

²¹³ Barreiro, *op.cit.*, p. 37.

²¹⁴ “Reglamento económico de la Escuela Nacional de Agricultura y Veterinaria” en *Revista de la Instrucción Pública Mexicana*, México, 1 de enero de 1899, p. 421-422. Consulta: HNMD.

²¹⁵ *Ibid.*, p.422.

²¹⁶ La escuela necesitaba un observatorio pues, como ya se vio, Varela había destacado desde 1857 la importancia de contar con un recinto como éste. El que las tablas lleven como encabezado: “Escuela Nacional de Agricultura. Observatorio Meteorológico” sugiere que el Observatorio corresponde a la escuela y que no se trata, en todo caso, del Observatorio Meteorológico Central. Véase: Marco Arturo Moreno Corral, “El Observatorio Astronómico Central. Datos para su historia” en María de la Paz Ramos Lara y Marco Arturo Moreno Corral [coords.], *La astronomía en México en el siglo XIX*, México, UNAM-CEIICH, 2010, p. 155. También se puede afirmar que la información de esas tablas meteorológicas fue obtenida por personal de la escuela al estar los nombres del ingeniero agrónomo Adolfo Barreiro identificado como profesor y el de Manuel Granados como preparador; probablemente para designar su ocupación dentro del observatorio. El primero fue, durante 1877, catedrático del segundo año de Matemáticas y del curso de Fitotecnia; el segundo tenía el título de médico veterinario. Barreiro, *op.cit.*, p.79 y 87.

años después de la publicación de estas tablas, se estableció que el curso fuese denominado como “Física y meteorología con aplicaciones a la agricultura” o “Física y meteorología agrícolas” (véase anexo 2: planes 1883, 1893 y 1900).

Las tablas proporcionan datos sobre la temperatura a distintas horas del día y dan un promedio; registran la cantidad de lluvia; la cantidad y especie de las nubes; la dirección y la fuerza de los vientos; los cambios de presión en el aire y los índices de humedad relativa a las siete de la mañana, dos de la tarde, nueve de la noche y en promedio. Para identificar lo anterior las tablas señalan el instrumento empleado en cada caso; se especifica el uso del termómetro libre y del termómetro de máxima y mínima para la obtención de la temperatura; se señala al barómetro como el instrumento empleado para la obtención de datos de las variaciones de presión y al psicrómetro como el instrumento por el cual se obtuvieron los índices de humedad a partir del vapor de agua. Aunque la tabla no los mencione, para las mediciones de la cantidad de lluvia probablemente se usó un pluviómetro y para obtener la fuerza de los vientos, un anemómetro y un anemoscopio para indicar los cambios en su dirección.

Los instrumentos respaldaron los datos y las medidas que presentaba la tabla. La medición y la precisión que se proporcionó a partir de los instrumentos tenía un objetivo concreto: que el lector se viera beneficiado por ellos ya que, al analizarlos, un agricultor con conocimientos podía emplearlos en la planeación de las actividades en el campo.²¹⁷ Las tablas de 1880 y 1881 representan una buena fuente de información para conocer los instrumentos de física y su significación y aplicación a partir de la enseñanza agrícola.

²¹⁷ No cualquier lector podía interpretar el contenido de las tablas y tampoco es de esperarse que todos los lectores conocieran la función del barómetro y del psicrómetro. Las tablas están dirigidas a un lector en particular, a uno que ha adquirido ciertos conocimientos de física y de meteorología. El lector que más se ajusta a esta descripción es el egresado de la ENAV. A este punto regresaré más adelante.

El periódico de la escuela arroja menos información, aunque muy valiosa, para comprender el papel desempeñado por los instrumentos de mecánica en la formación de los futuros profesionales de la agricultura. El ingeniero Segura y el médico veterinario Granados informaron sobre la exposición de Puebla que: “La maquinaria, y más la perfeccionada, es el medio de que las artes, la industria y sobre todo la agricultura, obtenga mayor suma de productos y más perfectos, evitando los gra[n]des inconvenientes que trae consigo la falta de brazos disponibles”.²¹⁸ La mecánica no sólo es identificada en este informe como uno de los pilares para el crecimiento agrícola, sino que se subraya el importante lugar que ocupan las máquinas en ese proceso.

Al hablar sobre la necesidad de instaurar escuelas regionales de agricultura, se indicó que uno de los mayores beneficios serían los:

profesores ambulantes, que derramándose por el interior de las rancherías y haciendas, enseñarán a los habitantes de los campos la mecánica agrícola con el manejo de los instrumentos de labranza, y algunas que otras teorías accesibles a la poco cultivada inteligencia de nuestros hombres de campo.²¹⁹

El estudio puntual de los instrumentos y máquinas agrícolas puede ser revisado a partir del contenido de la cátedra de Mecánica Agrícola e Hidromensura para los ingenieros agrónomos y de la cátedra de Mecánica Agrícola para mayordomos (anexos 3 y 5). Para el caso de los ingenieros en 1893 (anexo 3), el contenido es mucho más específico: “instrumentos empleados en las labores, en las siembras, en las cosechas y máquinas empleadas en la limpia y separación de los granos”, además de que, por ser también un curso de hidromensura, se debían estudiar las máquinas para la elevación de las aguas.²²⁰ Los Mayordomos tendrían que especializarse en los

²¹⁸ José C. Segura y Manuel Granados, “Informe de los comisionados de la Escuela, sobre la parte agrícola en la segunda exposición industrial de Puebla”, en *La Escuela de Agricultura*, México, 15 agosto 1880, p.37. Consulta: HNDM.

²¹⁹ “Crónica” en *La Escuela de Agricultura*, México, 15 de agosto de 1880, p. 39. Consulta: HNDM.

²²⁰ “Reorganización de la Escuela...”, p. 328.

instrumentos aratorios, aunque también debían ser capaces de describir y usar “aparatos y máquinas agrícolas”.²²¹ Esta diferenciación entre el instrumental permite apreciar el distinto grado de especialización que cada carrera tenía. Sin embargo, ambas cátedras debían conducir a sus alumnos hacia una práctica, donde los instrumentos eran implementados y se determinaba su utilidad para el beneficio de la agricultura.

Ya al finalizar el siglo, el detallado contenido del programa para la clase de Mecánica Agrícola e Hidromensura para el ingeniero agrónomo esboza una buena cantidad de instrumental tanto de mecánica como de hidromensura (anexo 5.1). En aras de comprender el trabajo y la fuerza mecánicos, se tenía que contar con dinamómetros; para adentrarse en el funcionamiento de las máquinas se concentraban en el estudio de los motores agrícolas, hidráulicos y de las turbinas; se incorporaba el estudio de las partes del arado y de máquinas segadoras, sembradoras, recolectoras, aventadoras y escogedoras de granos; se estudiaban los carros y carretillas empleados en la agricultura, instrumentos para la labranza como la pala, la coa, el azadón, las rastras (rastrillos); se incluían las máquinas y aparatos para limpiar los granos, trilladoras, cribadoras, limpiadoras de sacudido, quebradoras de tallo y despulpadoras entre otros materiales. Para el estudio de la hidromensura, el estudiante se debía entender el manejo de máquinas elevadoras de agua y en instrumentos como hidrómetros y flotadores, que servían para conocer la velocidad de un volumen de agua en un arroyo, río o canal.²²² Destaca la presencia del molinete de Woltmann, que era considerado como el mejor hidrómetro.²²³

Los estudiantes para mayordomos debían comenzar con los conceptos generales de mecánica para después pasar al estudio de la mecánica aplicada a la agricultura (anexo 5.2). En la

²²¹ *Ibid.*, p. 358.

²²² Manuel Fernández Leal, *Hidromensura o medida del agua*, México, Ofic. Tip. de la Secretaría de Fomento, 1884, p.52. Consulta: AHFI-UNAM.

²²³ *Ibid.*, p.57.

primera parte se mencionan diversos instrumentos y máquinas simples como la palanca, la polea, el torno, el plano inclinado y la cuña. Además de estos conocimientos básicos de mecánica, el futuro mayordomo debía estudiar de manera sintetizada el estudio de los motores y diversas máquinas agrícolas que formaban parte del estudio de los ingenieros. En el estudio de esta maquinaria coinciden para la mayoría de los casos ambos programas y cuando no es, por ejemplo, porque a los mayordomos se les enseñaban “máquinas para cortar forrajes” mientras que en el programa de los ingenieros se profundizaba en el tipo de máquinas, como engavilladoras, cortadoras de raíces y paja y despulpadoras. Además, hay que recordar que al Mayordomo no se le exigían los instrumentos para el estudio de la hidromensura.²²⁴

Para el caso de la cátedra de Física y Meteorología Agrícolas, también se cuenta con los contenidos de los cursos de 1893 y 1900 para ingenieros y mayordomos. El principal eje de estos programas fue la meteorología. Dentro del programa para 1893 (anexo 3) resulta notable el hecho de que tanto los ingenieros agrónomos como los mayordomos tuvieran que familiarizarse con el uso, instalación y modo de manejo de los principales instrumentos meteorológicos que, aunque no se especifiquen, probablemente hayan sido los mismos que ya se han descrito a lo largo de este apartado. Además, ambos debían ser capaces de emplearlos. En esto se distingue a los ingenieros de los mayordomos pues los primeros debían aprender a formar cuadros con los resultados de las observaciones, probablemente similares a las tablas meteorológicas publicadas en el periódico de la escuela.

El hincapié hecho en los instrumentos de meteorología puede ser constatado en el contenido para el año escolar de 1900 (anexo 4). En cuanto a instrumentación, la carrera de los

²²⁴ Para profundizar en el aspecto de la modernización en la agricultura del país véase el texto de Alejandro Tortolero Villaseñor. Ahí se expone que la modernización se basaba, en buena medida, en la introducción de maquinaria agrícola en las haciendas del país. Además, menciona que esta modernización puede ser comprendida a partir de dos enfoques: el del hacendado (prestigio social) y el del administrador (racionalización en el empleo de la fuerza de trabajo). Véase: Tortolero, *op.cit.*, p. 42.

ingenieros demandaba, que el alumno pudiera utilizar ciertos instrumentos meteorológicos como el actinómetro; el pirheliómetro de Pouillet, para medir la cantidad de calor; el barómetro; el termómetro; el higrómetro; pluviómetro; el evaporímetro y una sección considerable del módulo quince se especializa en la investigación de fenómenos atmosféricos en un observatorio o estación meteorológica y en la descripción, uso y combinación de los instrumentos necesarios para la observación (véase anexo 4.1, quinceava parte). El ingeniero agrónomo debía aprender a usar e interpretar el barómetro en aras de prever el tiempo y el tipo de cultivo adecuado. Sería necesario usar el actinómetro para conocer la cantidad de luz que el trigo necesita en su crecimiento (parte sexta); el higrómetro para conocer la cantidad máxima y mínima de agua o humedad que la tierra debe contener para el crecimiento de las plantas (parte séptima).

Los mayordomos debían contar tanto con instrumentos que les permitieran demostrar y experimentar diversos conceptos teóricos de la física general como la prensa hidráulica, vasos comunicantes, diversos barómetros, bombas y sifones, electrómetros, botellas de Leyden, pilas voltaicas, espejos y el disco de Newton, por nombrar sólo unos cuantos, como con los instrumentos para el estudio de la meteorología (anexo 4.2). Además, se dedican dos módulos a la previsión del tiempo por medio de la combinación de algunos de estos instrumentos científicos (véase anexo 4.2, partes décimo séptima y décimo octava de Meteorología).

Los diversos textos empleados para las cátedras de Física y Meteorología Agrícolas y Mecánica Agrícola e Hidromensura en el periodo de 1897 a 1901,²²⁵ también pudieron haber introducido a los alumnos a todo este repertorio de instrumentos de física general, meteorología y

²²⁵ Para ambos casos remito al lector al apartado 2.2 de la presente investigación “Libros de texto para los diversos cursos de física”. En el caso del curso de física y meteorología agrícolas me refiero a las obras de Ganot, *op.cit.*, 976 pp.; Davy, *op.cit.*, 370 pp.; Dallet, *op.cit.*, 336 pp.; Langlebert, *op.cit.*, p.464 pp. y Navarro Soler, *op.cit.*, 464 pp. La obra de Langlebert, sólo incorpora instrumentos de las ramas generales de la física y excluye la meteorología. Los demás textos incorporan el grueso de los instrumentos meteorológicos que han sido mencionados a lo largo de este capítulo. En cuanto al curso de Mecánica agrícola e Hidromensura, me refiero a las obras de Fernández Leal, *op.cit.*, 69 pp. y al texto de Tresca, *op.cit.*, p.526 pp. El lector podrá encontrar ejemplos de las ilustraciones sobre instrumentos y máquinas que presentan estos libros en el anexo 11.

mecánica agrícola e hidromensura a través de ilustraciones y la explicación y descripción de su funcionamiento.

Conclusiones

Al analizar los cursos de física y los registros de sus instrumentos, fue posible comprender el modo en que dicha disciplina se desarrolló en la ENAV y la manera en que se consideró que sus conocimientos podrían contribuir al progreso de la agricultura. Los informes de profesores, los planes de estudio, el contenido de las cátedras y los artículos de la prensa escolar han permitido apreciar que la física era fundamental en la formación de los futuros profesionales de la agricultura. También se demostró que a partir del análisis de los inventarios, solicitudes y referencias a instrumentos en diversas fuentes, se enriquece la comprensión sobre el lugar ocupado por dichos conocimientos científicos y se aprecia la proyección que pretendían darles en el trabajo de campo. Con base en estas dos perspectivas, se detectó que la profesionalización de la agricultura tuvo dos periodos, uno data de la fundación de la escuela hasta el triunfo de las reformas liberales a finales de la década de los sesenta y el segundo se ha identificado en el último tercio del siglo. Veamos, pues, qué fue lo que distinguió a un periodo de otro.

a) Los conocimientos de física y sus instrumentos desde su fundación hasta fines de los sesenta

Durante los primeros años de vida de la escuela, la clase de física general y experimental dirigida por Joaquín Varela (de 1854 a 1861), era obligatoria para las tres carreras del plantel, a saber, mayordomos, agricultores teórico prácticos y profesores de agricultura. El curso tuvo un carácter general, donde se estudiaban las diversas ramas de la física, con especial atención al calor, la electricidad, la meteorología y la climatología. El libro de texto empleado para este curso fue el de Ganot, texto que después sería empleado en la ENP para la enseñanza preparatoria en las distintas ramas de la física. Varela procuró dotar a su curso con un componente teórico y otro

experimental. Esta cátedra estaba diseñada para tener objetivos distintos entre la población estudiantil.

Por otra parte, el curso de mecánica impartido por Juan Cardona (de 1857 a 1861) estaba dirigido a los estudiantes de la carrera más larga y especializada en aquel entonces, de profesor de agricultura. Este curso también fue de carácter general y de conocimientos básicos: leyes del movimiento, los efectos de las fuerzas sobre los cuerpos, el estudio de las máquinas simples, de los líquidos y de la fricción. Estos conocimientos llevaban a comprender el funcionamiento de las máquinas.

Los registros sobre instrumentos para este periodo permiten completar la información sobre el objetivo y la relevancia de las cátedras dentro de la formación de profesionales de la agricultura. La mayor parte de instrumentos para el curso de Varela estaban descompuestos o en mal estado, es posible argüir que el aspecto experimental y aplicado que el profesor pretendía dar a su curso fue limitado.

Los dos pedidos de instrumentos a Europa dan pistas en cuanto la importancia y objetivos del curso. En un primer pedido en 1856, la totalidad de los instrumentos se vinculó con la mecánica, principalmente en el estudio de los fluidos. Varela quiso, a través de su curso de física, poner al alcance de las demás carreras conocimientos sobre la mecánica de los fluidos. Un tercer pedido de instrumentos realizado en 1857 refleja el carácter general de la cátedra y el gran interés por dotarla con un buen repertorio material que permitiera a sus alumnos el estudio de la electricidad, el electromagnetismo, la mecánica (neumática, compresión, hidrostática e hidrodinámica), la óptica, la acústica, el calórico, la meteorología y el galvanismo. Desde este periodo tiene una presencia destacada en la clase de física de la meteorología; el profesor del curso apuntó la necesidad de contar con un observatorio y con instrumentos.

Del pedido de instrumentos para el curso de mecánica de Cardona realizado en 1857 se confirma el carácter general de la cátedra, que pretendió acercar a los alumnos a nociones del movimiento y la fuerza que actúan sobre los cuerpos para culminar con el estudio de modelos de máquinas que pudieran servirles en la explotación del campo. A pesar de los diversos pedidos hechos por Varela y Cardona, la escuela se vio afectada por los conflictos políticos. A partir de la Guerra de Reforma y hasta el sitio de la ciudad de México de 1867, en la ENAV predominan los registros sobre la carencia, el mal estado, el desarreglo y la pérdida a la que habían sido expuestos los instrumentos. Durante estos primeros años de vida de la escuela, los conocimientos de física se vieron obstaculizados por la falta de instrumental.

Una vez restaurada la República y con el afán por promover carreras útiles a la nación, impulsado por la Ley Orgánica Pública del 2 de diciembre de 1867, los cursos de física general y mecánica pasaron a la ENP, mientras que en la ENAV las clases de física guardaron una relación notable con los términos “aplicada”, “agrícola”, “con aplicaciones a la agricultura” y se les vinculó directamente a la meteorología y a la hidráulica e hidromensura. Este cambio en el modo de nombrar a las materias se debió a la necesidad de aplicar los conocimientos científicos a la agricultura. Desde este momento la meteorología como rama de la física, tanto para los ingenieros como para los mayordomos, empezó a cobrar cada vez más relevancia dentro de la instrucción agrícola en la ENAV.

b) Los conocimientos de física y sus instrumentos en el último tercio del siglo

Desde la publicación del periódico quincenal *La Escuela de Agricultura* (1878-1881) hasta finalizar el siglo, se aprecia el grado de especialización que adquirieron los conocimientos de física. Durante este periodo se beneficiaron sustancialmente los estudios agrícolas por la estabilidad política y, además, continuaron representando una prioridad gubernamental.

La información que proporciona el periódico de la escuela resulta primordial para comprender el papel que fue otorgado a los conocimientos de física en la instrucción agrícola y en su puesta en práctica. Diversos artículos destacaron que con base en el estudio de los temas y conceptos generales de la física, principalmente sobre electricidad y meteorología, el futuro profesional de la agricultura sería capaz de comprender las necesidades básicas de los cultivos y los fenómenos que intervenían en su medio para obtener mejores resultados. Se hizo hincapié en el estudio de la meteorología como fundamental para el beneficio del trabajo del campo. El haber publicado tablas meteorológicas del Observatorio Meteorológico de la escuela permite apreciar la importancia que se otorgó a este tipo de información, la cual podría conducir hacia una mejor planeación agrícola.

Otros artículos difundieron la importancia de la mecánica para la construcción y el empleo de la maquinaria agrícola, que fue considerada como esencial para el avance de la agricultura mexicana. En este aspecto, el periódico difundió información sobre la pertinencia y necesidad de la maquinaria agrícola para poder favorecer la producción a partir de la obtención de mejores resultados y de la disminución de la fuerza de trabajo.

En la última década del siglo XIX se perfilaron con mayor precisión los contenidos de los cursos de física, especializados en la agricultura. Fueron fundamentales para la formación del futuro profesional del campo mexicano. La veterinaria no contó con estos cursos profesionales pues las aplicaciones de la física a este ramo no resultaron ser tan evidentes, incluso desde 1869. Este nivel de especialización también se encuentra en los profesores de física y mecánica pues la mayoría habían egresado de la ENAV y había contado, por lo tanto, con una instrucción agrícola a diferencia de los profesores que impartieron los cursos en los primeros años de vida de la escuela y que provenían de la Academia de San Carlos y del Colegio de Minería. Asimismo, los libros de texto empleados en las cátedras de física y mecánica de este periodo demuestran el

grado de definición que alcanzaron los estudios de física ya que tales obras estaban destinadas al estudio de la física y meteorología agrícolas y de la mecánica agrícola e hidromensura.

Desde 1893 el eje temático del curso para ingenieros y mayordomos, Física y Meteorología Agrícolas, fue la meteorología, la cual quedó perfilada como la rama de la física más importante dentro de la formación del futuro profesional del campo. Para 1900, se había logrado un nivel detallado de especialización. Ambas profesiones debían estar preparadas en la obtención, análisis, previsión y comprensión de los diversos factores atmosféricos que intervenían en las actividades agrícolas. Sin embargo, el contenido y alcance de los ingenieros difirió del de los mayordomos ya que los primeros dedicaban el curso íntegramente al estudio de los factores meteorológicos mientras que los segundos, al contar sólo con estudios de enseñanza primaria, debían abarcar las diversas ramas de física general para poder continuar en el estudio de la meteorología.

Los cursos de mecánica agrícola e hidromensura y de mecánica agrícola contaron con un objetivo mucho más definido a partir de 1893 para ambas cátedras: la revisión y apropiación de los instrumentos y maquinaria agrícola. Los ingenieros debían añadir a esto el estudio de las máquinas para elevar aguas, aspecto que los diferenció de los mayordomos quienes, a pesar de que su clase no estuviera enfocada en la hidromensura, también debían estudiar algunos aspectos del tema. Esto permite apreciar, nuevamente, un grado de especialización distinto entre ambos sectores estudiantiles.

El estudio de la maquinaria agrícola, por parte de los ingenieros y de los mayordomos, encontró su cúspide en el plan de 1900 donde ambos debían repasar un amplio repertorio de instrumentos de labranza y máquinas empleadas en la agricultura. Además, los ingenieros complementaban lo anterior con una serie de conceptos, fórmulas y algunos instrumentos para el estudio de la hidromensura, mientras que los mayordomos tenían que cursar temas generales de

mecánica para después abundar en la mecánica aplicada a la agricultura, tal como se dio en el caso de la cátedra de Física y Meteorología Agrícolas.

A partir del contenido y objetivo de los programas para las clases se demuestra el importante papel que desempeñaban en la formación de los estudiantes y que, por lo tanto, tenían que formar parte de los cursos del establecimiento. Fue necesario contar con instrumentos de meteorología para ingenieros y mayordomos, pero también con instrumentos de diversas ramas de la física general para el estudio de los últimos. El tipo de instrumentos vistos en clase y el grado de especialización que se podía obtener en su uso y manejo difería, de este modo, entre ambas carreras. El haber contado con las diversas máquinas agrícolas como parte del programa de mecánica resultaba fundamental para la formación tanto de ingenieros como de mayordomos ya que, a partir de ellas, la modernización de la agricultura sería catalizada.

Por último, cabe destacar que desde los inicios de la escuela hasta finalizar el siglo XIX hubo una marcada influencia francesa en los estudios de física de la ENAV. El que los pedidos de instrumentos de los primeros años hayan sido elaborados con base en un catálogo de una firma francesa y el empleo de libros de texto principalmente franceses permiten comprender que los cursos estaban estructurados de acuerdo con un modelo europeo del papel que debía desempeñar la física en el desarrollo de la agricultura. No obstante, para las cátedras de 1900 una parte de los temas estaban orientados al estudio de las características de México. Esto refleja el interés por aterrizar los conocimientos en la realidad mexicana.

ANEXO 1

Planes de estudios de la ENAV desde su creación hasta finalizar el siglo XIX, 1853-1900¹

1) Plan de 1853²

Carrera de agricultor teórico-práctico					
Primer año	Segundo año	Tercer año	Cuarto año	Quinto año	Sexto y séptimo años
Matemáticas (trigonometría plana y esférica, geometría descriptiva y analítica)	Mecánica racional e industrial	Física experimental	Química general y aplicada a la agricultura	Veterinaria elemental	Agricultura teórico práctica en una hacienda designada por la escuela
Dibujo lineal	Agrimensura	Botánica	Manipulaciones químicas	Arquitectura rural	Contabilidad agrícola
Inglés	Inglés	Zoología	Principios de oritognosia y geología	Dibujo arquitectónico	
Ejercicios físicos y gimnásticos, de equitación y manejo de armas	Práctica de fin de año de agrimensura	Inglés	Alemán	Práctica de veterinaria	
	Dibujo de máquinas y planos topográficos	Práctica final con los instrumentos más usuales de agricultura		Alemán	

¹ Debo advertir que los planes de estudio que aquí presento no representan la totalidad de los mismos durante el siglo XIX. Por ejemplo, se cuenta con registros de médicos veterinarios titulados desde 1858; sin embargo, ese plan de estudios no aparece en las fuentes que consulté. Integro para esta investigación aquellos planes que encontré en las diversas fuentes secundarias y primarias que cito. No obstante, reconozco que este anexo aporta una visión casi completa de los planes de estudios de la ENAV en aquel siglo. También debo indicar al lector que la información sobre los estudios preparatorios y su relación con la Escuela Nacional Preparatoria (ENP) a partir de 1868 resulta ser poco precisa. Como se explicará a lo largo de este anexo, dichos estudios debían cursarse en la ENP en 1868 y 1869. Sin embargo, para los planes de 1879 y 1883 puede ser que se hayan tenido que cursar en San Jacinto ya que las fuentes revelan que en 1891, los estudios preparatorios se desincorporaron de la ENAV para volver a pasar a la ENP. Véase: Escobar, *op.cit.*, p. 42 y Urbán, “La creación...”, p. 65.

² Urbán, “La creación...”, p. 52-54. De acuerdo con la autora, este plan de estudios abarcaba la enseñanza primaria, secundaria y superior. *Ibid.*, p. 53.

2) Plan de 1856³

Carrera de mayordomo inteligente (años 1°-3°) Carrera de administrador o agricultor teórico práctico (años 1°-5°) Carrera de profesor de agricultura o agrónomo (años 1°-7°)					
Primer año	Segundo año	Tercer año	Cuarto año	Quinto año	Sexto y séptimo años
Aritmética, geometría y trigonometría	Física general y experimental	Agrimensura	Veterinaria	Química general y agrícola	Elementos de mineralogía y geología
Principios fundamentales de religión y conocimiento de sus verdaderos dogmas	Geometría	Botánica	Agricultura teórico - práctica	Inglés	Principios de economía y derecho rural
Francés	Cosmografía	Zoología	Dibujo de máquinas	Prácticas agrícolas	Perfección en alguno(s) de los ramos de la agricultura
Dibujo natural	Francés	Inglés	Inglés		Construcción (mecánica aplicada a la agricultura y construcciones rurales)
	Dibujo anatómico y de paisaje	Dibujo lineal			Administración rural
		Prácticas de agricultura		Perfección práctica y teórica	

³ Gómez, *op.cit.*, p. 40 y Urbán, “La creación...”, p.55. La enseñanza estaba dividida en común, superior y profesional para formar, respectivamente, a mayordomos, administradores y profesores de agricultura o agrónomos. Véase: Escobar, *op.cit.*, p.21.

3) Plan de 1861⁴

Carrera de agricultor-topógrafo						
Primer año	Segundo año	Tercer año	Cuarto año	Quinto año	Sexto año	Séptimo año
Matemáticas	Matemáticas	Mecánica racional	Mecánica industrial con sus aplicaciones especiales y materiales a la agricultura	Química general y agrícola	Agricultura teórico-práctica	Agricultura teórico-práctica
Horticultura, floricultura y arboricultura prácticas	Horticultura, floricultura y arboricultura prácticas	Botánica y zoología	Física agrícola	Agricultura teórico práctica	Topografía con énfasis en la práctica	
Dibujo natural	Dibujo anatómico	Elementos de geometría descriptiva y sus aplicaciones al dibujo de máquinas	Botánica y zoología con atención en las excursiones	Topografía		
Francés	Francés	Inglés	Inglés			
Ejercicios físicos	Ejercicios físicos	Ejercicios físicos, de preferencia equitación y natación	Ejercicios de recreación o perfección de los físicos			

⁴ Urbán, “Fertilizantes químicos...”, p.163. La autora observa que: “En el artículo 5° de este programa se estableció que para ser profesor de agricultura se estudiarían tres años más, para abordar las materias de veterinaria, geología y mineralogía.” *Idem.*

4) Plan de 1868⁵

Estudios preparatorios en la ENP para la carrera de agricultor ⁶				
Primer año	Segundo año	Tercer año	Cuarto año	Quinto año
Aritmética	Trigonometría (método analítico) y nociones de cálculo infinitesimal	Física	Química	Historia natural
Álgebra	Cosmografía	Geografía	Historia	Lógica
Geometría	Nociones de mecánica racional	Segundo año de latín	Cronología	Ideología
Gramática española	Raíces griegas	Segundo año de inglés	Tercer año de latín	Gramática general
Taquigrafía	Primer año de latín		Primer año de alemán	Literatura
Francés	Primer año de inglés		Teneduría de libros	Moral
				Segundo año de alemán

Carrera de agricultor ⁷			
Primer año	Segundo año	Tercer año	Cuarto año
Primer curso de agricultura que incluya química aplicada	Segundo curso de agricultura	Administración y economía rurales	Práctica en una hacienda de tierra caliente
Botánica aplicada	Zoología aplicada	Zootécnica	
Física aplicada y Meteorología	Contabilidad agrícola	Topografía y geometría descriptiva aplicada al dibujo de máquinas y aparatos	

⁵ Escobar, *op.cit.*, p.24.

⁶ Los estudios preparatorios se debían cursar en la Escuela Nacional Preparatoria, véase: Escobar, *op.cit.*, p.24. Para consultar los planes de estudios preparatorios de la ENP y el contexto en el que surgieron véase: Daniela Azucena Uresty Vargas, “El surgimiento de la Escuela Secundaria en México. Legado de la Escuela Nacional Preparatoria en la enseñanza de las ciencias”, tesis de licenciatura en Pedagogía, Facultad de Filosofía y Letras-UNAM, 2010, p. 80-81 y 83.

⁷ Los tres primeros años de estudios profesionales eran teórico prácticos. Escobar, *op.cit.*, p.24.

5) Plan de 1869⁸

Estudios preparatorios en la ENP para las carreras de agricultor y médico veterinario ⁹				
Primer año	Segundo año	Tercer año	Cuarto año	Quinto año
Aritmética	Geometría en el espacio y Geometría analítica	Física precedida de nociones de Mecánica racional	Química	Historia natural
Álgebra	Trigonometría, concluyendo con nociones de cálculo infinitesimal	Cosmografía	Geografía	Lógica
Geometría plana	Inglés	Gramática española	Historia general y del país	Ideología
Francés		Raíces griegas	Cronología	Gramática general
			Primer año de latín	Literatura
		Inglés		Moral
				Segundo año de latín

Carrera de agricultor		
Primer año	Segundo año	Tercer año
Agronomía	Arte agrícola	Topografía teórico- práctica
Geología aplicada	Arboricultura	Economía y Administración agrícolas
Física aplicada	Botánica aplicada a la agricultura	Construcciones rurales
Química aplicada	Zootecnia	Dibujo de máquinas
Meteorología aplicada a la agricultura		

Carrera de médico veterinario			
Primer año	Segundo año	Tercer año	Cuarto año
Anatomía descriptiva	Exterior de los animales domésticos	Patología interna, comparada	Patología general, precedida de Anatomía general
Fisiología comparada	Patología externa, comparada	Clínica interna, comparada	Obstetricia
	Clínica externa, comparada	Terapéutica, comparada	Zootecnia aplicada a la higiene
	Operaciones en que se incluirá el estudio de la Mariscalía		

⁸ Escobar, *op.cit.*, p. 25-26.

⁹ Para consultar el contexto histórico social en el que este plan de estudios preparatorios surgió en la ENP véase: Uresty Vargas, *op.cit.*, p.81-84.

6) Plan de 1879¹⁰

Carrera de ingeniero agricultor							
Primer año	Segundo año	Tercer año	Cuarto año	Quinto año	Sexto año	Séptimo año	Octavo año
Aritmética	Trigonometría	Mecánica e hidráulica	Zoología	Agronomía (que comprende Física, Mecánica y Geología aplicadas a la agricultura)	Arte agrícola	Topografía teórico práctica	Práctica en la Tierra Caliente
Álgebra	Geometría analítica	Geografía	Botánica aplicada	Dibujo de máquinas	Arboricultura	Economía y Administración agrícolas	
Geometría plana y en el espacio	Nociones de cálculo infinitesimal	Física general	Química general	Nociones de Patología externa e interna	Jardinería	Práctica	
		Botánica general					
Teneduría de libros	Geometría descriptiva	Primer año de Inglés	Segundo año de Inglés	Práctica	Construcciones rurales	Tecnología	
Práctica hortícola y de jardinería	Segundo año de Francés	Dibujo	Dibujo		Zootecnia		Nociones de Higiene y de Terapéutica
Primer año de Francés	Práctica	Práctica	Nociones de Anatomía y Fisiología veterinarias		Nociones de obstetricia		
			Práctica		Práctica		

¹⁰ Escobar, *op.cit.*, p. 27-28. No menciona si los primeros años de la carrera eran considerados como preparatorios o si se debían cursar en la ENP o en la ENAV. Sin embargo, dado que Escobar no los divide cabe suponer que todas estas materias eran cursadas dentro de la ENAV. Probablemente para este plan los estudios preparatorios fueron desincorporados de la ENP y los alumnos debían cursar los ocho años de estudios en el plantel de San Jacinto.

7) Plan de 1883, decreto del 15 de febrero¹¹

Carrera de ingeniero agrónomo						
Primer año	Segundo año	Tercer año	Cuarto año	Quinto año	Sexto año	Séptimo año
Aritmética	Trigonometría rectilínea y esférica	Mecánica analítica y aplicada	Mecánica aplicada a la agricultura	Drenaje e irrigaciones	Agronomía y fitotecnia	Contabilidad, administración, economía y legislación rurales
Álgebra	Elementos de cálculo infinitesimal	Geometría descriptiva	Física y meteorología con aplicaciones a la agricultura	Geología	Tecnología agrícola	Práctica
Geometría plana y en el espacio	Geometría analítica de dos y tres dimensiones	Geografía universal y de México	Botánica	Hidrología	Zootecnia y nociones de veterinaria	
Francés I	Francés II	Español y raíces griegas y latinas	Topografía e hidromensura	Zoología,	Construcciones rurales	
Dibujo natural y de paisaje	Dibujo natural y de paisaje	Inglés I	Inglés II	Química general y aplicaciones a la agricultura	Dibujo arquitectónico	
Práctica	Práctica	Dibujo lineal, de paisaje, micrográfico y acuarela	Dibujo topográfico y de máquinas	Principios de alemán Dibujo topográfico y acuarela aplicado a la historia natural Práctica	Práctica	
		Práctica	Práctica			

¹¹ Urbán, “La creación...”, p.64.

8) Plan de 1883, decreto del 16 de mayo¹²

Estudios preparatorios para la carrera de ingeniero agrónomo ¹³				
Primer año	Segundo año	Tercer año	Cuarto año	Quinto año
Aritmética	Geometría plana y en el espacio	Física experimental	Química general	Elementos de zoología, de botánica, de mineralogía y geología
Álgebra	Trigonometría rectilínea	Trigonometría esférica	Geografía física y política especialmente de México	Historia patria
Primer año de francés	Segundo año de francés	Geometría analítica	Raíces griegas	Lógica
Primer año de dibujo de paisaje	Primer año de inglés	Cosmografía	Elementos de mecánica racional	Tercer año de dibujo lineal
	Gramática castellana	Segundo año de inglés	Segundo año de dibujo lineal	Academias de matemáticas en que se harán ejercicios prácticos de recordación de todas las materias
	Segundo año de dibujo de paisaje	Primer año de dibujo lineal	Principios de alemán	

Carrera de ingeniero agrónomo		
Primer año	Segundo año	Tercer año
Física y meteorología agrícolas	Agricultura general y especial	Economía, administración, contabilidad y legislación rurales
Química agrícola	Tecnología	Botánica agrícola
Mecánica agrícola e hidromensura	Zoología agrícola	Zootecnia general y especial e higiene veterinaria
Topografía	Exterior de los animales domésticos	Construcciones rurales
Drenaje y riegos	Pequeña cirugía	

¹² Barreiro, *op.cit.*, 1906, p.27-28.

¹³ Sobre los estudios preparatorios para esta época se menciona que los alumnos podían solicitar una pensión para comenzarlos en la ENAV. De tal modo, es posible suponer que dichos estudios se impartieran en la ENAV y no en la ENP. Véase: Escobar, *op.cit.*, p.37

Carrera de médico veterinario			
Primer año	Segundo año	Tercer año	Cuarto año
Anatomía veterinaria	Fisiología	Patología interna	Materia médica y terapéutica
Histología normal	Anatomía topográfica	Anatomía patológica	Microbiología
Patología natural	Patología externa médica	Exterior de los animales domésticos	Obstetricia
	Clínica externa		Higiene y zootecnia
	Mariscalía práctica		Acciones rescisorias
			Medicina operatoria

Carrera de perito agrícola		
Primer año	Segundo año	Tercer año
Física y meteorología agrícolas	Agricultura general y especial	Nociones de economía política, métodos de explotación y cultivo
Química agrícola	Tecnología	Zootecnia e higiene
Topografía, drenaje y riegos	Botánica y zoología aplicadas	Construcciones rurales
	Exterior de los animales domésticos y pequeña cirugía	

Carrera de mariscal inteligente	
Primer año	Segundo año
Nociones anatómicas	Pequeña cirugía
Nociones fisiológicas	Patología del pie
	Herraje ortopédico y terapéutico

9) Plan de 1893¹⁴

Estudios preparatorios en la ENP para las carreras de ingeniero agrónomo y médico veterinario ¹⁵				
Primer año	Segundo año	Tercer año	Cuarto año	Quinto año
Aritmética	Geometría plana y en el espacio	Física experimental	Química general	Elementos de zoología, de botánica, de mineralogía y geología
Álgebra	Trigonometría rectilínea	Trigonometría esférica	Geografía física y política especialmente de México	Historia patria
Primer año de francés	Segundo año de francés	Geometría analítica	Raíces griegas	Lógica
Primer año de dibujo de paisaje	Primer año de inglés	Cosmografía	Elementos de mecánica racional	Tercer año de dibujo lineal
	Gramática castellana	Segundo año de inglés	Segundo año de dibujo lineal	Academias de matemáticas
	Segundo año de dibujo de paisaje	Primer año de dibujo lineal	Principios de alemán	

Carrera de ingeniero agrónomo		
Primer año	Segundo año	Tercer año
Física y meteorología agrícolas	Agricultura general y especial	Economía, administración, contabilidad y legislación rurales
Química agrícola	Tecnología	Botánica agrícola
Mecánica agrícola e hidromensura	Zoología aplicada	Zootecnia general y especial
		Higiene veterinaria
Topografía	Exterior de los animales y pequeña cirugía	Construcciones rurales
Drenaje y riegos		

¹⁴ Escobar, *op.cit.*, p. 42-45.

¹⁵ Los estudios preparatorios para las carreras de Ingeniero agrónomo y Médico Veterinario debían hacerse en la ENP. El que los estudios preparatorios hayan pasado a manos de esta escuela correspondió con el hecho de que la escuela pasó a la Secretaría de Justicia e Instrucción Pública en 1891. Véase: Escobar, *op.cit.*, p.42. Para optar como Mayordomo sólo bastarían los conocimientos a cuatro años de enseñanza primaria elemental. Véase: *Ibid.*, p. 45.

Carrera de médico veterinario			
Primer año	Segundo año	Tercer año	Cuarto año
Anatomía veterinaria	Fisiología	Patología interna	Materia médica y terapéutica
Histología normal	Anatomía topográfica	Anatomía patológica	Microbiología
Patología general	Patología externa médica	Exterior de los animales domésticos	Obstetricia
	Clínica externa		Higiene y zootecnia
Mariscalía	Mariscalía práctica		Medicina operatoria

Carrera de mayordomo de fincas rústicas		
Primer año	Segundo año	Tercer año
Física y meteorología agrícolas	Agricultura general y especial	Nociones de economía política
Química agrícola	Tecnología	Métodos de explotación y cultivo
Mecánica agrícola	Botánica y zoología aplicadas	Zootecnia e higiene
Topografía	Exterior de los animales	Construcciones rurales
Drenaje y riegos	Pequeña cirugía	

Carrera de mariscal inteligente	
Primer año	Segundo año
Nociones anatómicas	Pequeña cirugía
Nociones fisiológicas	Patología del pie
Mariscalía práctica	Herraje ortopédico y terapéutico
	Práctica

10) Plan de 1900¹⁶

Carrera de ingeniero agrónomo		
Primer año	Segundo año	Tercer año
Física y meteorología agrícolas	Agricultura general y especial	Economía, administración, contabilidad y legislación rurales
Química agrícola	Tecnología agrícola	Botánica agrícola
Mecánica agrícola e hidromensura	Zoología agrícola	Zootecnia e higiene
Topografía, drenaje y riegos	Exterior de los animales domésticos y pequeña cirugía	Construcciones rurales

Carrera de mayordomo de fincas rústicas		
Primer año	Segundo año	Tercer año
Física y meteorología agrícolas	Agricultura general y especial	Nociones de economía rural y política
Química agrícola	Tecnología agrícola	Construcciones rurales
Mecánica agrícola	Botánica y zoología aplicadas	Zootecnia e higiene
Topografía y nivelación	Exterior de los animales y pequeña cirugía	

Carrera de médico veterinario			
Primer año	Segundo año	Tercer año	Cuarto año
Anatomía veterinaria	Fisiología	Patología interna	Materia médica y terapéutica
Histología normal	Anatomía topográfica	Anatomía patológica	Microbiología
Patología general	Patología externa médica	Exterior de los animales domésticos	Obstetricia
			Higiene y zootecnia
Mariscalía teórico práctica			Acciones rescisorias
			Medicina operatoria

¹⁶ “Programas de estudio y libros de texto de la escuela”, 1900, en AGN, Administración Pública Federal s. XIX, Instrucción Pública y Bellas Artes, caja 222, exp.11, f.86-88.

ANEXO 2

Cursos de física en la ENAV¹⁷

Plan de estudios	Carrera	Nombre del curso	Año de la carrera el que se cursaba
1853	Agricultor teórico-práctico	-Mecánica racional e industrial	-Segundo año
		----- -Física experimental	----- -Tercer año
1856	-Mayordomo inteligente -Administrador o agricultor teórico práctico -Profesor de agricultura o agrónomo	-Física general y experimental	-Segundo año
		----- -Construcción (mecánica aplicada a la agricultura y construcciones rurales)	----- -Sexto y séptimo años (sólo para Profesores)
1861	Agricultor-topógrafo	Mecánica racional	-Tercer año
		----- -Mecánica industrial con sus aplicaciones especiales y materiales a la agricultura	----- -Cuarto año
		----- -Física agrícola	----- -Cuarto año
1868	Agricultor	-Nociones de mecánica racional	-Segundo año de estudios preparatorios
		----- -Física	----- -Tercer año de estudios preparatorios
		----- -Física aplicada y meteorología	----- -Primer año de estudios profesionales
1869	-Agricultor -Médico veterinario	-Física precedida de nociones de Mecánica racional	-Primer año de estudios preparatorios (para MV y Agricultores)
		----- -Física aplicada	----- -Primer año de estudios profesionales (Agricultores)
		----- -Meteorología aplicada a la agricultura	----- -Primer año de estudios profesionales (Agricultores)

¹⁷ La información que conforma esta tabla proviene del anexo 1.

1879	Ingeniero agricultor	-Mecánica e hidráulica ----- -Física general ----- -Agronomía (contenía física y mecánica aplicadas)	-Tercer año ----- -Tercer año ----- -Quinto año
1883, decreto del 15 de febrero	Ingeniero agrónomo	-Mecánica analítica y aplicada ----- -Mecánica aplicada a la agricultura ----- -Física y meteorología con aplicaciones a la agricultura	-Tercer año ----- -Cuarto año ----- -Cuarto año
1883, decreto del 16 de mayo	-Ingeniero agrónomo -Perito agrícola -Médico veterinario (sin estudios en física) -Mariscal inteligente (sin estudios en física)	-Física experimental ----- -Elementos de mecánica racional ----- -Física y meteorología agrícolas ----- -Mecánica agrícola e hidromensura	-Tercer año de estudios preparatorios para Ingenieros ----- -Cuarto año de estudios preparatorios para Ingenieros ----- -Primer año de estudios profesionales para Ingenieros y Peritos ----- -Primer año de estudios profesionales para Ingenieros
1893	-Ingeniero agrónomo -Médico veterinario -Mayordomo de fincas rústicas -Mariscal inteligente (sin estudios en física)	-Física experimental ----- - Elementos de mecánica racional ----- -Física y meteorología agrícolas ----- -Mecánica agrícola e hidromensura	-Tercer año de estudios preparatorios para Ingenieros y Médicos veterinarios ----- -Cuarto año de estudios preparatorios para Ingenieros y Médicos veterinarios ----- -Primer año de estudios profesionales para para Ingenieros y Mayordomos ----- - Primer año de estudios profesionales para para Ingenieros

		-Mecánica agrícola	- Primer año de estudios profesionales para para Mayordomos
1900	-Ingeniero agrónomo -Mayordomo de fincas rústicas -Médico veterinario (sin estudios en física)	- Física y meteorología agrícolas ----- -Mecánica agrícola e hidromensura ----- -Mecánica agrícola	-Primer año para Ingenieros y Mayordomos ----- -Primer año para Ingenieros ----- - Primer año para Mayordomos

ANEXO 3

Programas para los cursos de física en 1893

Cátedra de Física y Meteorología Agrícolas	
Carrera	Ingeniero agrónomo
Año de la carrera el que se cursaba	Primero
Programa	Influencia de los agentes atmosféricos sobre la vegetación, climas y regiones agrícolas
	Instrumentos meteorológicos
	Su instalación
	Previsión del tiempo
	Prácticas de observaciones meteorológicas y formación de cuadros de las mismas

Fuente: “Reorganización de la Escuela de Agricultura” en *Revista de la Instrucción Pública Mexicana*, México, 15 de agosto de 1896, p. 327.

Consulta: HNDM.

Cátedra de Física y Meteorología Agrícolas	
Carrera	Mayordomo de fincas rústicas
Año de la carrera el que se cursaba	Primero
Programa	Instrumentos que sirven en las operaciones meteorológicas
	Manera de usarlos
	Climas y regiones agrícolas
	Observaciones meteorológicas
	Previsión del tiempo

Fuente: “Reorganización de la Escuela de Agricultura” en *Revista de la Instrucción Pública Mexicana*, México, 1 de septiembre de 1896, p. 358.

Consulta: HNDM.

Cátedra de Mecánica Agrícola e Hidromensura	
Carrera	Ingeniero agrónomo
Año de la carrera el que se cursaba	Primero
Programa	Instrumentos empleados en las labores, en las siembras, en las cosechas y máquinas empleadas en la limpia y separación de los granos
	Preparación de las raíces y de los forrajes
	Máquinas empleadas para la elevación de aguas
	Diversos sistemas de valuación de aguas y motores
	Prácticas en manejo de instrumentos y determinación de su trabajo útil

Fuente: “Reorganización de la Escuela de Agricultura” en *Revista de la Instrucción Pública Mexicana*, México, 15 de agosto de 1896, p. 328.

Consulta: HNDM.

Cátedra de Mecánica Agrícola	
Carrera	Mayordomo de fincas rústicas
Año de la carrera el que se cursaba	Primero
Programa	Descripción y uso de los aparatos y máquinas agrícolas
	Requisitos o condiciones que deben tener para llenar su objeto
	Apropiación de los instrumentos aratorios a las diferentes clases de terreno
	Medida de aguas, motores, sistemas de riegos
	Cantidad de agua necesaria para cada cultivo, según la naturaleza del terreno
Práctica: manejo de instrumentos y determinación de su trabajo útil	

Fuente: “Reorganización de la Escuela de Agricultura” en *Revista de la Instrucción Pública Mexicana*, México, 1 de septiembre de 1896, p. 358.

Consulta: HNDM.

ANEXO 4

Programa para la cátedra de Física y Meteorología Agrícolas en 1900

4.1 Carrera de ingeniero agrónomo¹

Primera parte

Definición de meteorología. Agentes físicos que producen los fenómenos atmosféricos. Definición de la actinometría. Su objeto. Ley de Lambert. Absorción atmosférica. Su cantidad. Causas de la variación de los resultados actinométricos, obtenidos por la observación. / Acción del sol en la zona ecuatorial. Vientos alisios y contralisios. Sus causas, curso y dirección. Zona de calmas ecuatoriales y de calmas tropicales. Acción mecánica y física de los vientos sobre las plantas.

Segunda parte

Causas de la circulación de las aguas en los mares. Corrientes cálidas del Golfo de México, del Kuro Sino y de África. Contracorrientes frías. Corrientes frías del Pacífico. Corrientes de Kennell, de Humboldt y de Mozambique. Influencia de las corrientes marítimas sobre la temperatura de los continentes. Diferencia de temperatura de las costas de los continentes en el hemisferio Norte y en el hemisferio Sur a causa de las corrientes marítimas. / Acción física del calórico sobre la vegetación. Límites máximo y mínimo de las temperaturas necesarias a la germinación, absorción y asimilación de las plantas. Acción física combinada del calórico, de la luz y de la humedad en la germinación, absorción, asimilación y desarrollo de las plantas.

Tercera parte

Vientos regulares. Traslación de los alisios. Su causa. Vientos monzones. Monzones de Guinea, Venezuela y Océano Índico. Sus causas. Vientos etesios. Brisas de mar y de tierra. Brisas de la montaña y de la llanura. Sus causas. / Daños que en las plantas produce el exceso de calor o de frío. Perjuicios que las plantas sufren por los bruscos cambios de calor y de frío. Helada blanca. Sus signos precursores. Formación de la helada blanca. Perjuicios que causa a las plantas. Circunstancias que precipitan y circunstancias que impiden la helada blanca. Acción física de la helada sobre la superficie de la tierra. Perjuicios que causan a las raíces de las plantas el hielo y el deshielo.

Cuarta parte

Ciclones y tifones. Descripción de estos fenómenos. Sus leyes. Borde peligroso y borde accesible de los ciclones. Ley de Piddington. Rotación directa e inversa del viento en los ciclones. Formas de las trayectorias de rotación y de traslación de los ciclones. Semejanzas y diferencias de éstos con los remolinos de las aguas corrientes. Causas de los ciclones e influencia del movimiento de la tierra sobre su trayectoria de rotación. / Acción física de la luz en el desarrollo de las plantas.

¹ La información se reproduce de manera casi literal, sólo modifiqué la ortografía para hacerla más accesible al lector. "Programas para la Escuela Nacional de Agricultura" en *Revista de la Instrucción Pública Mexicana*, México, 1 de diciembre de 1899, p.722-727. Consulta: HNMDM.

Radiación solar en la cima de las montañas. Órgano receptor del trabajo luminoso en las plantas. Asimilación y nutrición de las plantas por la acción de la luz y del calórico o sea de la radiación solar en la clorofila. Medida de la radiación solar por el Pirheliómetro de Pouillet y por el Actinómetro del Observatorio de Montsouris.

Quinta parte

Corrientes aéreas en las regiones templadas del globo. Corrientes cálidas del S.O. en el Atlántico, o corriente ecuatorial, ascendente o transversal. Contracorriente fría del N.E. o rama ecuatorial descendente. Isóbaras o presiones barométricas ascendentes y descendentes en la corriente ecuatorial. Islotes de calmas en el Continente europeo asiático. Causas de su formación. Las tres circunstancias que los denuncian. Forma, extensión y traslación de los islotes de las calmas. Isóbaras a presiones barométricas ascendentes en los islotes. Cambio de clima de la corriente ecuatorial y de los islotes en invierno y en estío. Estacionamiento y resistencia de los islotes a las conmociones aéreas. / Fórmula actinométrica de Bourger. Su discusión. Plantas que se desarrollan sin luz o con luz escasa. Perjuicios que causan a las plantas la falta o escasez de luz y calor. Método de la suma de las temperaturas medidas a la sombra, observadas en la vida vegetal del trigo y del maíz. Sus defectos. Relación de la suma de temperaturas medias y la de los grados actinométricos en el desarrollo de las plantas.

Sexta parte

Corriente cálida del S.O. en el pacífico. Contracorriente fría del Norte en la América boreal. Islote de calmas sobre el Continente Americano del Norte. Circulación aérea general en el hemisferio Sur. Vientos constantes del Oeste. Líneas isóbaras. Perturbaciones aéreas. / Método de la suma de las temperaturas medidas a la sombra, observadas durante el día en la vida vegetal del trigo y maíz, partiendo del grado a que germinan. Sus defectos. Método de la suma de las temperaturas medias al sol, observadas en la vida vegetal del trigo. Número de grados termométricos que el trigo emplea en su vida vegetal. Necesidad de la observación directa de la radiación solar para obtener al cantidad de calor y luz necesarios a la vida vegetal de cada planta. Número de grados actinométricos que el trigo emplea en su desarrollo.

Séptima parte

Fórmula sobre correcciones barométricas de temperatura y dilatación. Influencia del vapor de agua sobre la presión barométrica. Doble oscilación anual y diurna de la presión barométrica. Fórmula sobre corrección barométrica por reducción de altitud. Sus defectos. Promedios barométricos. Sus defectos. Varias causas de imperfección de las isóbaras mareadas en las cartas meteorológicas de Europa y América. / Acción general del agua sobre la vegetación. Acción de los riegos y de las lluvias sobre las plantas. Acción del aire húmedo en su contacto con el suelo y sobre las plantas. Efectos del rocío sobre el suelo y las plantas. Mínima y máxima cantidad de agua o de humedad que la tierra debe contener para la vida vegetal de las plantas, según la naturaleza de éstas y del suelo.

Octava parte

Límites de la corriente ecuatorial ascendente y de los islotes de calmas, mareados por las líneas isóbaras. Superposición e introducción de la corriente ecuatorial o de sus derivados sobre y dentro de los islotes de calmas. Su representación gráfica. Caracteres y forma de las isóbaras en ambos casos. Corrientes derivadas de la ecuatorial ascendente sobre los islotes de calmas y sus efectos climatológicos. Causas físicas y cósmicas del movimiento de traslación de la corriente aérea ecuatorial y de los islotes de calmas. / Efectos generales de las lluvias torrenciales y de las lluvias menudas sobre las plantas o la vegetación, según la inclinación y naturaleza del suelo. Penetración de las aguas pluviales, según la inclinación y naturaleza del suelo.

Novena parte

Borrascas y tempestades en la corriente aérea ecuatorial ascendente y descendente. Su origen. Su movimiento de rotación. Comparación de las borrascas y tempestades con los remolinos de las aguas corrientes. Forma de las isóbaras en las borrascas y tempestades. Ley de Buys-Ballot y su comparación con la de Piddington. / Acción de las nieves sobre la vegetación y el curso de las aguas. La temperatura del suelo bajo la nieve con relación a la de la superficie exterior. Acción de los riegos, según la naturaleza, clima y posición de los terrenos. Higroscopicidad y capilaridad de la tierra. Su acción sobre las plantas.

Décima parte

Movimiento de traslación de las borrascas. Su velocidad. Su borde peligroso y su borde accesible. Ley de Dove. Movimiento descendente y centrípeto en las borrascas. Influencia de las borrascas en la distribución de las lluvias. Previsión por el barómetro y las nubes de las borrascas y tempestades que se originan en el Atlántico por el encuentro de la corriente ecuatorial ascendente con alguna rama descendente. Líneas de igual variación barométrica. Su uso. Borrascas sucesivas. Persistencia del islote de calmas. Estudio de los cirrus y su combinación con el barómetro para la predicción del tiempo. / Efectos del exceso de riegos o de lluvias sobre las plantas. La evaporación de las plantas como fenómeno físico, dependiente de los agentes físicos. La transpiración de las plantas como fenómeno fisiológico, dependiente de la acción de la luz y no de la temperatura. Distribución del agua pluvial o de riego entre dos fenómenos.

Onceava parte

Superposición de las corrientes aéreas derivadas de la ecuatorial sobre el islote de calmas. Sus efectos climatológicos. Distribución de la temperatura y del vapor de agua en la atmósfera. La temperatura y la cantidad de vapor de agua, disminuyen de modo irregular en la atmósfera a medida de que se asciende. Decrecimiento medio de la temperatura. Temperatura cenital. Variación general diurna y anual del vapor de agua en la atmósfera. Formación del rocío y de la helada blanca. Las tres causas principales de enfriamiento atmosférico, o de la condensación de vapor de agua: radiación, dilatación y mezcla de aire caliente y húmedo con aire frío. / Espesor medio de la capa de agua necesaria a la evaporación, transpiración, desarrollo y fructificación de las plantas, especialmente del trigo. Influencia de la naturaleza del suelo y de los abonos en el espesor de la capa de agua necesaria a las plantas, especialmente del trigo.

Doceava parte

Influencia de la curva de la tensión del vapor. Formación y constitución de las neblinas y de las nubes. Causa de la suspensión de éstas en la atmósfera. Su movimiento de ascenso y descenso. Aspecto, forma y naturaleza de los cirrus, cúmulus, stratus y nimbus. Fenómenos que producen las variaciones de temperatura y presión de las masas aéreas descendentes. Primer caso. Aire seco que desciende sobre capas aéreas, cálidas y secas. Origen y caracteres físicos del Simoom, Chasmin, Siroco, etc.. Sus efectos. / Espesor medio, o altura media, de la capa de agua consumida por el trigo, con relación al volumen de cosecha por hectárea, que se proponga. Espesor medio o altura media de la capa de agua consumida cada día por varias plantas. Acción combinada de los riegos y de los abonos en el desarrollo de las plantas.

Treceava parte

Segundo caso. Aire frío y seco que desciende sobre capas aéreas cálidas y húmedas ó aire cálido y húmedo que desciende sobre capas aéreas frías y secas. Origen y caracteres físicos de las trombas. Descripción de las trombas de mar y tierra. Sus efectos. Origen y caracteres físicos principales de los tornados. Sus causas. Tiempo y regiones de su más frecuente formación. Centros y movimientos de rotación y traslación de los Tornados. Velocidad de estos movimientos. Bordes accesible y peligroso de los Tornados. Los tres caracteres que diferencian los Tornados de las borrascas y tempestades. Efectos destructores de los Tornados. Carácter meteorológico de los Tornados. / Causas de la disminución del caudal de los ríos. Influencia que sobre el caudal de los ríos y sobre la vegetación ejercen la cantidad media anual de lluvia, el número de días lluviosos y su distribución entre las estaciones del año. Las causas principales de las variaciones y régimen de las lluvias son las fluctuaciones del curso de la corriente aérea ecuatorial y de sus derivadas.

Catorceava parte

Tercer caso. Masas de aire cálido y húmedo que descienden sobre capas aéreas cálidas y húmedas. Borrascas de lluvias. Efectos meteorológicos de la superposición de la corriente aérea ecuatorial o de su derivada sobre el islote de calmas. Cantidad y forma de las lluvias. Verglass, nieve menuda en fusión, nieve cristalizada. Efectos meteorológicos del reemplazo de la corriente aérea ecuatorial ó de su derivada por el islote de calmas. Pronóstico de estos efectos por el barómetro. / Pretendida influencia de los bosques sobre la distribución general o régimen de las lluvias y sobre el caudal de las aguas corrientes superficiales y subterráneas. Influencia de la naturaleza del suelo de las cuencas y valles sobre el caudal y curso de las aguas.

Quinceava parte

Observación de una borrasca en una estación u observatorio meteorológico. Instrumentos necesarios á la observación: barómetro, termómetro, higrómetro o piserómetro [sic.], pluviómetro, anemómetro. Método de combinación de estos instrumentos. Su descripción y uso. / Terrenos permeables y terrenos impermeables por naturaleza y por posición o inclinación. Su influencia en el caudal y curso de las aguas y en la vegetación Ventajas económicas de los bosques en la agricultura para modificar las condiciones desfavorables de los terrenos inclinados o impermeables.

Décimo sexta parte

Las tempestades. Su origen. Sus signos precursores. Los cirrus. Su coloración. Coloración del cielo. Formación de los cúmulus. Movimiento giratorio de las tempestades. Causas de este movimiento con relación á la corriente aérea ecuatorial, o de su derivada presión barométrica uniforme en la formación de las tempestades. Las dos bandas paralelas de granizo que limitan la corriente tempestuosa. Regiones de las tempestades con granizo. Mecanismo de la formación de granizo en la atmósfera. Su estructura, peso y caída. Sus efectos. / Los bordos y presas como medios para modificar las condiciones desfavorables de los terrenos inclinados o impermeables y para obtener depósitos de aguas para riegos. Alimentación del caudal de los ríos y canales de riego por las aguas de los lagos, lagunas, presas y otros depósitos de agua y por desecación de pantanos, etc.. Influencia del cultivo sobre el caudal de los ríos y sobre el régimen local de las aguas pluviales.

Décimo séptima parte

Fenómenos eléctricos de las tempestades. Líneas o superficies eléctricas equipotenciales en la atmósfera. Su paralelismo en los valles. Incremento de su intensidad eléctrica por la altitud. Casos en que las líneas equipotenciales se aproximan o reúnen y en los que se alejan o separan montañas, árboles, puntas, edificios, puertas y ventanas, cavernas, calles y pozos. Desequilibrio que la tempestad origina en las líneas equipotenciales. Constante producción eléctrica por el movimiento de la corriente tempestuosa. El rayo. El rayo de calor. Aspecto del rayo en los valles y montañas. Rayo en forma de esfera. Choque de retroceso. El trueno. Pararrayos. Sus condiciones para seguridad del edificio. / Límites generales del cultivo. Límites meteorológicos del cultivo. Estudio y observación de las condiciones meteorológicas que los determinan.

Décimo octava parte

Distribución de las lluvias. Causas generales y locales que la determinan. Lluvias de las regiones de calmas ecuatoriales. Traslación de la zona de lluvias ecuatoriales. Lluvias en las regiones recorridas por las corrientes aéreas ecuatoriales ascendentes y descendentes y sus derivados. Regiones sin lluvias. Sus causas generales. Distribución general de las lluvias en el globo. Influencia de las estaciones. Influencia de las cadenas de montañas, según su altura y situación geográfica. Cambios periódicos de la distribución de las lluvias. Método para obtener la altura media de las lluvias en una localidad. Aspecto general de la distribución de las lluvias en la República mexicana, con relación a sus cordilleras y a su situación geográfica. Altura media anual de las lluvias en la Meseta Central Mexicana y en las vertientes de las cordilleras de la República. / Límites económicos del cultivo. Elementos y condiciones que los determinan en cada caso. Definición de los límites estadísticos del cultivo. Circunstancias que los producen. Límites agrícolas del cultivo y su modificación. Causas generales y particulares que pueden modificar los límites económicos, estadísticos y agrícolas del cultivo. Permanencia de los límites meteorológicos de cultivo.

Décimo novena parte

Influencia de la naturaleza geológica del suelo en la circulación de las aguas pluviales. Influencia de ésta, de la cantidad de lluvia de evaporación en la distribución de las aguas. División en tres

partes de la cantidad de lluvia caída. Evaporación. Dificultad de medida. Cifra aproximada de la evaporación de la lluvia ácida. Higroscopicidad y absorción del suelo y de las plantas. Cantidad máxima y mínima de embebimiento para la vegetación. Filtración. Permeabilidad del suelo y circulación subterránea de las aguas pluviales. Manantiales. Aguas artesianas. Transporte de calor y vapor de los mares á los continentes por la circulación atmosférica. Sus consecuencias. Influencia del cultivo sobre la evaporación, absorción y filtración de las aguas pluviales. / Clasificación y descripción de las regiones agrícolas de la República Mexicana con relación a la altitud, latitud y posición topográfica.

Veintava parte

Factores que determinan la temperatura de un lugar. Calentamiento de suelo de los continentes y de la superficie de los mares por el sol. Capas de temperatura constante en mares y continentes. Calentamiento del aire y de los vegetales por el sol. Temperatura del aire en un lugar. Dificultades para obtenerla con exactitud. Errores de las medias termométricas. Variaciones de la temperatura de la tierra en largos periodos de tiempo. Líneas isoterma. Su trazo y aspecto al Norte y Sur del Ecuador. Los dos polos de frío. Líneas isóteras e isoquimena. El desarrollo de las plantas no depende solamente de la temperatura. Objeto práctico principal de la Meteorología./ Caracteres generales que presentan las regiones agrícolas de la República Mexicana. Sus frutos principales. Frutos especiales de cada zona agrícola

4.2 Carrera de mayordomo de fincas rústicas²

Primera parte

Hidrostatica. Principios de igualdad de presión en los líquidos. Condiciones de equilibrio en los líquidos. Presiones sobre las paredes de los vasos. Prensa hidráulica. Vasos comunicantes.

Segunda parte

Principio de Arquímedes. Cuerpos flotantes y sus leyes. Peso específico o densidad de los sólidos y líquidos. Sus fórmulas. Aerómetros. Capilaridad. Sus leyes. Endósmosis y Exósmosis.

Tercera parte

Peso del aire. Presión atmosférica. Su demostración. Sus variaciones. Barómetros. Su uso y correcciones. Medida de las alturas por medio del barómetro. Medida de la presión atmosférica. Efectos fisiológicos producidos por la presión atmosférica.

Cuarta parte

Manómetros. Ley de Dalton. Máquina neumática. Su uso. Bomba de compresión. Bombas. Sifones. Principio de Arquímedes aplicado a los gases. Baroscopio. Equilibrio de los gases de distinta temperatura.

² *Ibid.*, p.728-731.

Quinta parte

Calor. Manantiales de calor. Dilatación de los cuerpos sólidos, líquidos y gaseosos. Termómetros. Su uso. Diversas escalas termométricas y su conversión. Termómetro de máxima y mínima. Termómetro diferencial. Termómetro de Breguet. Pirómetro.

Sexta parte

Calor radiante. Poder absorbente, emisivo y reflector de los cuerpos para el calor. Difusión del calor. Conductibilidad calorífica de los cuerpos sólidos, líquidos y gaseosos. Su aplicación. Calor específico. Unidad de calor. Caloría pequeña y grande. Cambio de estado de los cuerpos por el calor. Fusión. Sus leyes. Calor latente. Solidificación. Sus leyes.

Séptima parte

Paso del estado líquido al estado de vapor. Medida de la fuerza elástica del vapor de agua. Aparato Dalton. Evaporación. Frío que produce. Ebullición. Sus leyes. Circunstancias que las modifican. Marmita de Papin. Destilación. Condensación. Calefacción.

Octava parte

Definición de meteorología. Definición de higrometría. Higrómetro de cabello. Higrómetro de condensación. Formación del rocío, de la escarcha y del sereno. Formación de las neblinas o nieblas y de las nubes. Cirrus, cumulus, stratus, nimbus. Cómo se mide la cantidad de lluvia. Nieves, lluvia helada o verglas.

Novena parte

Distribución de la temperatura en el globo terrestre. Influencia de la latitud y altura, de las corrientes y mares sobre la temperatura. Temperatura media de un lugar y método para obtenerla. Líneas isotermas. Climas. Climas continentales y marítimos.

Décima parte

Los vientos. Su causa. Vientos regulares e irregulares. Vientos alisios y contralisios. Vientos monzones. Zonas de calma. Anemómetros.

Onceava parte

La electricidad. Su desarrollo por frotamiento. Cuerpos conductores y no conductores de la electricidad. Aisladores. Atracciones y repulsiones eléctricas. Sus leyes. La electricidad se dirige a la superficie de los cuerpos y se acumula en las puntas. Electricidad por influencia o inducción. Chispa eléctrica. Electros copios. Electrómetros. Electróforos. Potencial eléctrico.

Doceava parte

Máquinas eléctricas de frotamiento e influencia. Su descripción, uso y aplicaciones. Electricidad condensada. Condensador de discos. Botella de Leyden. Baterías eléctricas. Efectos físicos, químicos y fisiológicos producidos por el paso de la electricidad.

Treceava parte

Electricidad atmosférica. El rayo. Su teoría y sus efectos. El relámpago. El trueno. Causas que modifican su sonido. Choque de retroceso. Pararrayos. Su teoría. Condiciones de un buen pararrayo.

Catorceava parte

Magnetismo. Imanes y sus clases. Polos de los imanes y su acción mutua. Imantación por influencia. Teoría del magnetismo. Acción de los imanes sobre los cuerpos. Leyes de las atracciones y repulsiones magnéticas.

Quinceava parte

Aguja imantada y sus perturbaciones. Magnetismo terrestre. Ángulo de declinación magnética y sus variaciones. Meridiano magnético. Ecuador y polos magnéticos. Inclinación magnética. Imantación por imanes y sus métodos. Haces magnéticos.

Décimo sexta parte

Electricidad dinámica. Su teoría. Pila voltaica y sus modificaciones. Pilas de corriente constante. Tensión. Polarización. Corrientes eléctricas y su intensidad. Efectos caloríficos, luminosos y fisiológicos producidos por las corrientes eléctricas. Electromagnetismo. Galvanómetro.

Décimo séptima parte

Acústica. Producción del sonido. Propagación del sonido a través de los cuerpos. Velocidad de transmisión del sonido en el aire, en los líquidos y en los sólidos. Reflexión del sonido. Intensidad del sonido y causas de su variación.

Décimo octava parte

Óptica. Hipótesis sobre la naturaleza de la luz. Propagación de la luz en medio homogéneo y sus leyes. Velocidad de la luz. Sombra y penumbra. Reflexión de la luz y sus leyes. Difusión de la luz. Reflexión de la luz en los espejos planos. Imágenes reales y virtuales. Representación gráfica de la reflexión de la luz en los espejos esféricos, cóncavos y convexos.

Décimo novena parte

Refracción de la luz y sus leyes. Ángulo límite y reflexión total. Fenómenos producidos por la refracción de la luz. Posición aparente de los astros. Espejismo.

Veintava parte

Prismas. Desviación de la luz. Descomposición y recomposición de la luz y sus leyes. Disco de Newton. Aberración de refrangibilidad. Aeromatismo. Teoría de los colores de los cuerpos. Arco iris.

Meteorología para la carrera de mayordomo de fincas rústicas

Primera parte

La atmósfera. Su altura. Composición del aire. Oxígeno, ázoe, ácido carbónico, ozono, vapor de agua álcalis, sales, sustancias miasmáticas, polvo, etc.. Presión atmosférica. Causas que influyen sobre la presión atmosférica. Barómetros de cubeta, de sifón y cuadrante. Barómetros metálicos. Su uso. Tablas y correcciones barométricas.

Segunda parte

El calórico. La temperatura de los cuerpos. Termómetros. Su graduación y uso. Diversas escalas termométricas y su conversión. Tablas termométricas de conversión. Termómetro de máxima y mínima. Termometrófragos.

Tercera parte

Conductibilidad y radiación del calor. Cuerpos buenos conductores y malos conductores del calor. Emisión, absorción, reflexión y transparencia del calor. Fuentes de calor. Calor solar. Calor terrestre. Actinómetro.

Cuarta parte

Temperatura del aire. Variaciones diurnas y anuales de la temperatura por latitud, altitud y posición geográfica o topográfica. Temperaturas medias, diurnas y anuales. La temperatura media de un lugar. Método para obtenerla. Temperatura del suelo. Temperatura máxima y mínima de los vegetales.

Quinta parte

Temperaturas propias a la vida vegetal de las plantas. Acción del calor sobre la vegetación. Efectos en las plantas de cambios bruscos de calor y frío. Helada blanca y perjuicios que causa a la vegetación.

Sexta parte

Luz solar y su acción sobre las plantas. El radiómetro. Luz zodiacal. Arco iris. Acción de la luz sobre la vegetación. Órgano receptor del trabajo luminoso.

Séptima parte

Electricidad atmosférica. Su origen. Electricidad en cielo sereno y cubierto. Electricidad durante la lluvia y las tempestades. Rayo. Trueno. Pararrayos. Choque de retroceso. Magnetismo. Meridiano magnético. Declinación. Sonido y leyes de su propagación.

Octava parte

Vientos regulares e irregulares. Vientos alisios y contralisios. Vientos monzones. Brisas de mar y de tierra. Simoum, Sirocco, etc.

Novena parte

Clasificación de los vientos con relación a la temperatura. Anemómetro. Rosa de los vientos. Efectos de los vientos sobre la vegetación.

Décima parte

Higrometría. Higrómetro de Saussure. Higroscopio. Psicrómetros.

Onceava parte

Rocío. Sereno. Escarcha. Niebla. El agua. Su composición. El hielo. El vapor de agua. Evaporación. Evaporímetro.

Doceava parte

Nubes. Su formación. Sus diversas formas. Cirrus. Halos. Cúmulus. Stratus. Nimbus.

Treceava parte

Influencia de los bosques, de las montañas, de los manantiales, del mar, de los ríos y lagos sobre las nubes y lluvias.

Catorceava parte

Lluvia. Pluviómetro. Nieve. Su influencia sobre la vegetación. Nieves perpetuas. Su influencia en la temperatura.

Quinceava parte

Granizo. Su formación. Diversas formas de granizo. Acción de la lluvia, del granizo y del agua sobre la vegetación. Cantidad de agua consumida por las plantas. Evaporación y transpiración de las plantas.

Décimo sexta parte

Climas. Su división. Variedad de los climas por la latitud y altitud, por los continentes y mares. Líneas isotermas. Climas de México. Influencia de las cadenas de montañas sobre los climas de México. Idea general de las regiones agrícolas de México. Sus caracteres y frutos principales. Sus frutos especiales.

Décimo séptima parte

Meteorognosia. Observaciones científicas, pronósticos del tiempo por observaciones del barómetro. Pronóstico del tiempo por observaciones del barómetro y termómetro. Pronóstico del tiempo por observaciones del higrómetro. Pronóstico del tiempo por observaciones del higrómetro en combinación con el barómetro y termómetro.

Décimo octava parte

Pronóstico del tiempo por observación de los vientos. Pronóstico del tiempo por observación de la electricidad y de las perturbaciones magnéticas en la aguja imantada. Pronóstico del tiempo por el estado o aspecto del cielo y por la dirección, forma y color de las nubes, en combinación con el barómetro.

Décimo novena parte

Pronóstico del tiempo por las mareas atmosféricas, por las fases de la luna y por las posiciones de este astro en los periodos o ciclos lunares de 19 y de 9 años. Pronóstico del tiempo por la dirección, color y número de las estrellas errantes.

Veintava parte

Pronóstico del tiempo por observaciones de las manchas del sol. Pronóstico del tiempo por observaciones de las plantas, de los movimientos y actos de los animales. Pronóstico del tiempo según varios proverbios y adagios de los campesinos y agricultores. Almanagues proféticos. Periodicidad de los inviernos rigurosos. Pronóstico del tiempo por el movimiento de las nieblas, de los olores, el sonido, aspecto de los astros y otros signos especiales.

ANEXO 5

Programa para las cátedras de Mecánica Agrícola e Hidromensura y Mecánica Agrícola en 1900¹

5.1 Carrera de ingeniero agrónomo

Cátedra de Mecánica Agrícola e Hidromensura

Nociones preliminares. Fuerza. Medida de las fuerzas. Los dinamómetros. Trabajo mecánico de las fuerzas. Fórmula de Simpson. Ejemplos del trabajo mecánico. Caso en que la fuerza no trabaja en la misma dirección del camino recorrido. Dinamómetros. Dinamómetro de Poncelet. Dinamómetro de Regnier. Dinamómetro de Morin. Dinamómetro cronométrico perfeccionado por Ringelman. Medios de medir las superficies curvas. Dinamómetro de rotación. Freno de Brony [Prony]. Indicador de Watt perfeccionado por Mac Naght.

Principio de las fuerzas vivas. Fuerza viva. Aplicación del principio de las fuerzas vivas en las máquinas.

Motores agrícolas. El hombre como motor. Marcha sin carga. Marcha con peso. El caballo. Aparejo. Aparejo director. Aparejo de tiro. Mula, asno, buey. El buey. Alimentación. Malacates. Empleo del viento como fuerza motriz.

Motores hidráulicos. Receptores hidráulicos. Ruedas de paletas planas que reciben el agua por debajo o ruedas de abajo. Ruedas llamadas de costado, encajonadas en canales circulares. Ruedas de álabes curvos llamadas ruedas de Poncelet. Ruedas de cajones. Compuertas. Su disposición en las ruedas de cajones. Ruedas pendientes. Turbinas. Turbina Fourneyron. Turbina Fontaine Baron. Ruedas de nivel constante. Ruedas de acción interior. Turbinas usadas en México.

Motores de vapor. Función principal de la máquina motriz. Bomba alimentadora. Trabajo de las máquinas de vapor. Evaluación del trabajo.

Órganos para transmitir el movimiento. Árboles. Unión de Cardan. Poleas. Bandas o correas. Cable telodinámico [sic.] de Mr. Hirn.

Estudio dinámico del arado. Descripción práctica del arado.

Cuchilla. Posición de la cuchilla respecto del plano horizontal. Posición de la cuchilla respecto de la reja. Tracción, su intensidad, resistencia y punto de aplicación en la cuchilla. Resistencia. Su punto de aplicación. Trabajo mecánico en la cuchilla. Reja. Lámina cortante o filo. Anchura de la reja. Posición y material de construcción de la reja.

Vertedera. Longitud de la parte anterior de la vertedera. Determinación del ángulo de inclinación de hélices. Movimiento del prisma de tierra en la vertedera.

¹ La información se reproduce de manera casi literal, sólo modifiqué la ortografía para hacerla más accesible al lector. "Programas para la Escuela Nacional de Agricultura" en *Revista de la Instrucción Pública Mexicana*, México, 1 de diciembre de 1899, p.731-733. Consulta: HNMDM.

Piezas accesorias del arado. Dental. Soportes. Zueco y rodaja. Eje o timón. Manceras. Tiro y regulador. Regulador. Soportes. Champino, ruedas, tren delantero.

Descripción de algunos sistemas de arado tanto europeos como americanos. Arados de doble vertedera o una sola giratoria. Arado carro. Trabajo mecánico del arado. Arados de vapor. Pala. Azadón, azada, coa, rastras, rodillos, cultivadores, escanficadores, extirpadores, sembradores de cuchara, sembradores de celdas, sembradoras de cepillo fijos, sembradoras de cepillos o plateas giratorias, sembradoras de barrilete, sembradoras a voleo, sembradoras Martínez López, sembradoras de abonos, sembradoras de abonos líquidos, sembradoras insecticidas. Trabajo y ensayo de las sembradoras. Condiciones del empleo de las sembradoras mecánicas. Binadoras, azadas de caballo, etc.. Azadas de brazo. Binazones de sesgo. Trabajo diario de las azadas de caballo. Recalce de plantas.

Máquinas recolectoras y segadoras de mieses. Operaciones principales de la recolección. Instrumentos de corte a brazo de los cereales. Secado. Transporte de la mies. Máquina de segar. Origen de las segadoras. Segadoras modernas. Sierra. Colocación de la mies. Descripción de algunas sembradoras. Velocidades medias de los principales órganos. Condiciones de una buena segadora. Trabajo mecánico consumido por las segadoras. Trabajo diario de las segadoras. Utilidad de las segadoras. Precio de costo del trabajo. Transportes usados en agricultura. Rozamiento de la llanta contra el suelo. Flexibilidad del suelo. Influencia de la carga. Tiro. Carros usados en agricultura. Carretas, ruedas y ejes. Engrasado. Carga, carretillas. Caminos de fierro portátiles. Camino aéreo.

Aforo o medidas de las aguas en los casos más generales. Tubos aditicios. Corrientes de aguas en canales. Manantiales.

Trilladoras. Principales métodos de desgrane. Golpeado a brazo. Pisoteo de caballos. Rodillos desgranadores. Máquinas de trillar. Elección y ensayo de una trilladora. Otros aparatos para el desgrane de las cosechas. Elevadores de paja.

Aparatos de limpiar granos. Antiguos procedimientos de la limpia del grano. Principio de limpieza del grano. Aventadoras. Trabajo mecánico de las aventadoras. Cribadoras y escogedoras. Trabajo mecánico consumido por las cribas. Limpiadoras de sacudido. Escogedoras de granos. Aparatos diversos.

Quebradores. Aplastadores. Molinos de harina. Preparación de forraje. Engavilladoras. Prensa de forraje. Cortadores de paja. Quebradores de tallos. Preparación de las raíces, de los tubérculos y de las pastas. Lavadores. Cortaraíces. Despulpadoras. Quebradoras de pastas. Aparato para cocer. Aparato para dividir los tubérculos cocidos

Hidromensura para la carrera de ingeniero agrónomo

Salida de agua de un depósito. Contracción de la vena fluida. Fórmula de la velocidad. Gasto de un orificio. Coeficiente del gasto teórico. Influencia de la disposición de las paredes del vaso o

depósito en el gasto. Contracción incompleta. Fórmula para el coeficiente de contracción incompleta. Diversas disposiciones de orificios y coeficientes correspondientes. Coeficientes para las compuertas. Salida del agua por tubos adicticios [*sic.*]. Tubos adicticios cilíndricos. Tubos adicticios cónicos. Derrame del agua por vertedores. Coeficientes de reducción. Medios para medir la carga. Salida del agua de un depósito cuando el nivel varía. Determinación del gasto.

Movimiento del agua en los canales. Leyes generales del fenómeno. Determinación de la velocidad media y del gasto. Fórmula de Mr. De Prony. Fórmula para la velocidad en el fondo, límite de esta velocidad. Inconvenientes de las fórmulas de Mr. De Prony. Fórmulas de Mr. Bazin. Fórmulas de Tadini y de Saint Venant.

Aplicación de las fórmulas anteriores a la medida de las aguas. Vasos graduados. Abertura en pared delgada. Método de Mr. Darcy. Método del Profesor Weisbach. Método del Profesor Thomson. Método de Mr. Prony. Hidrómetros. Flotadores. Observaciones sobre el uso de los flotadores. Determinación de la velocidad y de la sección. Molinete o tachómetro de Woltmann. Modo de usar el molinete. Medida del volumen aplicando las fórmulas del movimiento variado. Máquinas elevadoras de agua.

5.2 Carrera de mayordomo de fincas rústicas

Cátedra de Mecánica Agrícola

Elementos de mecánica general. Materia. Cuerpo, masa. Estados de los cuerpos. Fenómenos. Movilidad. Inercia. Movimientos. Diversas especies de movimientos. Velocidad.

Fuerzas. Definición y división de las fuerzas. Medida de las fuerzas. Punto de aplicación, dirección, e intensidad de las fuerzas. Representación de las fuerzas. Equilibrio. Definición y división de la mecánica.

Leyes del movimiento. Ley única del movimiento uniforme. Leyes del movimiento uniformemente variado.

Medida de las fuerzas. Axiomas. Resultante, componentes.

Composición de las fuerzas. Composición de varias fuerzas. Polígono de las fuerzas. Par de fuerzas. Composición de un sistema cualquiera de fuerzas paralelas. Centro de las fuerzas paralelas. Resolución de las fuerzas. Resolución de una fuerza aplicada a un punto en dos fuerzas. Resolución de una fuerza aplicada a un punto, en tres, no situadas en el mismo punto. Resolución de una fuerza en dos fuerzas paralelas.

Centro de gravedad. Definición del centro de gravedad. Determinación del centro de gravedad.

Equilibrio de las fuerzas. Condiciones del equilibrio de los cuerpos. Base de sustentación. Diferentes estados de equilibrio.

Teoría de las máquinas en estado de equilibrio. Definición y división de las máquinas.

Palanca. Definición, diversos géneros de palanca. Ejemplos. Condiciones de equilibrio de una palanca. Usos de la palanca. Cuestiones prácticas.

Polea o garrucha. Definición. Condiciones de equilibrio de la polea. Poliplastos. Usos de la polea. Cuestiones prácticas.

Torno. Definición. Condición de equilibrio del torno. Ruedas dentadas y su condición de equilibrio. Usos del torno. Cuestiones prácticas.

Plano inclinado. Definición. Condiciones de equilibrio del plano inclinado. Usos del plano inclinado. Cuestiones.

Tornillo o rosca. Definición. Condiciones de equilibrio del tornillo. Tornillo sin fin. Usos del tornillo. Cuestiones.

Cuña. Definición. Condición de equilibrio de la cuña. Otra disposición de la cuña. Usos de la cuña. Cuestiones.

Máquinas en estado de movimiento uniforme. Trabajo de una fuerza. Unidad de trabajo. Principio de las velocidades virtuales.

Mecánica agrícola. Nociones preliminares. Fuerza. Medida de las fuerzas. Los dinamómetros.. Trabajo mecánico de las fuerzas. Ejemplos del trabajo mecánico. Dinamómetro de Poncelet. Dinamómetro de Reguier. Dinamómetro de Morin perfeccionado por Ringelmann. Dinamómetro cronométrico. Medios de medir las superficies curvas. Dinamómetro de rotación. Freno de Prony.

Motores agrícolas. El hombre como motor. El caballo. Aparejo. Mula, asno, buey. Su alimentación. Malacates. Empleo del viento como fuerza motriz.

Motores hidráulicos. Ruedas de paletas planas que reciben el agua por debajo o ruedas de abajo. Ruedas llamadas de costado, encajonadas en canales circulares. Ruedas de álabes curvos llamadas ruedas de Poncelet. Ruedas de cajones. Ruedas pendientes. Turbinas. Turbina Fourneyron. Turbina Fontaine Baron. Ruedas de nivel constante. Ruedas de acción interior. Turbinas usadas en México.

Motores de vapor. Función principal de la máquina motriz. Bomba alimentadora. Trabajo de las máquinas de vapor. Evolución del trabajo.

Órganos para transmitir el movimiento. Árboles. Unión de Cardan . Poleas. Bandas o correas. Cable telodinámico [*sic.*] de Mr. Hirn.

Maquinaria agrícola. Estudio mecánico del arado. Descripción práctica del arado. Estudio de cada uno de sus órganos. Piezas accesorias del arado dental. Soportes, zueco y rodaja. Eje o timón. Manceras. Tiro y regulador. Regulador. Soportes champino, ruedas, tren delantero. Descripción

de algunos sistemas de arado tanto europeos como americanos. Arados de doble vertedera o una sola giratoria. Arado carro. Trabajo mecánico del arado. Arados de vapor.

Pala. Azadón, azada, coa, rastras, rodillos, cultivadores, escarificadores, extirpadores, sembradores de cuchara, sembradores de celdas, sembradoras de cepillo fijos, sembradoras de cepillos o plateas giratorias, sembradoras de barrilete, sembradoras a voleo, sembradoras Martínez López, sembradoras de abonos, sembradoras de abonos líquidos, sembradoras insecticidas. Trabajo y ensayo de las sembradoras. Condiciones del empleo de las sembradoras mecánicas. Binadoras, azadas de caballo, etc.. Azadas de brazo. Azadas de caballo. Trabajo diario de las azadas de caballo. Recalce de plantas.

Máquinas recolectoras y segadoras de mieses. Operaciones principales de la recolección. Instrumentos de corte a brazo de los cereales. Secado. Transporte de la mies. Máquina de segar. Segadoras modernas. Sierra. Colocación de la mies. Velocidades medias de los principales órganos. Condiciones de una buena segadora. Trabajo mecánico consumido por las segadoras. Trabajo diario de las segadoras. Utilidad de las segadoras, precio de costo del trabajo. Transportes usados en agricultura. Rozamiento de la llanta contra el suelo. Flexibilidad del suelo. Influencia de la carga en la tracción. Influencia de la pendientes. Influencia del viento en la tracción. Influencia de la carga. Tiro. Carros usados en agricultura. Carretas, ruedas y ejes. Engrasado. Carga, carretillas. Caminos de fierro portátiles. Camino aéreo.

Principales métodos de desgrane y trilla. Golpeado a brazo. Pisoteo de caballos. Rodillos desgranadores. Máquinas de trillar. Alimentación automática. Conjunto de las trilladoras. Trabajo mecánico de las máquinas de trillar. Elección y ensayo de una trilladora. Otros aparatos para el desgrane de las cosechas. Elevadores de paja. Aparatos de limpiar granos. Principio del limpiador de grano. Aventadoras. Trabajo mecánico de las aventadoras. Cribadoras y escogedoras. Trabajo mecánico consumido por las cribas. Limpiadores de sacudida. Escogedoras de granos. Aparatos diversos.

Preparaciones para forrajes. Máquinas para cortar forraje.

ANEXO 6

Inventario de la cátedra de Física General y Experimental, agosto de 1856²

No.	“Aparatos e instrumentos” ³	Cantidad	Rama de la física
1.	Maquina eléctrica de Pixii *	1	Electricidad
2.	Electroscopio* [Para reconocer si un cuerpo está electrificado y cuál es la naturaleza de su electricidad]	1	Electricidad
3.	Electróforo *	1	Electricidad
4.	Botella de Leyden en mal estado *	2	Electricidad
5.	Id grandes para la batería pero hay dos enteramente inservibles	1	Electricidad
6.	Covelusador eléctrico [sic.]	1	Electricidad
7.	Excitador eléctrico	1	Electricidad
8.	Pilas, una de cajón en mal estado. La otra de seis elementos regulares	2	Electricidad
9.	Pirómetro por Pixii	1	Calórico
10.	Higrómetro por Ratir	1	Meteorología
11.	Una lámpara de metal y aguja magnética todo en mal estado	1	Magnetismo
12.	Espejos ustorios	2	Óptica
13.	Un aparato de imán, pero sin él	1	Magnetismo
14.	Un electroscopio con bolitas de sauco	1	Electricidad
15.	Máquina neumática descompuesta *	1	Neumática
16.	Máquina de compresión también descompuesta *	1	Compresión
17.	Termómetro de Pixii roto	1	Calórico
18.	Otro cenfig. Nuevo	1	-
19.	Taburete con pies de cristal	1	-

² "Inventario de la cátedra de física", 31 de agosto de 1856, AHBNAH-ENA, vol. 272, exp. 43, f.463/r – 464/ r. La columna “Rama de la física” la elaboré con base en la clasificación que Gerard L’E. Turner proporciona en su libro *Nineteenth-Century Scientific Instruments* y, principalmente, en el *Catalogue et prix des instruments* de la firma parisina Lerebours et Secretan que fue empleado para realizar pedidos de instrumentos de física en la ENAV durante la década de los cincuenta del siglo XIX. Decidí hacer esta columna en aras de que el lector pueda familiarizarse con el objetivo del instrumento; aunque se debe reconocer que estas fronteras no son fijas y determinantes: muchas veces un instrumento de meteorología puede servir dentro de la rama de lo calórico. Es una división arbitraria que se hace para facilitar el estudio. Para consultar la clasificación, véanse: Turner, *Nineteenth-Century...*, 320 pp., y *Catalogue et prix des instruments...*, 244 pp. En el caso en el que se tenga una explicación del instrumento, ésta aparecerá entre corchetes. Cabe destacar que en esa época los instrumentos de física estaban contruidos principalmente por vidrio, madera, hierro y latón. Véase: Brenni, *op.cit.*, p.741.

³ Así en el original. En esta columna he destacado con un asterisco (*) a aquellos instrumentos de los que se cuenta con una imagen. Para revisarlas, remito al lector al anexo 11.

20.	Un aparato para demostrar la composición de la luz *	1	Óptica
21.	Higrómetro de Saussure por Pixii *	1	Meteorología
22.	Caja incompleta de un juego de arquitectura con un atlas	1	-
23.	Aparato para demostrar la electricidad por influencia	1	Electricidad
24.	Martillo hidráulico	1	Hidrostatica
25.	Excitador de varillas de metal incompleto	1	Electricidad
26.	Pequeñas campanas de metal de tamaño diversos y en mal uso	4	-
27.	Una brújula rota y descompuesta	1	-
28.	Un barómetro nuevo	1	Meteorología

ANEXO 7

Instrumentos encargados a Europa para la cátedra de Física General y Experimental, 1856⁴

No.	Instrumentos	Función	Rama de la física
1.	Aparatos para la fuerza centrífuga con [...] aplicaciones		Mecánica
2.	Aparatos de péndulos para las leyes de su longitud *		Mecánica
3.	Tubo para la caída de los cuerpos en el vacío		Mecánica
4.	Vaso de Mariotte para las presiones laterales		Hidrostática
5.	Aparato para las verticales		Hidrostática
6.	Aparato de Masson para apreciar la presión en el fondo del vaso *		Hidrostática
7.	El mismo de Haldat *		Hidrostática
8.	Aparato Pascal para la paradoja hidráulica	Para demostrar que la presión en el fondo de un contenedor depende sólo del área de la base y de la altura de la columna de agua que contiene y de su densidad; y no de la forma del contenedor	Hidrostática
9.	Aparato para el equilibrio de los vasos comunicantes *	Sin importar la forma de los vasos, el nivel de agua es el mismo en los vasos	Hidrostática
10.	El mismo para líquidos heterogéneos		Hidrostática
11.	Balanza hidrostática completa *		Hidrostática
12.	Frasco de densidades		Hidrostática
13.	Areómetro de Nicholson [sic.] *	Para determinar el peso específico de los cuerpos sólidos	Hidrostática

⁴ “Catálogo de instrumentos de Física para la Escuela Nacional de Agricultura”, 1856, AHBNAH-ENA, vol.273, exp.14, f.93 y 93/r. Este pedido fue elaborado con base en el catálogo de Lerebours y Secretan y que, por lo tanto, la columna “Rama de la física” proporciona la clasificación que dicho catálogo emplea. Cabe señalar que al cotejar con el catálogo de Turner, también empleado para el anexo 6, resulta difícil establecer el límite entre los instrumentos de hidrodinámica e hidrostática. Para esto casos, adopté la clasificación de Lerebours y Secretan. Distingo a los instrumentos con un asterisco (*) para identificar que una ilustración de los mismos puede ser encontrada en el anexo 11. La información de la columna “Función” se ha obtenido a partir del catálogo de Lerebours y Secretan cuando éste la proporciona. En los casos donde fuera posible, también fue empleado el texto de Ganot para describir brevemente la función de los instrumentos. Véase: *Catalogue et prix des instruments...*, 244 pp. y Ganot, *op.cit.*, 976 pp.

14.	<i>Id. de Fahrenheit</i>	Para determinar el peso específico de los líquidos	Hidrostática
15.	<i>Id. de Cartier</i>		Hidrostática
16.	<i>Id. universal</i>		Hidrostática
17.	Densímetro de Rousseau	Para medir la densidad de los líquidos donde sólo se poseen pequeñas cantidades	Hidrostática
18.	Densímetro universal	Para medir la densidad de los líquidos más pesados y ligeros que el agua	Hidrostática
19.	Volúmetro universal [sic.]		Hidrostática
20.	Alcohómetro de Gay Lussac de 0° a 60° *		Hidrostática
21.	Alcohómetro de Gay Lussac de 09° a 99° *		Hidrostática
22.	Instrucción para el alcohómetro		Hidrostática
23.	Gran aparato de Venturi para estudios hidrodinámicos *		Hidrodinámica
24.	Vaso para el teorema de Torricelli		Hidrodinámica
25.	Flotador de Prony		Hidrodinámica
26.	Frasco de Mariotte (derrame constante) *		Hidrodinámica
27.	Prensa hidráulica de cristal		Hidrodinámica
28.	La misma montada en bronce		Hidrodinámica
29.	Modelo comprendiendo diversas bombas *	Modelo de bomba aspirante, elevadora, impelente y con depósito de aire	Hidrodinámica
30.	<i>Id. de rosario</i>		Hidrodinámica
31.	<i>Id. de noria</i>		Hidrodinámica
32.	<i>Id. de rueda hidráulica</i>		Hidrodinámica
33.	<i>Id. de presa</i>		Hidrodinámica
34.	<i>Id. de Furbiña</i>		Hidrodinámica
35.	Rosca de Arquímedes *		Hidrodinámica
36.	Bomba de incendio *		Hidrodinámica
37.	Ariete hidráulico		Hidrodinámica
38.	Fuente de Herón *	Para demostrar la transferencia de un líquido de un recipiente a otro	Hidrodinámica
39.	Fuente intermitente*		Hidrodinámica
40.	Fuente de compresión		Hidrodinámica

ANEXO 8

Catálogo de instrumentos para la Cátedra de Física General y Experimental, febrero de 1857⁵

Catálogo de instrumentos para la cátedra de Física conforme al de Lerebours y Secretan de 1853		
Instrumentos	Función ⁶	Rama de la física ⁷
1. Catetómetro		Pesos y medidas
2. Máquina de dividir		Pesos y medidas
3. Aparato para demostrar la porosidad		Neumática
4. Aparato de Oersted con piezómetro		Compresión (Compresibilidad de los líquidos)
5. Aparato para la elasticidad		—
6. Aparato para el paralelogramo de las fuerzas		Mecánica (Palancas y planos inclinados)
7. Aparato para la fuerza de adhesión, planos de Magdebourg		Neumática
8. Máquina de Atwood	Para demostrar las leyes del movimiento	Mecánica (Caída de los cuerpos)
9. Péndulo absoluto de Borda		Mecánica (Péndulos)
10. Disco, triángulo y rectángulo para [determinación] el centro de gravedad		Mecánica (Centro de gravedad)
11. Cilindro ascendente en un plano inclinado		Mecánica (Centro de gravedad)
12. Aparato para la presión independiente de las columnas líquidas		Hidrostática
13. Pesa-sino [<i>sic.</i> En catálogo: Passe-vin]	Para poder ver las diferencias en la	Hidrostática

⁵ "Catálogo de instrumentos para la clase de física experimental de la Escuela Nacional de Agricultura, formado en febrero de 1857 siendo Ministro de Fomento el Exmo. Sr. D. Manuel Siliceo y D. Leopoldo Río de la Loza, director del establecimiento", 18 de febrero de 1857, AHBNAH-ENA, vol.276, exp.23, f.133-136/r. Con un asterisco (*) remito al lector al anexo 11 para consultar imágenes de los mismos.

⁶ La información sobre la función de los instrumentos proviene de tres fuentes. El libro de Ganot, *op.cit.*; Turner, *Nineteenth...*; y de Robert Bud y Deborah Jean Warner [eds.], *Instruments of Science: An Historical Encyclopedia*, New York, Science Museum, London, National Museum of American History, Smithsonian Institution, 1998, 709 pp. Remito al lector a esta última enciclopedia para consultar la función de aquellos instrumentos en los que quiera profundizar o le generen duda.

⁷ La información para esta columna la obtuve exclusivamente de la clasificación que se encuentra en el mismo catálogo de Lerebours y Secretan. Véase: *Catalogue et prix des instruments...*, 244 pp. Entre paréntesis se encuentra la subcategoría a la que pertenece de acuerdo con el catálogo.

	densidad de los líquidos	
14. Areómetro-bomba		Hidrostática
15. Seis redomas de densidades		Hidrostática
16. Alcohómetro centesimal	de Gay Lussac	Hidrostática
17. Seis probetas		Hidrostática
18. Láminas angulares de cristal, con bisagra		—
19. Aparato de tubos capilares		Hidrostática (Capilaridad y endósmosis)
20. Discos de cristal para la adherencia de los líquidos		Hidrostática (Capilaridad y endósmosis)
21. Flotador de Prony		Hidrodinámica
22. Ariete hidráulico	de Montgolfier	Hidrodinámica
23. Tubo de válvula	Para elevar el agua el agua por la oscilación	Hidrodinámica
24. Aparato de sifones		Hidrodinámica
25. Caja para la fuerza expansiva del aire		Neumática
26. Rompe-vejiga, corta-manzana y comprime-mano		Neumática
27. Aparato para el salto del agua en el vacío		Neumática
28. Máquina neumática de rotación		Neumática
29. Doble platina adaptada a la anterior		Neumática
30. Barómetro adaptable al interior		Neumática
31. Recipiente con dos barómetros		Neumática
32. Tres campanas esmeriladas de diversas dimensiones		Neumática
33. Recipiente para estudios de electricidad en el vacío		Neumática
34. Recipiente de Dumas para recoger el aire		Neumática
35. Aparato de Ingenhousz	Para la congelación del agua en el vacío	Neumática
36. Máquina de compresión de nueva construcción		Compresión (Compresión del aire)
37. Fusil de aire comprimido		Compresión (Compresión del aire)
38. Aparato de Pouillet para verificar la ley de Mariotte		Compresión (Compresión del aire)

39. Seis tubos para id. En el aparato anterior		Compresión (Compresión del aire)
40. Aparato de Thilorier para liquidación y solidificación del a.carbo.		Compresión (Solidificación y licuefacción del aire)
41. Modelo de bombas completo y con la adición de soplete	Gran modelo de bomba aspirante, elevadora, impelente y con depósito de aire	Hidrodinámica c imagen
42. Bomba sin émbolo		Hidrodinámica
43. Fuente de circulación		Hidrodinámica
44. Fuente de Herón *		Hidrodinámica
45. Fuente intermitente *		Hidrodinámica
46. Aparato para el desprendimiento del hidrógeno, etc.		Calórico
47. Dos aerostatos		Calórico
48. Ludion de bomba		Hidrostática
49. Timbre para el sonido en el vacío *		Acústica
50. Aparato de Savart para la comunicación de las vibraciones		Acústica (Vibraciones de columnas de aire por influencia)
51. Tubo de émbolo para medir la onda sonora *		Acústica
52. Aparato de ruedas dentadas de Savart *		Acústica
53. Sirena de Caguiard *		Acústica (Medidas de vibración)
54. Diapasón *		Acústica
55. Fuelle (soufflerie) *		Acústica
56. Sonómetro diferencial con adición de los números 519 y 520 *		Acústica
57. Instrumento fundado en la vibración de las varillas (verges)		Acústica
58. Láminas de latón circular, cuadrada y triangular con sustentáculo		Acústica
59. Colección de cinco membranas		Acústica
60. Dos polvoreras con arena y licopodio		Acústica
61. Anillo de Gravesande *	Para demostrar la dilatación de los metales	Calórico

62. Diversos termómetros metálicos		Calórico
63. Aparato para la dilatación absoluta de los líquidos		Calórico
64. Aparato de Regnault para la dilatación de los gases *		Calórico
65. Aparato para demostrar el maxímun de densidad del agua *		Calórico
66. Hervidor de Franklin *	Para demostrar la influencia de la presión en la temperatura de ebullición	Calórico
67. Crióforo		Calórico
68. Termómetro de aire		Calórico
69. Termómetro de contacto		Calórico
70. Puliómetro [sic.][en catálogo Bat-pouls]		Calórico
71. Aparato de Dulong para el enfriamiento		Calórico (Calorimetría)
72. Aparato de Dulong para el calórico específico de los sólidos		Calórico (Calorimetría)
73. Aparato de Regnault y de Laroche y Berard para el calórico específico		Calórico (Calorimetría)
74. Aparato de Dulong para el calórico latente en vapor de agua		Calórico (Calorimetría)
75. Instrumentos y aparatos para el estudio de tensión de vapores		Calórico
76. Pipeta para introducir líquidos en el vacío barométrico		Calórico
77. Tubo recurvo para demostrar que la fuerza de tensión de los vapores puede ser mayor que una atmósfera		Calórico
78. Aparato para estudiar la mezcla de gases y vapores [de Gay Lussac y Thénard]		Calórico
79. Aparato para medir la densidad del vapor de agua [de Gay Lussac] *		Calórico
80. Aparato de Dumas para la densidad de los vapores *		Calórico
81. Eolípila	Para demostrar la fuerza expansiva del vapor de agua	Calórico
82. Cubos, de caras pintadas y metálicas diferentes		Calórico

83. Dos hacecillos magnéticos con su contacto y caja		Magnetismo
84. Aparato para demostrar la acción del imán al traves del fuego y de otras sustancias		Magnetismo
85. 8 cilindros: dos de vidrio, dos de lacre, dos de cobre y dos goma laca		Electricidad (Electricidad por fricción)
86. Cinco agujas eléctricas de Häüy, turmalina, etc.		Electricidad (Electrómetros y Electroscopios)
87. Balanza de Coulomb con micrómetro*	Para comprobar las leyes de atracción y repulsión de las cargas eléctricas	Electricidad (Electrómetros y Electroscopios)
88. 2 pieles de gato		Electricidad (Electróforos)
89. Aparato de esferas de varios diámetros *	Para demostrar la acumulación de la electricidad en la superficie exterior de los cuerpos	Electricidad
90. Máquina eléctrica de Van-Marum *	Para obtener tanto electricidad negativa como positiva	Electricidad
91. Disco de refacción para la anterior		Electricidad
92. Aparato para la teoría del electróforo y la botella de Leyden		Electricidad (Electróforos)
93. Condensador con discos de cobre y zinc, etc.		Electricidad (Electrómetros y Electroscopios)
94. Electrómetros de Bohnenberger y de Pécelet		Electricidad (Electrómetros y Electroscopios)
95. Colección de tres excitadores		Electricidad
96. Botellas de Leyden de 2,4 y 5 francos *	Para almacenar cargas eléctricas	Electricidad (Botellas de Leyden y baterías)
97. Botellas de Leyden para la electricidad disimulada de 2,4 y 5 francos		Electricidad (Botellas de Leyden y baterías)
98. Botellas de Leyden reluciente o brillante (centellante)		Electricidad (Botellas de Leyden y baterías)
99. Botellas de Leyden de tres chispas		Electricidad (Botellas de Leyden)

		y baterías)
100.	Botella de Franklin *	Electricidad (Botellas de Leyden y baterías)
101.	Botella de Lanne	Electricidad (Botellas de Leyden y baterías)
102.	Botella de Ingenhousz	Electricidad (Botellas de Leyden y baterías)
103.	Dos aisladoras para las botellas	Electricidad (Botellas de Leyden y baterías)
104.	Aparato analítico de la botella [de Leyden]	Electricidad (Botellas de Leyden y baterías)
105.	Batería de nueve frascos	Electricidad (Botellas de Leyden y baterías)
106.	Máquina hidro-eléctrica [de Armstrong] *	Para producir electricidad a partir de la liberación del vapor de agua por pequeños orificios
107.	Batería de seis pistolas de Volta	Electricidad (Electricidad experimental)
108.	Mortero eléctrico	Electricidad (electricidad experimental)
109.	Aparato para hacer pasar la carga de la batería a través del agua	Electricidad (electricidad experimental)
110.	Aparato para gasificar el agua por acción eléctrica	Electricidad (electricidad experimental)
111.	Aparato para fundir el fierro en el agua	Electricidad (electricidad experimental)
112.	Aparato para demostrar la utilidad del para-rayo	Electricidad
113.	Aparato para la combustión del alcohol	—
114.	Aparato taladra vidrio y horada carta	Óptica

115.	Aparato para hacer el retrato de Franklin, con prensa para la fusión		Electricidad (Electricidad experimental)
116.	Campana eléctrica para ver el efecto del para-rayo		Electricidad (Electricidad experimental)
117.	Fuente <i>id.</i>		Electricidad (Electricidad experimental)
118.	Sol girante		Electricidad (Electricidad experimental)
119.	Árbol de siete agujas		Electricidad (Electricidad experimental)
120.	Plano inclinado para la repulsión de las puertas		Electricidad (Electricidad experimental)
121.	Bombas de Cellier		Electricidad (Electricidad experimental)
122.	Cuadro mágico		Electricidad (Electricidad experimental)
123.	<i>Id.</i> con venturina		Electricidad (Electricidad experimental)
124.	Cazador eléctrico		Electricidad (Electricidad experimental)
125.	Tubo brillante o reluciente (centellante)		Electricidad (Electricidad experimental)
126.	Matraz <i>id</i>	Para las soluciones de continuidad	Electricidad (Electricidad experimental)
127.	Cuadro <i>id</i>	Para las soluciones de continuidad	Electricidad (Electricidad experimental)
128.	Torno eléctrico	Para extraer el líquido de las nubes, con su bola de metal y cuerda	Electricidad (Electricidad experimental)
129.	Pila de Zamboni		Galvanismo
130.	Voltámetro		Galvanismo
131.	Aguja estática de Ampère		Electromagnetismo

132.	Aparto electro-dinámico de Pouillet	Para demostrar las leyes de las corrientes paralelas	Electromagnetismo
133.	Commutador *	Para la inversión de los polos	Electromagnetismo
134.	Aparatos Electrodinámicos de la Rive		Electromagnetismo
135.	Aparatos Electrodinámicos de Faraday *	Para demostrar la rotación del imán por las corrientes eléctricas	Electromagnetismo
136.	Aparatos Electrodinámicos de Ampère		Electromagnetismo
137.	Aparato Electrodinámico de Du Moncel *	Para demostrar las reacciones dinámicas de las corrientes sobre los imanes	Electromagnetismo
138.	<i>Id. del mismo autor para las corrientes verticales *</i>		Electromagnetismo
139.	<i>Id. de Barlow</i>		Electromagnetismo
140.	Electro-motor de Froment aplicado a la bomba aspirante		Electromagnetismo (Electro- imanes. Motores)
141.	Gran aparato de Faraday con adición de los números 731 y 732	Para estudiar la influencia del magnetismo sobre la materia ponderable	Electromagnetismo (Electro- imanes. Motores)
142.	Inductor de dos hilos		Electromagnetismo (Inducción)
143.	Hélices: dextrorsum, sumistrorsum y combinada		Electromagnetismo (Electro- imanes. Motores)
144.	Máquina Electro magnética de Clarke *		Electromagnetismo (Inducción)
145.	Aparato de Rhumkorff *	Para transformar la electricidad dinámica en estática	Electromagnetismo (Inducción)
146.	Elemento de Seebeck		Electromagnetismo (Termo- electricidad)
147.	Aparato de Magnus	Para demostrar las corrientes termoeléctricas con un solo hilo	Electromagnetismo (Termo- electricidad)
148.	Pila termo eléctrica para las experiencias de Masson		Electromagnetismo (Termo- electricidad)

149.	Espejo de caras paralelas *		Óptica (Reflexión. Espejos)
150.	Espejo metálico plano		Óptica (Reflexión. Espejos)
151.	Espejo cilíndrico		Óptica (Reflexión. Espejos)
152.	Espejo de superficie cilíndrica fino		Óptica (Reflexión. Espejos)
153.	Prismas: crown glass, flint glass, con lente acromática, cristal de roca, espato de Islandia *		Óptica (Prismas y aparatos para las leyes de refracción)
154.	Cono de Flint *		Óptica (Prismas y aparatos para las leyes de refracción)
155.	Pirámide de Flint		Óptica (Prismas y aparatos para las leyes de refracción)
156.	Prisma cilíndrico		Óptica (Prismas y aparatos para las leyes de refracción)
157.	Poliprisma		Óptica (Prismas y aparatos para las leyes de refracción)
158.	Triple prisma para el acromatismo		Óptica (Prismas y aparatos para las leyes de refracción)
159.	Diasporámetro [de Rochon] *	Para determinar la dispersión de un prisma de cualquier materia	Óptica (Prismas y aparatos para las leyes de refracción)
160.	Lentes convexa y cóncava		Óptica (Lentes)
161.	Lentes de Fresnel *		Óptica (Lentes))
162.	Aparato de siete espejos de superficies paralelas		Óptica (Prismas y aparatos para las leyes de refracción)
163.	Aparato para demostrar la refracción		Óptica (Prismas y aparatos para las leyes de refracción)
164.	Cuba de cristal propia para recibir los gases		Óptica (Prismas y aparatos para las leyes de refracción)
165.	Diafragma para recibir las		Óptica

imágenes		
166. Esferómetro		Óptica
167. Prisma oscilante		Óptica (Prismas y aparatos para las leyes de refracción)
168. Ojo metálico para el efecto de los anteojos		Óptica
169. Fenakistiscopio de M. Plateau	Para la persistencia de la imagen en la retina	Óptica (Prismas y aparatos para las leyes de refracción)
170. Dos vidrios de colores complementarios		Óptica (Prismas y aparatos para las leyes de refracción)
171. Estereoscopio de Brewster *		Óptica (Prismas y aparatos para las leyes de refracción)
172. Microscopio fotoeléctrico		Óptica (Microscopios a gas y fotoeléctricos)
173. Pila para el anterior		Óptica (Microscopios a gas y fotoeléctricos)
174. Carboncillos (crayons de charbon) para <i>id</i> 6 metros		Óptica (Microscopios a gas y fotoeléctricos)
175. Prismas birrefringentes de cuarzo y de espato		Óptica (Doble refracción)
176. Prisma birrefringente con doble prisma para acromatizar, etc		Óptica (Doble refracción)
177. Anteojo micrométrico de Rochon con la última modificación *		Óptica (Doble refracción)
178. Colección de cristales diversos valor de Soof		Óptica
179. Dos paralelepípedos de Fresnel		Óptica (Polarización. Cristales)
180. Prisma de Nicol *		Óptica (Polarización. Cristales)
181. Aparato para las hipérbolas [móviles]		Óptica (Polarización. Cristales)
182. Vidrio negro natural para polarizar la luz		Óptica (Polarización. Cristales)
183. Aparato de M. Norremberg *		Óptica (Polarización. Cristales)

184.	Aparato de Soleil para medir la inclinación de los ejes ópticos [de los cristales] *		Óptica (Polarización. Cristales)
185.	Aparato de Biot para estudiar el poder rotatorio de los líquidos		Óptica (Polarización. Cristales)
186.	Aparato de difracción e interferencias		Óptica
187.	Aparato de Newton para los anillos coloridos *		Óptica
188.	Barómetro de cuadrante *		Meteorología
189.	Barómetro de Bourdon		Meteorología
190.	Barómetro de Fortin *	Para observaciones muy precisas de la presión atmosférica	Meteorología (Barómetros de observación)
191.	Termométrógrafo *		Meteorología (Termómetros de máxima y mínima)
192.	Suspensión doble para el transporte del termométrógrafo		Meteorología (Termómetros de máxima y mínima)
193.	Armadura para el anterior		Meteorología (Termómetros de máxima y mínima)
194.	Termómetro de bola negra		Meteorología (Termómetros para experiencias)
195.	Termómetro en fracciones de grado de 20 a 60 y otro de 10 a 100		Meteorología (Termómetros para experiencias)
196.	Aparato de M. Regnault	Para obtener el punto de 100 grados en los termómetros	Meteorología (Termómetros para experiencias)
197.	Pirheliómetro de Pouillet	Para medir la cantidad de calor dada por el sol	Meteorología (Calor solar y radiación)
198.	Actinómetro de Pouillet	Para medir los efectos de la radiación nocturna	Meteorología (Calor solar y radiación)
199.	Aparato de Pouillet para el radiamiento [sic.] máximo		Meteorología (Calor solar y radiación)
200.	Anemógrafo con indicador, udómetro, etc.	Permite estudiar las variaciones diurnas	Meteorología (Calor solar y radiación)

	del viento, hora por hora, minuto por minuto	
--	---	--

“Se necesitan además los siguientes objetos que no están en el catálogo de Lerebours:”

Aparato de Lavoisier y Laplace para la dilatación de los sólidos *		Calórico
Una balanza para densidades completa		
Seis planos de prueba (electricidad)		
Cuatro solenoides: dos fijos y dos móviles		
Dos tubos llenos para el barómetro de Gay Lussac		Meteorología
Dos tubos llenos para el de Fortin		Meteorología
Dos tubos llenos para el de cuadrante		Meteorología

ANEXO 9

Catálogo de instrumentos para el curso de Mecánica, marzo de 1857⁸

No.	Instrumentos	Función	Rama de la física
1.	Aparato de Haldat para demostrar que la presión ejercida por las columnas líquidas, es igual a su base multiplicada por su altura *		Hidrostática
2.	Aparato para la presión de abajo, arriba		Hidrostática
3.	Vaso de Mariotte para las presiones laterales		Hidrostática
4.	Aparato para demostrar que todas las columnas de un líquido ejercen su presión independientemente, las unas de las otras		Hidrostática
5.	Aparato para probar el equilibrio de los líquidos en los tubos que se comunican		Hidrostática
6.	Aparato para demostrar que los líquidos se elevan en los tubos vacíos de aire, en razón inversa de su pesantez específica		Hidrostática
7.	Aereómetro [sic.] de bomba para la misma experiencia		Hidrostática
8.	Aparato para probar el principio de Arquímedes		Hidrostática
9.	Gran modelo de Balanza Hidrostática		Hidrostática
10.	Aparato para medir con exactitud la densidad de los cuerpos reducidos a polvo y en grano		Hidrostática
11.	Gran aparato de Venturi para la teoría de los escurrimientos, de los líquidos *		Hidrodinámica
12.	Fuente intermitente *		Hidrodinámica
13.	Tubo de válvula		Hidrodinámica
14.	Modelo de bomba aspirante		Hidrodinámica
15.	Modelo de bomba impelente con depósito de aire		Hidrodinámica
16.	Modelo de bomba aspirante elevadora *		Hidrodinámica
17.	Modelo de bomba aspirante impelente, con depósito de aire *		Hidrodinámica

⁸ “Lista de los Aparatos que necesita la Clase de Mecánica, Escuela Nacional de Agricultura”, 1 de marzo de 1857, AHBNAH-ENA, vol. 276, exp. 23, ff.139-141. Los instrumentos de este anexo también fueron ordenados con base en el catálogo de Lerebours y Secretan. Con un asterisco (*) remito al lector al anexo 11 para consultar imágenes de los mismos. La columna “Rama de la física” y “Función” fueron elaboradas con base en el catálogo de Lerebours y Secretan para facilitar el estudio del listado y para que el lector pudiera comprender, en la medida de lo posible, la función de algunos instrumentos. Véase: *Catalogue et prix des instruments...*, 244 pp.

18.	Gran modelo de bomba aspirante, elevadora, impelente y con depósito de aire *		Hidrodinámica
19.	Bomba de pistón		Hidrodinámica
20.	Bomba de vera		Hidrodinámica
21.	Bomba de rotación		Hidrodinámica
22.	Bomba de engranajes		Hidrodinámica
23.	Tornillo de Arquímedes *		Hidrodinámica
24.	Modelo de bomba de incendio *		Hidrodinámica
25.	Gran modelo de ariete hidráulico Montgolfier		Hidrodinámica
26.	Prensa hidráulica *		Hidrodinámica
27.	Torniquete hidráulico *		Hidrodinámica
28.	Rueda [hidráulica] de paletas planas		Hidrodinámica
29.	Modelo de esclusa *		Hidrodinámica
30.	Aparato de sifones		Hidrodinámica
31.	Molinete de Woltmann *	para medir la velocidad de la corriente a todas profundidades	Hidrodinámica
32.	Aparato para las demostraciones de la palanca *		Mecánica
33.	Aparato de tres palancas combinadas		Mecánica
34.	Palanca aritmética		Mecánica
35.	Aparato para la teoría del fiel [sic. En frances fléau] de la Balanza		Mecánica
36.	Aparato para demostrar todos los sistemas de poleas simples y polioplastos		Mecánica
37.	Polea de gargantas concéntricas	para demostrar su relación con la palanca	Mecánica
38.	Aparato de ruedas dentadas		Mecánica
39.	Aparato para la demostración del paralelogramo de las fuerzas *		Mecánica
40.	Aparato para demostrar las propiedades del plano inclinado *		Mecánica
41.	Cuña de ángulo variable	para demostrar la relación entre los pesos	Mecánica

		y el ángulo de la cuña	
42.	Aparato para demostrar que la rosca está compuesta de un plano inclinado cuya altura representa el paso de la rosca y la longitud del filete		Mecánica
43.	Aparato para demostrar que el choque aumenta la gravitación		Mecánica. Choque de cuerpos
44.	Aparato de bolas de marfil	Para el choque de los cuerpos	Mecánica. Choque de cuerpos
45.	Aparato de siete bolas [de marfil]	Para la comunicación del movimiento	Mecánica. Choque de cuerpos
46.	Aparato de bolas decrecientes	Para la misma experiencia	Mecánica. Choque de cuerpos
47.	Plano vertical sobre el cual un cuerpo recorre la resultante de dos fuerzas compuestas		Mecánica. Choque de cuerpos
48.	Aparato de plano de mármol para la ley de la reflexión de los sólidos *		Mecánica. Choque de cuerpos
49.	Aparato de dos balanzas para la resistencia de los medios		Mecánica. Fricción
50.	Doble molinete para la resistencia del aire		Mecánica. Fricción
51.	Tribómetro de Coulomb	Para estudiar las leyes de la fricción	Mecánica. Fricción
52.	Máquina de Atwood, Gran modelo *		Mecánica. Caída de los cuerpos
53.	Aparato para demostrar la caída parabólica de los cuerpos sólidos		Mecánica. Caída de los cuerpos
54.	Aparato para demostrar la caída parabólica de los cuerpos líquidos		Mecánica. Caída de los cuerpos
55.	Aparato de fuerza centrífuga, Gran modelo *	Contiene un disco de Newton para la reconstrucción de la luz blanca	Mecánica. Fuerza centrífuga
56.	Aparato de Bohnenberger	Para la precisión de los equinoccios	Mecánica. Fuerza centrífuga

57.	Disco, Triángulo y Rectángulo para la determinación del centro de gravedad		Mecánica. Centro de gravedad
58.	Cilindro subiendo un plano inclinado		Mecánica. Centro de gravedad
59.	Doble cono para la misma experiencia		Mecánica. Centro de gravedad
60.	Volteadores chinos, dos figuras [culbuteur chinois]		Mecánica. Centro de gravedad
61.	Péndulos de diferentes longitudes		Mecánica. Péndulos
62.	Péndulo absoluto de Borda		Mecánica. Péndulos
63.	Modelo de péndulo de compensación		Mecánica. Péndulos
64.	Dinamómetro de Regnier	Para medir las fuerzas de presión y de tracción	Mecánica. Dinamómetros y medidores
65.	Modelos de cabria, cabestrante, grúa, torno, torno diferencial, de engranaje recto, de engranaje cónico *	Modelos en madera	Mecánica. Aplicaciones y modelos
66.	Modelos de engranajes		Mecánica. Aplicaciones y modelos
67.	Modelo de cric		Mecánica. Aplicaciones y modelos
68.	Modelo de rosca sin fin		Mecánica. Aplicaciones y modelos
69.	Modelo de todas las transformaciones de movimiento empleadas en mecánica *	Entre las muchas aplicaciones que contiene: transmisión, transformación y dirección del movimiento por medio de cuerdas, cadenas, etc.	Mecánica. Aplicaciones y modelos

ESCUELA NACIONAL DE AGRICULTURA.

OBSERVATORIO METEOROLOGICO.

Latitud N. 19° 27' 2".—Longitud W. de Greenwich, 6° 36' 36" 0,9.—Longitud W. respecto á Catedral, 0° 2' 15" 6.—Altitud, 2,267^m 24.

PRIMERA QUINCENA DE JUNIO

DIAS DEL MES.	Termómetro líbreo.				Máx y Mín.		LLUVIA.	NUBES.			VIENTOS.			BAROMETRO.						Psicrómetro.														
	7 DE LA MAÑANA.	2 DE LA TARDE.	9 DE LA NOCHE.	PROMEDIO.	MAXIMA.	MINIMA.		OSCURO.	HORA DEL PRINCIPIO.	HORA DEL FIN.	ALTA EN DIRECCION.	A 7 m.			A 21.			A 9 n.			Altera observada.		Term. sijo.		Altura reducida a 0 grados.		Humedad relativa.							
												CANTIDAD.	ESPERTE.	CANTIDAD.	ESPERTE.	CANTIDAD.	ESPERTE.	DIRECCION.	FUERZA.	DIRECCION.	FUERZA.	DIRECCION.	FUERZA.	7 DE LA MAÑANA.	2 DE LA TARDE.	9 DE LA NOCHE.	7 DE LA MAÑANA.	2 DE LA TARDE.	9 DE LA NOCHE.	PROMEDIO.	7 DE LA MAÑANA.	2 DE LA TARDE.	9 DE LA NOCHE.	PROMEDIO.
1	25,0	21,0	17,0	19,0	26,0	11,0	17,0	0	0	0	0	0	0	0	N. N. W.	0m6	E. N. E.	1m6	W. S. W.	3m3	536, 41	535, 29	535, 51	17, 0	25, 0	18, 0	584, 83	582, 93	583, 81	583, 86	0, 51	0, 49	0, 50	0, 50
2	25,0	21,5	17,0	19,5	26,0	11,0	15,0	0	0	0	0	0	0	0	N. E.	0m6	N. E.	1m6	S. W.	1m9	536, 14	536, 19	536, 94	16, 0	25, 0	17, 0	584, 63	583, 83	585, 33	584, 59	0, 53	0, 47	0, 51	0, 50
3	26,5	22,0	18,5	20,6	27,0	12,0	14,0	0	0	0	0	0	0	0	N. N. W.	0m6	N. E.	1m9	N. W.	0m6	536, 64	535, 84	539, 04	16, 0	24, 0	20, 0	585, 13	583, 57	587, 44	585, 28	0, 51	0, 49	0, 50	0, 50
4	25,0	21,5	17,0	19,5	26,0	11,0	15,0	0	0	0	0	0	0	0	N.	0m6	N. N. W.	0m6	W. S. W.	1m6	537, 44	535, 29	535, 51	17, 0	25, 0	18, 0	585, 83	582, 93	585, 81	584, 29	0, 47	0, 44	0, 50	0, 47
5	25,0	21,5	17,0	19,5	26,0	11,0	14,0	0	0	0	0	0	0	0	W. N. W.	0m6	N. W.	1m9	S. E.	0m6	536, 14	535, 19	536, 94	16, 0	25, 0	17, 0	584, 63	583, 83	585, 33	584, 59	0, 51	0, 49	0, 50	0, 50
6	25,0	21,5	17,0	19,5	26,0	11,0	14,0	0	0	0	0	0	0	0	N. N. W.	0m6	N. N. W.	0m6	S. E.	1m6	537, 44	535, 29	535, 51	18, 0	25, 0	18, 0	583, 84	582, 93	583, 81	583, 54	0, 53	0, 47	0, 51	0, 50
7	25,0	21,5	17,0	19,5	26,0	11,0	14,0	0	0	0	0	0	0	0	S. W.	0m6	S. E.	5m3	N.	1m9	536, 64	535, 84	536, 99	19, 0	25, 0	19, 0	584, 84	583, 38	584, 69	584, 27	0, 50	0, 47	0, 53	0, 50
8	25,0	21,5	17,0	19,5	26,0	11,0	13,0	0	0	0	0	0	0	0	N. W.	0m6	N. N. W.	3m3	N. N. W.	1m9	536, 24	535, 49	536, 19	18, 0	26, 0	18, 0	584, 51	583, 04	584, 49	584, 02	0, 51	0, 55	0, 51	0, 52
9	25,0	21,5	17,0	19,5	26,0	11,0	13,0	0	0	0	0	0	0	0	E. N. E.	0m6	E. N. E.	1m6	S. W.	1m9	536, 29	536, 59	536, 21	19, 0	26, 0	20, 0	584, 49	583, 13	584, 35	583, 99	0, 53	0, 47	0, 49	0, 49
10	25,0	21,5	17,0	19,5	26,0	11,0	14,0	0	0	0	0	0	0	0	N. N. E.	1m6	N. N. E.	1m9	N. W.	1m6	536, 19	535, 51	534, 19	19, 0	27, 0	19, 0	584, 84	582, 99	584, 39	582, 59	0, 45	0, 51	0, 50	0, 48
11	25,0	21,5	17,0	19,5	26,0	11,0	14,0	0	0	0	0	0	0	0	W.	0m6	N. W.	3m3	N. E.	2m6	534, 21	534, 74	535, 69	18, 0	24, 0	22, 0	584, 39	582, 48	583, 89	583, 00	0, 49	0, 49	0, 51	0, 49
12	25,0	21,5	17,0	19,5	26,0	11,0	14,0	0	0	0	0	0	0	0	N. E.	2m6	N. N. W.	0m6	N. N. W.	5m3	536, 09	537, 84	535, 91	18, 0	26, 0	20, 0	584, 83	581, 39	584, 05	583, 27	0, 50	0, 45	0, 47	0, 47
13	25,0	21,5	17,0	19,5	26,0	11,0	14,0	0	0	0	0	0	0	0	N. E.	0m6	W. S. W.	0m6	N.	3m3	536, 44	535, 19	536, 04	17, 0	25, 0	18, 0	585, 03	582, 83	584, 34	584, 00	0, 45	0, 43	0, 49	0, 45
14	25,0	21,5	17,0	19,5	26,0	11,0	14,0	0	0	0	0	0	0	0	N. N. W.	1m3	N. E.	1m6	S. E.	5m3	536, 64	535, 29	535, 51	17, 0	25, 0	18, 0	584, 63	582, 93	583, 84	583, 93	0, 43	0, 47	0, 51	0, 47
15	25,0	21,5	17,0	19,5	26,0	11,0	15,0	0	0	0	0	0	0	0	N. W.	2m6	N. E.	1m6	S. E.	1m9	536, 14	535, 84	539, 34	16, 0	24, 0	20, 0	583, 13	583, 57	587, 44	585, 21	0, 45	0, 53	0, 57	0, 51

Profesor, *A. Barreiro.*

15 Junio.

Preparador, *M. Granados.*

LA ESCUELA DE AGRICULTURA.

235

Fuente: *La Escuela de Agricultura*, México, 15 de junio de 1881, p.235. Consulta: HNMD

ANEXO 11

Ilustraciones de los instrumentos

Instrumentos de meteorología



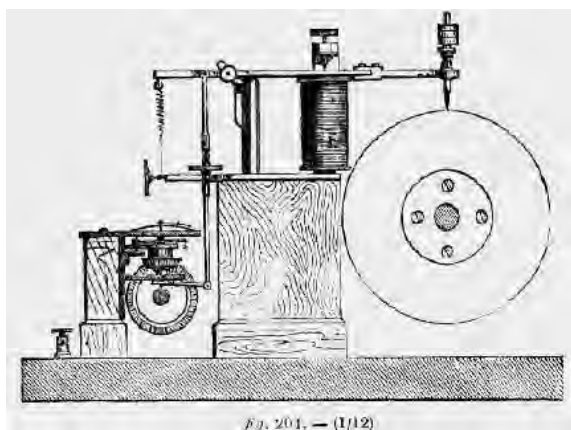
Termómetrografo

Lerebours y Secretan—anexo 8



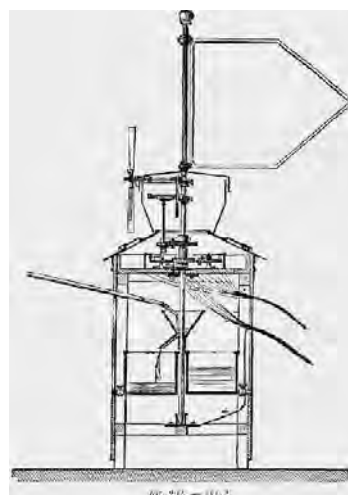
Barómetro de cuadrante

Lerebours y Secretan—anexos 5 y 8



Anemógrafo con indicador y udómetro

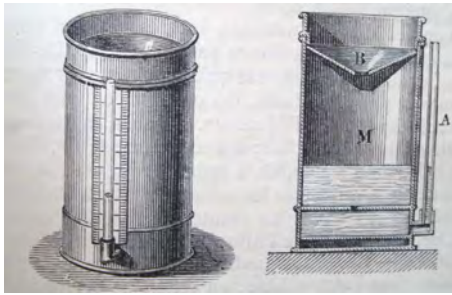
Lerebours y Secretan—anexo 8



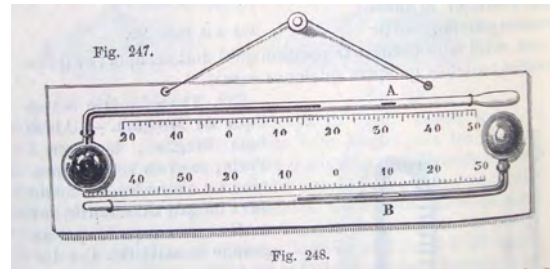
Anemógrafo con indicador y udómetro

Lerebours y Secretan—anexo 8

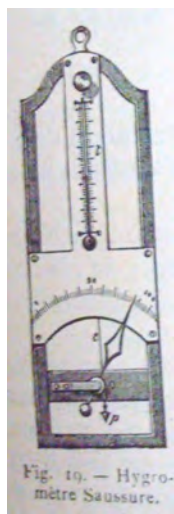
En este anexo se presentan diversas imágenes de los instrumentos de los anexos 6 - 10. Al pie de la imagen se indica el nombre del instrumento en cursivas y el nombre del catálogo o libro de texto empleado en la ENAV de donde se obtuvo la imagen. Además, se señala el anexo al que pertenecen los instrumentos para remitir al lector a la información pertinente sobre el mismo. Las referencias de este apartado son: *Catalogue et prix des instruments...*, 244 pp.; Dallet, *op.cit.*, 336 pp.; Ganot, *op.cit.*, 976 pp.; J. Langlebert, *op.cit.*, 464 pp. y Tresca, *op.cit.*, 526 pp.



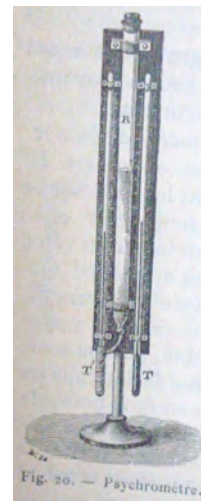
Pluviómetro
Ganot —anexos 6 y 10



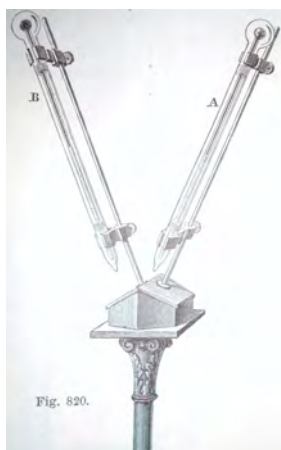
Termómetro de máxima y mínima
Ganot—anexo 6



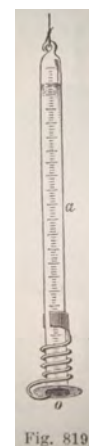
Higrómetro de Saussure
Dallet—anexos 6 y 7



Psicrómetro
Dallet—anexo 10

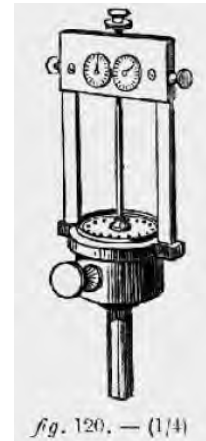
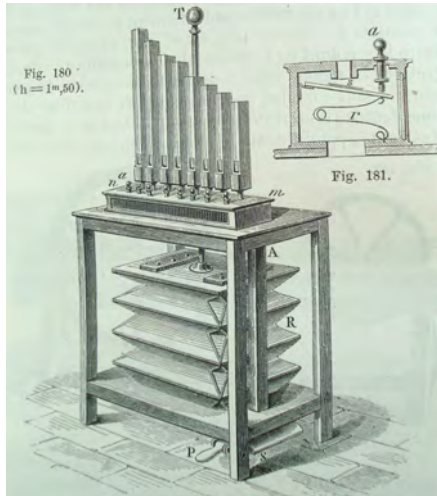


Actinómetro
Ganot—anexos 5 y 8



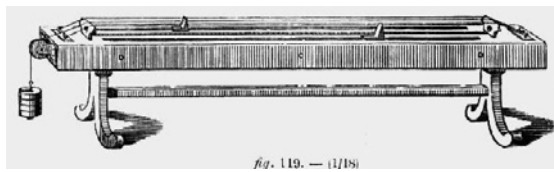
Evaporímetro de Piche
Ganot—anexo 5

Instrumentos de acústica

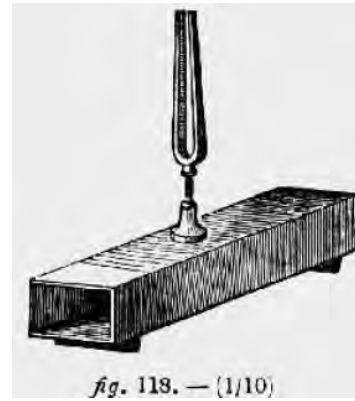


Sirena de Cagniard
Lerebours y Secretan —anexo 8

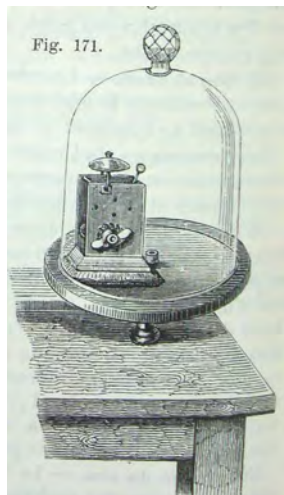
Fuelle
Ganot—anexo 8



Sonómetro diferencial
Lerebours y Secretan—anexo 8



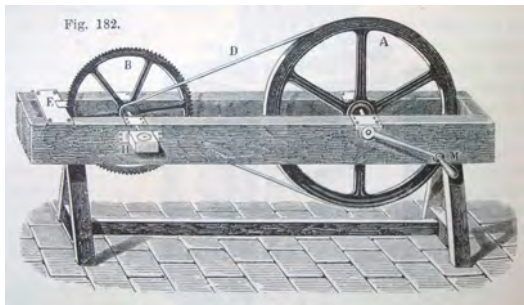
Diapasón
Lerebours y Secretan —anexo 8



Timbre para el sonido en el vacío
Ganot—anexo 8



Tubos de émbolo para medir la onda sonora
Ganot—anexo 8



Aparato de ruedas dentadas de Savart
Ganot—anexo 8

Instrumentos de óptica



Anteojo micrométrico de Rochon
Lerebours y Secretan—anexo 8



fig. 72. — (1/7)

Cono de flint
Lerebours y Secretan—anexo 8



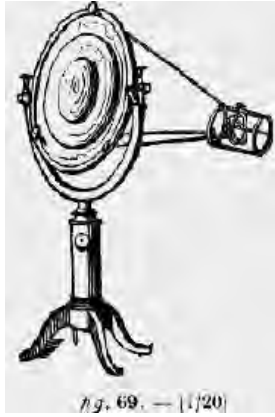
fig. 74. — (1/6)

Diasporámetro
Lerebours y Secretan—anexo 8



fig. 67. — (1/8)

Espejo de caras paralelas
Lerebours y Secretan—anexo 8



Lentes de Fresnel
Lerebours y Secretan—anexo 8



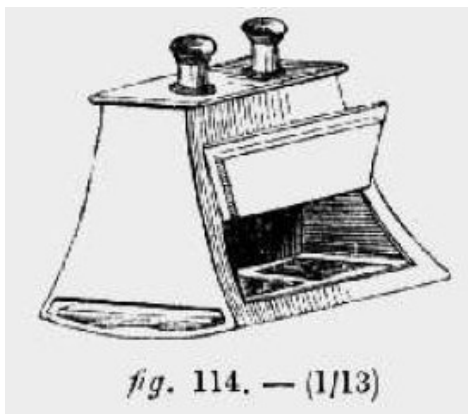
Aparato de Norremberg
Lerebours y Secretan—anexo 8



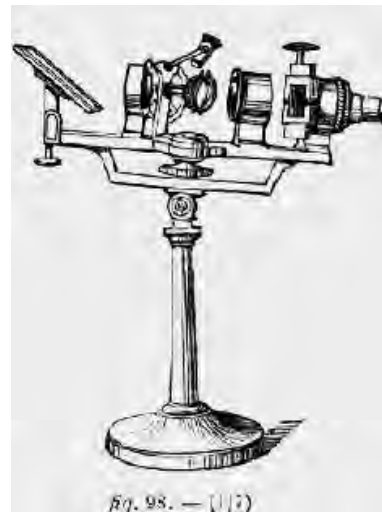
Prisma crown glass
Lerebours y Secretan—anexo 8



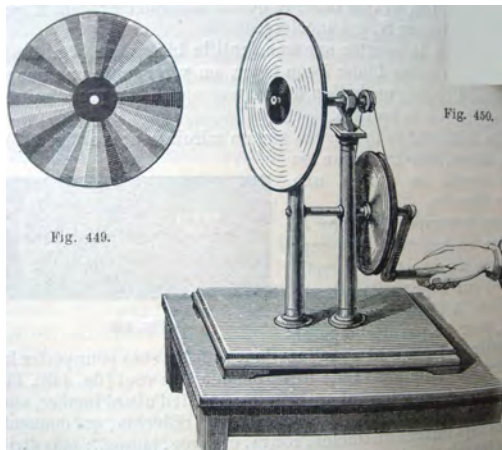
Prisma de Nicol
Lerebours y Secretan—anexo 8



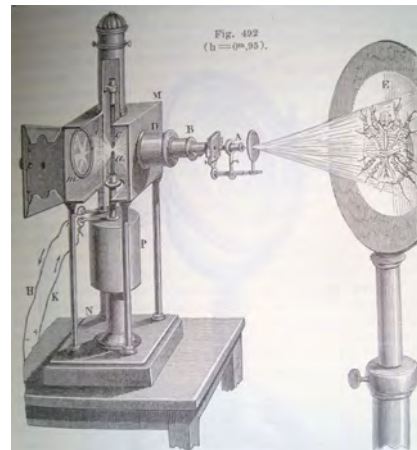
Estereoscopio de Brewster
Lerebours y Secretan—anexo 8



*Aparato de Soleil para medir la inclinación
de los ejes ópticos de los cristales*
Lerebours y Secretan—anexo 8

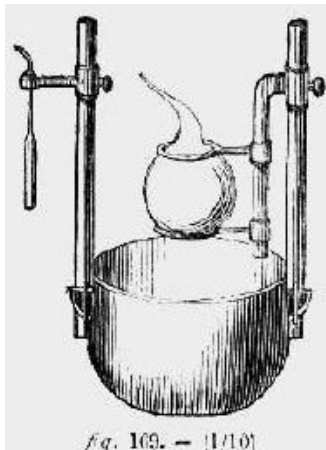


Aparato de Newton para los anillos coloridos
[Disco de Newton]
 Ganot—anexos 6 y 8

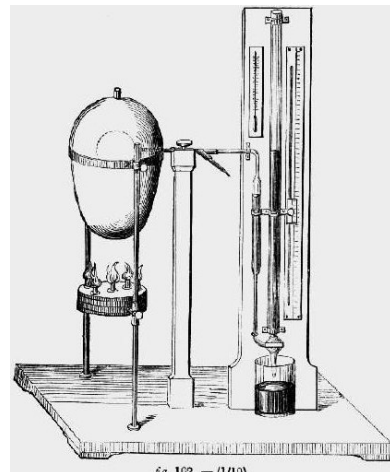


Aparato de Norremberg
 Ganot—anexo 8

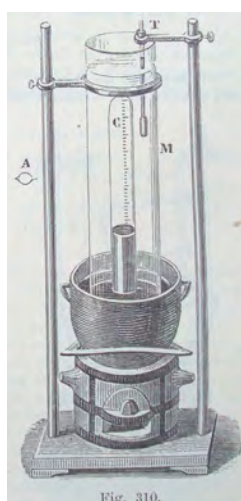
Instrumentos para el estudio del calórico



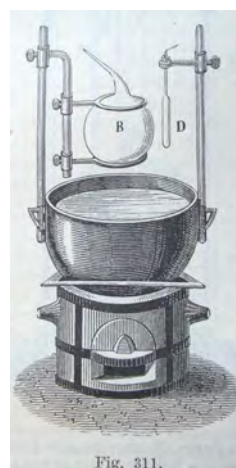
Aparato de Dumas para la densidad de los vapores
 Lerebours y Secretan—anexo 8



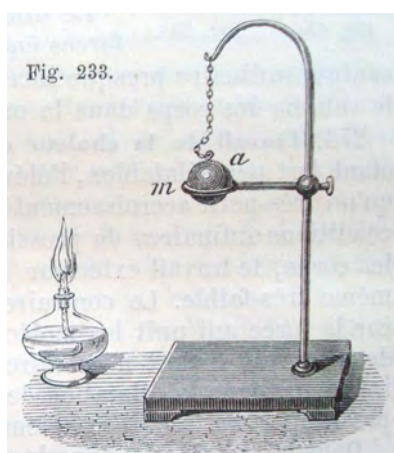
Aparato de Regnault para la dilatación de los gases
 Lerebours y Secretan—anexo 8



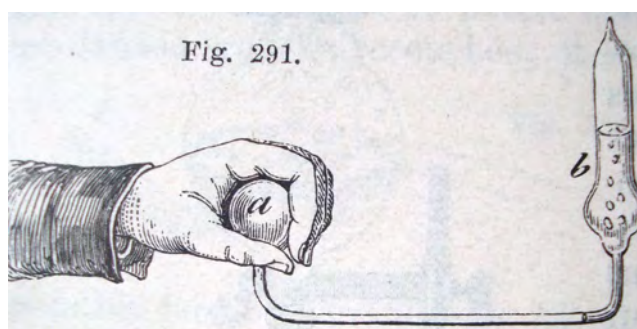
Aparato para medir la densidad del vapor de agua de Gay-Lussac
Ganot—anexo 8



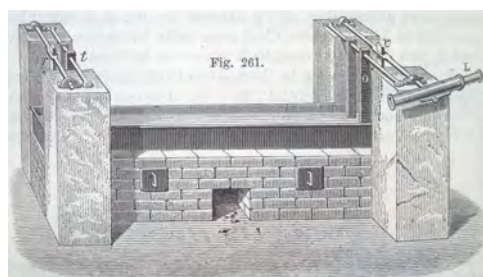
Aparato de Dumas para la densidad de los vapores
Ganot —anexo 8



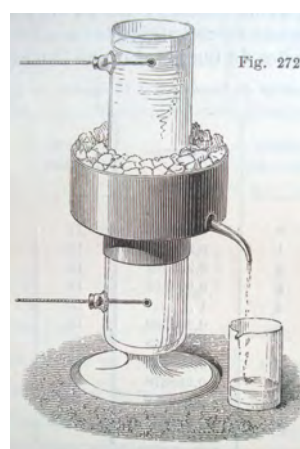
Anillo de Gravesande
Ganot—anexo 8



Hervidor de Franklin
Ganot —anexo 8

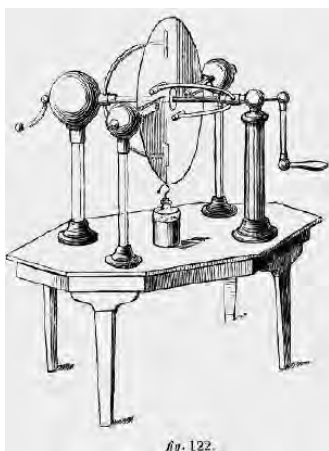


Aparato de Lavoisier y Laplace para la dilatación de los sólidos
Ganot—anexo 8

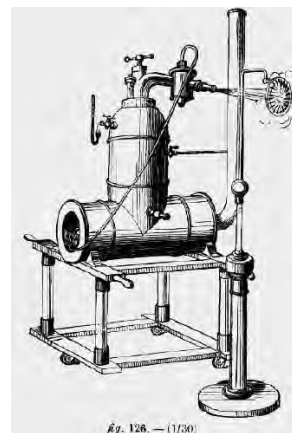


Aparato para demostrar el maximum de densidad del agua
Ganot—anexo 8

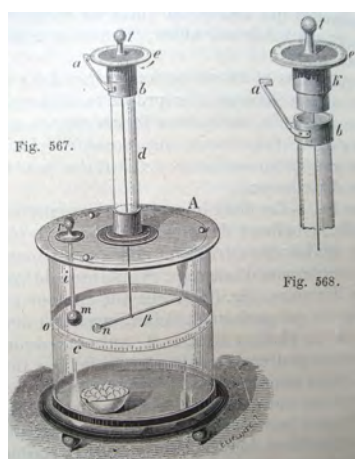
Instrumentos para el estudio de la electricidad



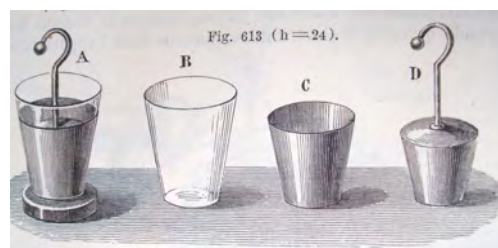
Máquina eléctrica de Van-Marum
Lerebours y Secretan—anexo 8



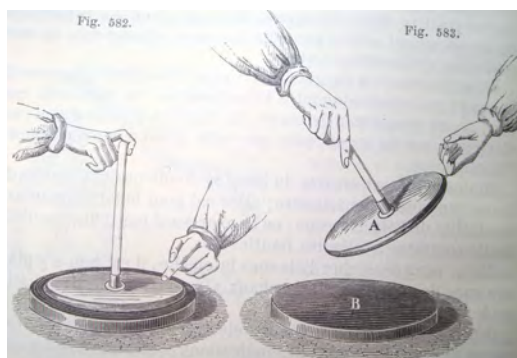
Máquina hidro-eléctrica de Armstrong
Lerebours y Secretan—anexo 8



Balanza de Coulomb con micrómetro
Ganot—anexo 8



Botella de Franklin
Ganot—anexo 8



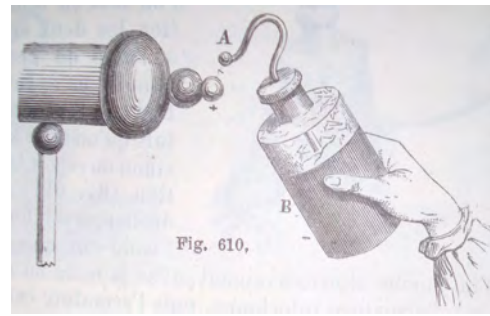
Electròforo
Ganot—anexo 6



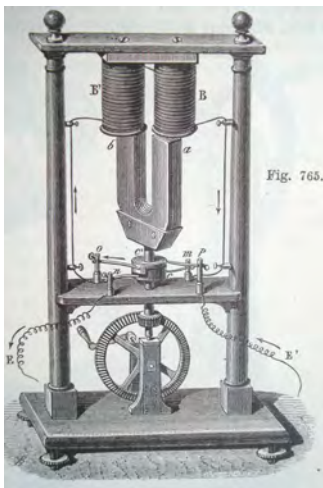
Electroscopio
Ganot—anexo 6



Aparato de esferas de varios diámetros
Ganot—anexo 8

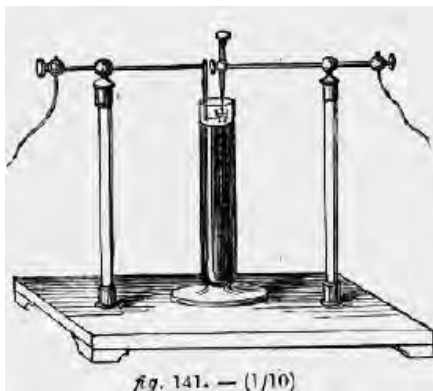


Botella de Leyden
Ganot—anexos 6 y 8

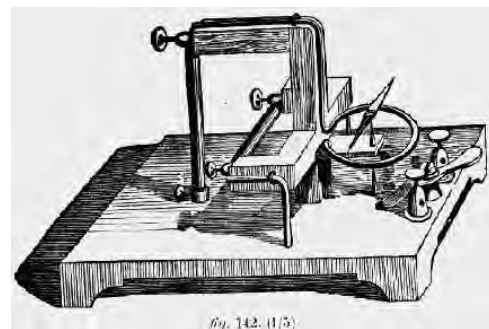


Máquina eléctrica de Pixii
Ganot—anexo 6

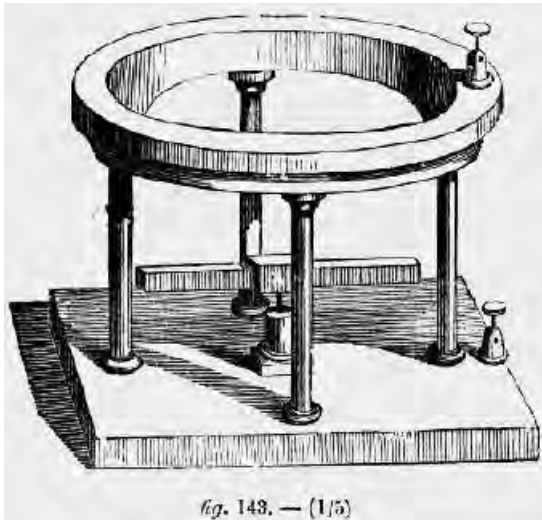
Instrumentos para el estudio del electromagnetismo



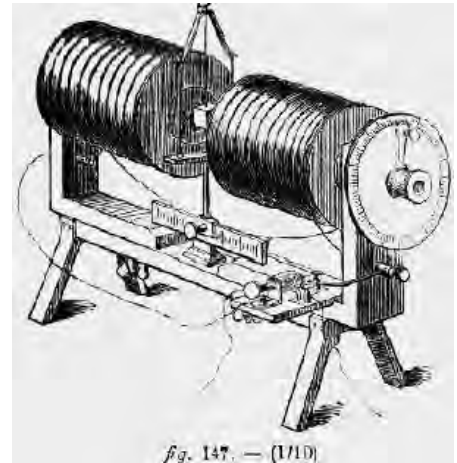
Aparato electrodinámico de Faraday
Lerebours y Secretan—anexo 8



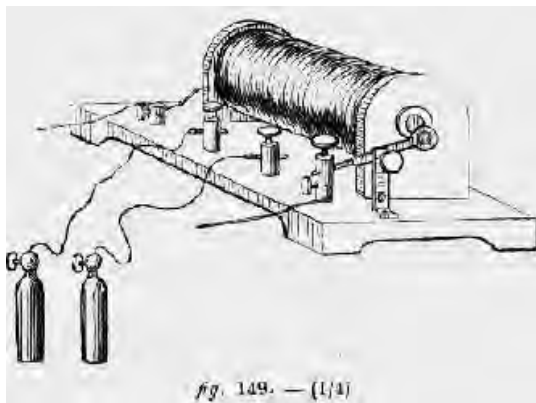
Aparato electrodinámico de Du Moncel
Ganot—anexo 8



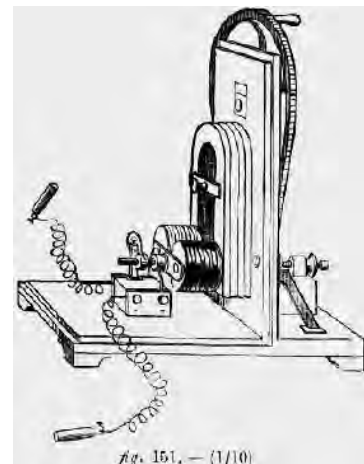
Aparato electrodinámico de Du Moncel para las corrientes verticales
 Lereborus y Secretan—anexo 8



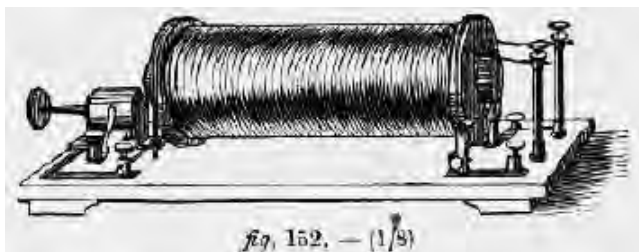
Gran aparato de Faraday con adición de los números 731 y 732
 Lereborus y Secretan—anexo 8



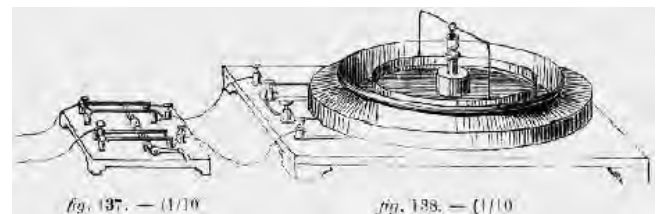
Inductor de dos hilos
 Lereborus y Secretan—anexo 8



Máquina electro magnética de Clarke
 Lereborus y Secretan—anexo 8



Aparato de Ruhmkorff
 Lereborus y Secretan—anexo 8

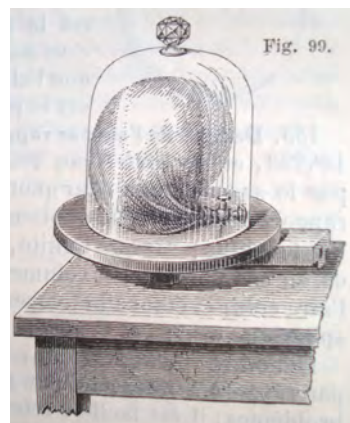


Conmutador
 Lereborus y Secretan—anexo 8

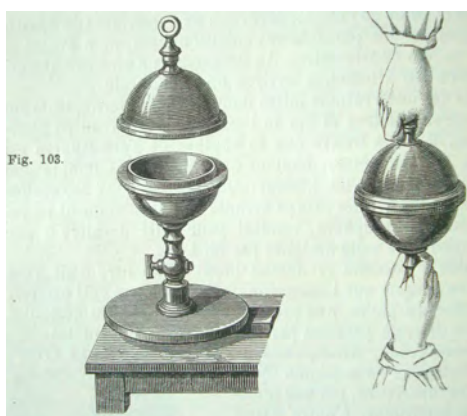
Instrumentos para el estudio de la neumática



Aparato de Ingenhousz
Lerebours y Secretan— anexo 8



Caja para la fuerza expansiva del aire
Ganot— anexo 8

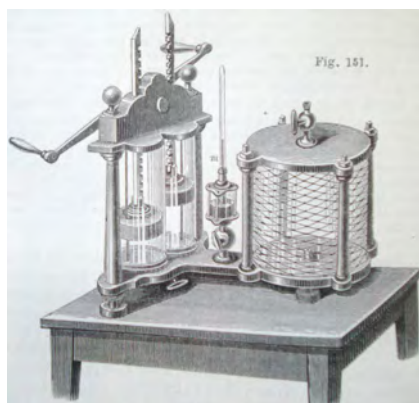


Hemisferios de Magdeburgo
Ganot— anexo 8

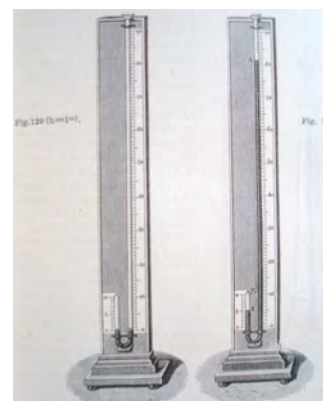


Máquina neumática
Ganot— anexos 6 y 8

Instrumentos para el estudio de la compresión

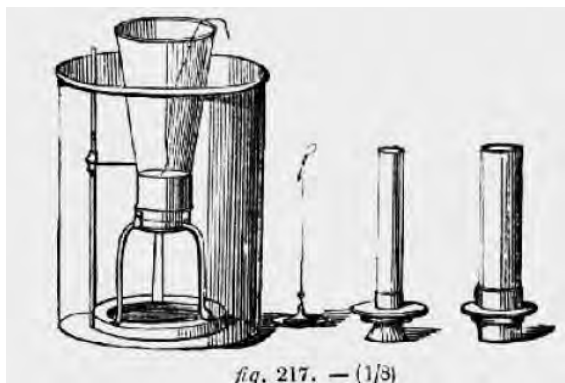


Máquina de compresión
Ganot— anexos 6 y 8

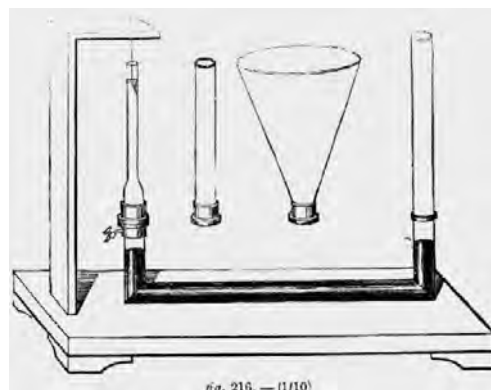


Aparato de Pouillet para verificar la ley de Mariotte
Ganot— anexo 8

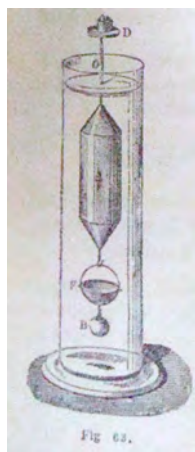
Instrumentos para el estudio de la hidrostática



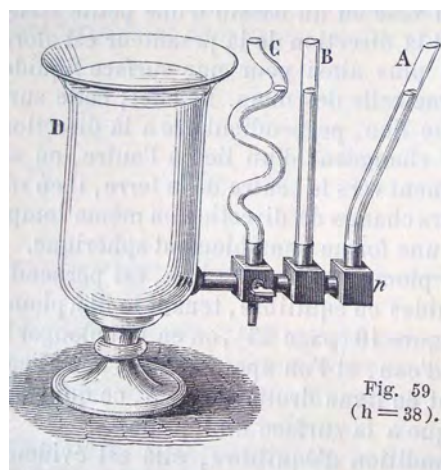
Aparato de Masson para apreciar la presión en el fondo del vaso
Lerebours y Secretan— anexo 7



Aparato de Haldat para apreciar la presión en el fondo del vaso
Lerebours y Secretan— anexos 7 y 9



Areómetro de Nicholson
Langlebert— anexo 7

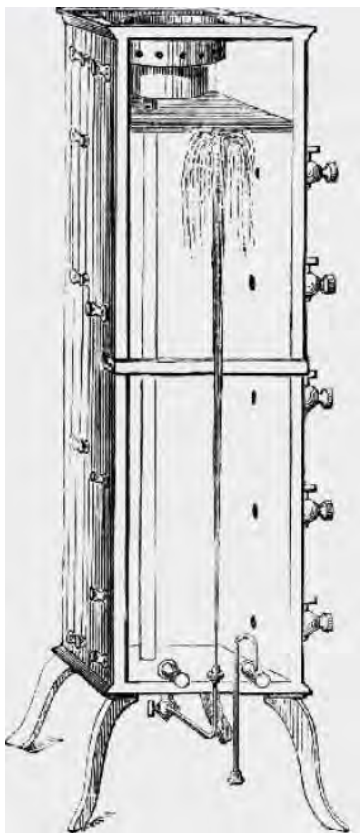


Aparato para el equilibrio de los vasos comunicantes
Lerebours y Secretan— anexos 7 y 9



Alcohómetro de Gay Lussac
Ganot— anexos 7 y 8

Instrumentos para el estudio de la hidrodinámica



Gran aparato de Venturi para estudios hidrodinámicos

Lerebours y Secretan— anexos 7 y 9

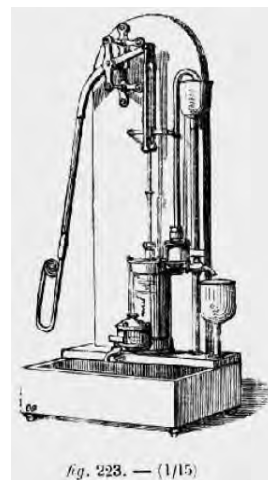
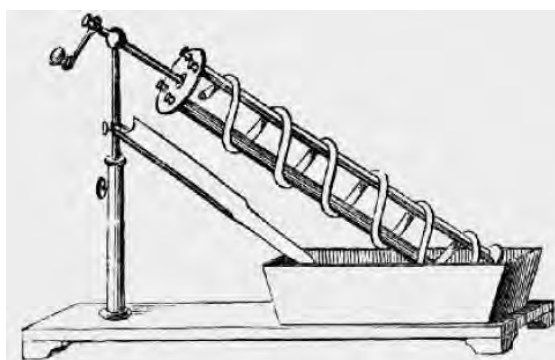


fig. 228. — (1/15)

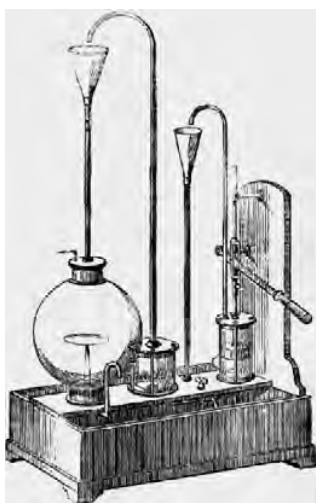
Modelo de bomba aspirante, elevadora, impelente y con depósito de aire

Lerebours y Secretan—anexo 7



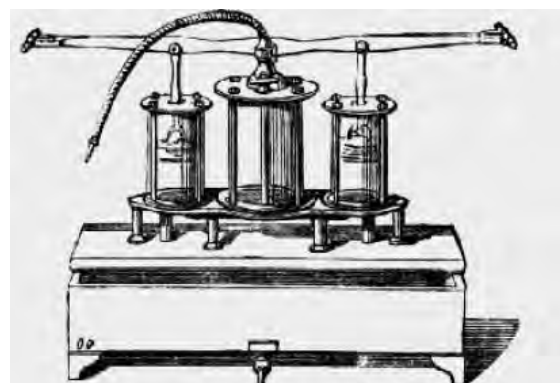
Rosca o tornillo de Arquímedes

Lerebours y Secretan— anexos 7 y 9



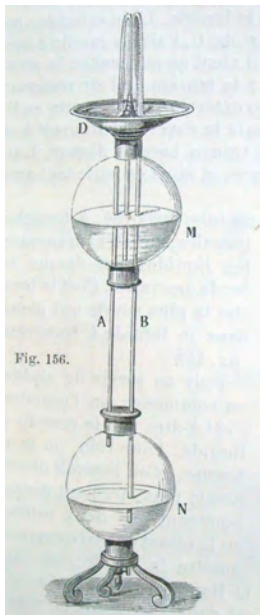
Modelo de bombas completo y con la adición de soplete

Lerebours y Secretan— anexo 8 y 9

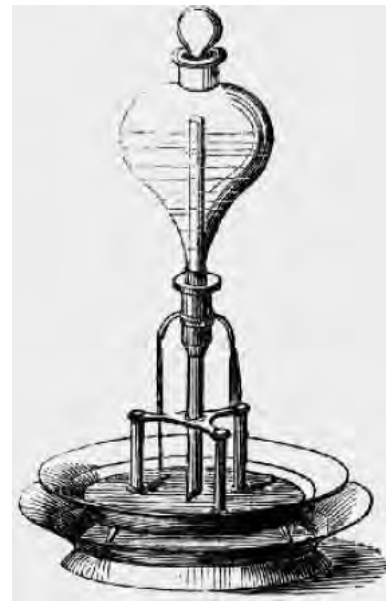


Modelo de bomba de incendio

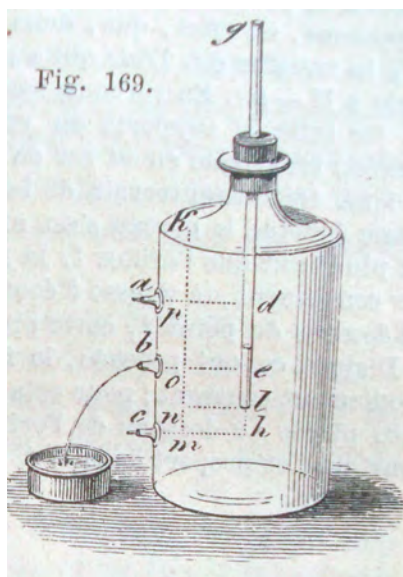
Lerebours y Secretan— anexos 7 y 9



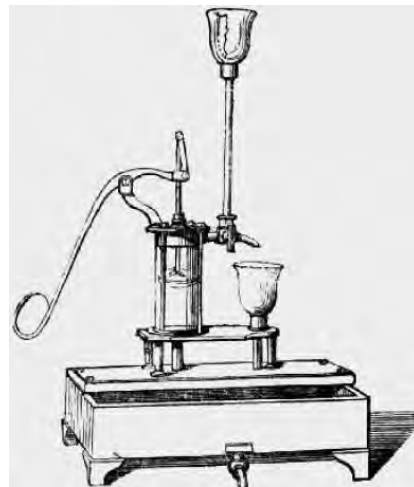
Fuente de Herón
Ganot— anexos 7 y 8



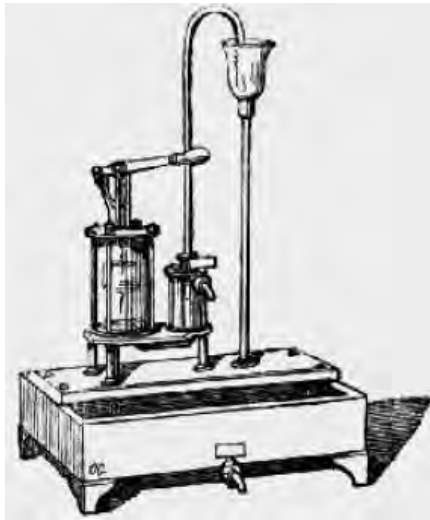
Fuente intermitente
Lerebours y Secretan— anexos 7, 8 y 9



Frasco de Mariotte para el estudio del derrame constante
Ganot—anexo 7

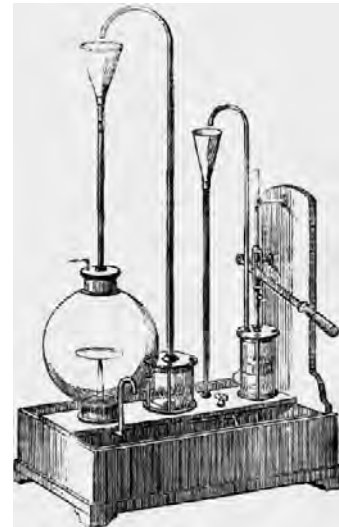


Modelo de bomba aspirante elevadora
Lerebours y Secretan—anexo 9



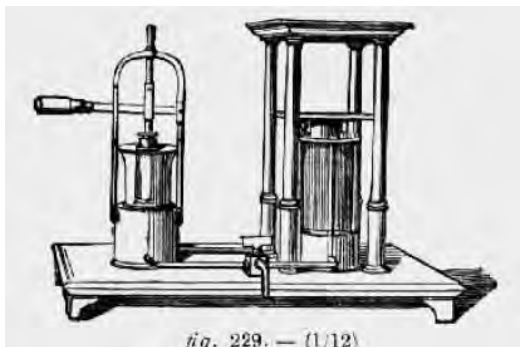
Modelo de bomba aspirante impelente, con depósito de aire

Lerebours y Secretan—anexo 9



Gran modelo de bomba aspirante, elevadora, impelente y con depósito de aire

Lerebours y Secretan—anexo 9



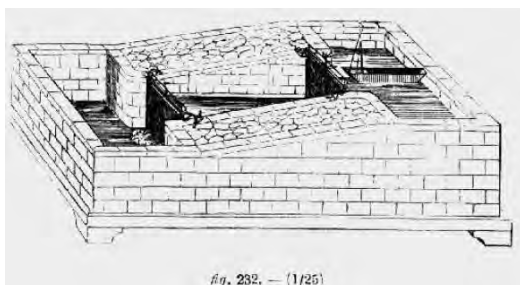
Prensa hidráulica

Lerebours y Secretan—anexo 9



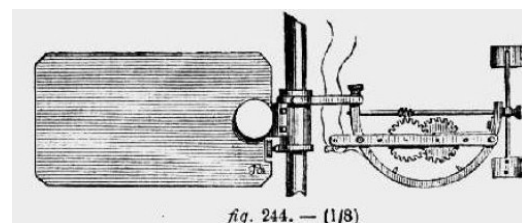
Torniquete hidráulico

Lerebours y Secretan—anexo 9



Modelo de esclusa

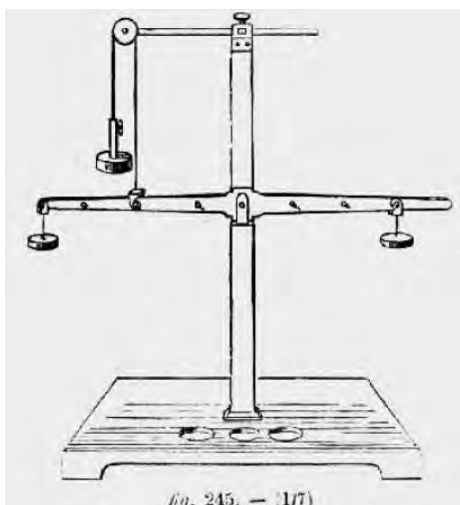
Lerebours y Secretan—anexo 9



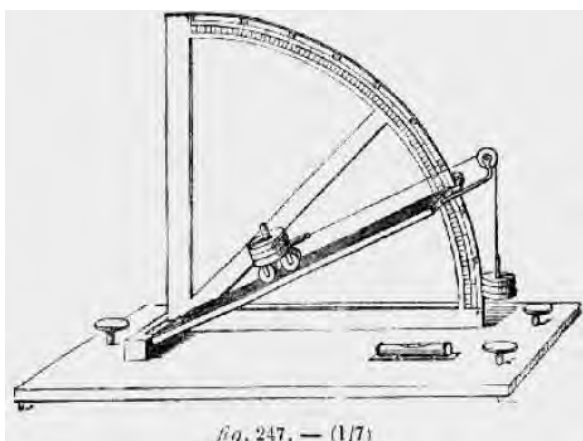
Molinete de Woltmann

Lerebours y Secretan—anexo 9

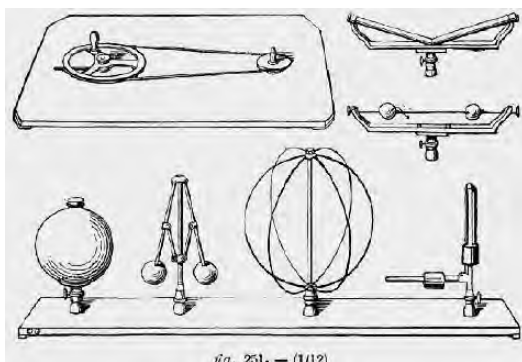
Instrumentos de mecánica



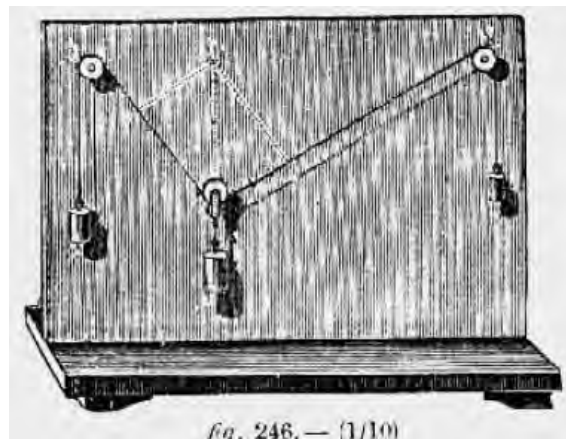
Aparato para las demostraciones de la palanca
Lerebours y Secretan—anexo 9



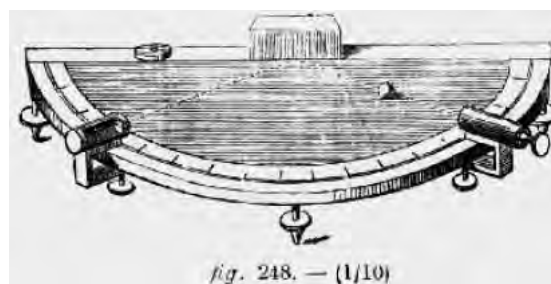
Aparato para demostrar las propiedades del plano inclinado
Lerebours y Secretan—anexo 9



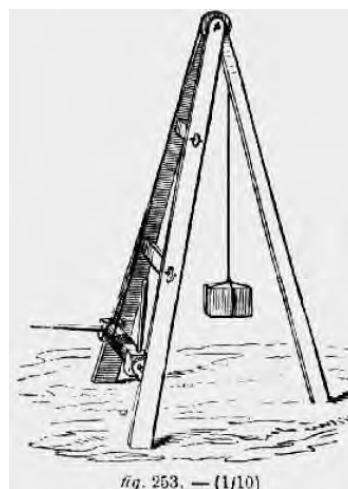
Aparato de fuerza centrífuga, gran modelo
Lerebours y Secretan—anexo 9



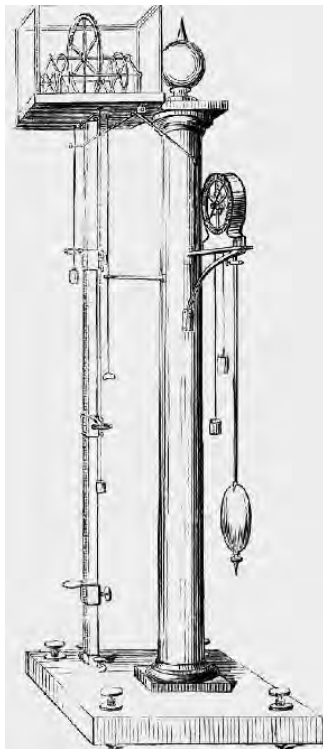
Aparato para la demostración del paralelogramo de las fuerzas
Lerebours y Secretan—anexo 9



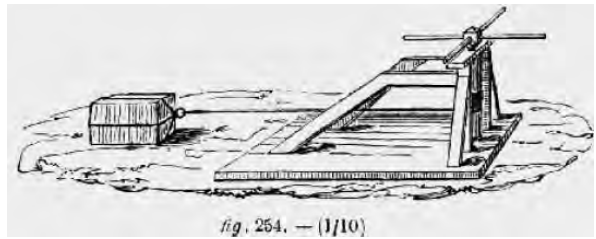
Aparato de plano de mármol para la ley de la reflexión de los sólidos
Lerebours y Secretan—anexo 9



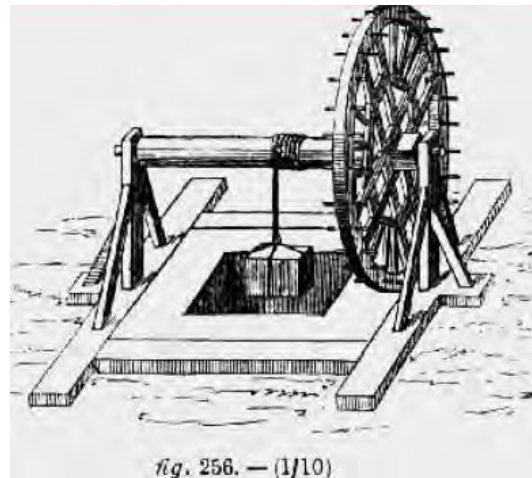
Modelo de cabria
Lerebours y Secretan—anexo 9



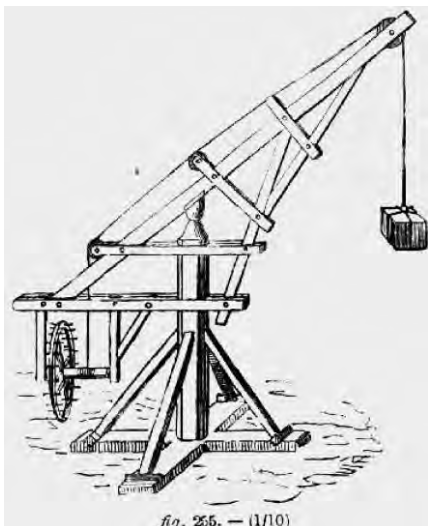
Máquina de Atwood, gran modelo
Lerebours y Secretan—anexos 8 y 9



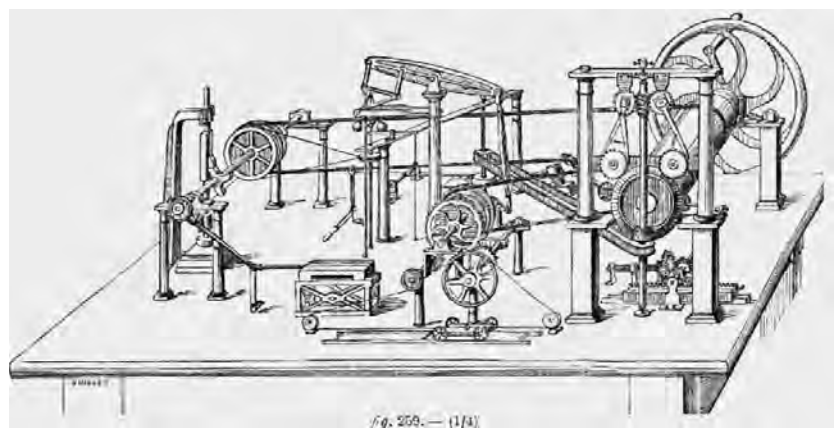
Modelo de cabestrante
Lerebours y Secretan—anexo 9



Modelo de torno
Lerebours y Secretan—anexo 9

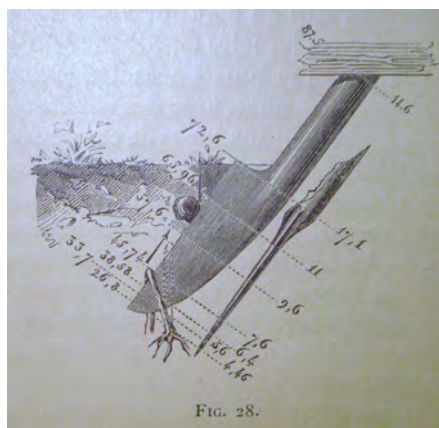


Modelo de grúa
Lerebours y Secretan—anexo 9

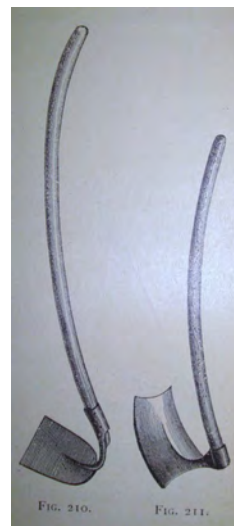


Modelo de todas las transformaciones de movimiento empleadas en mecánica
Lerebours y Secretan—anexo 9

Imágenes del texto de Alfonse Tresca, *Le matériel agricole moderne*



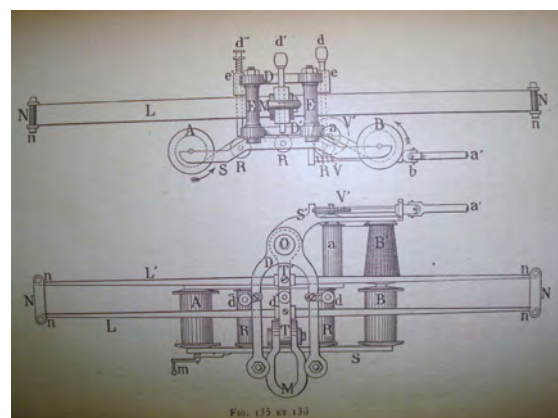
Cuchilla



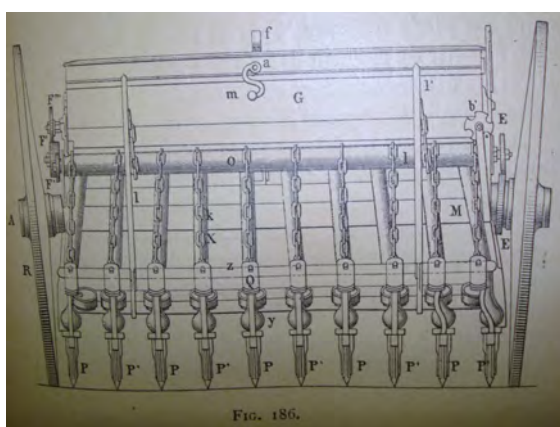
Azadas de brazo



Timón en montajes (accesorios del arado)

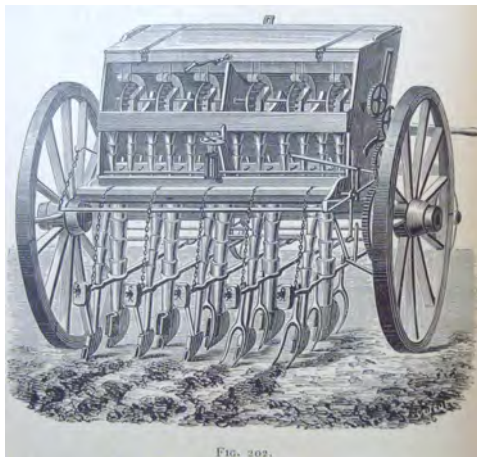


Dinamómetro de tracción de Morin

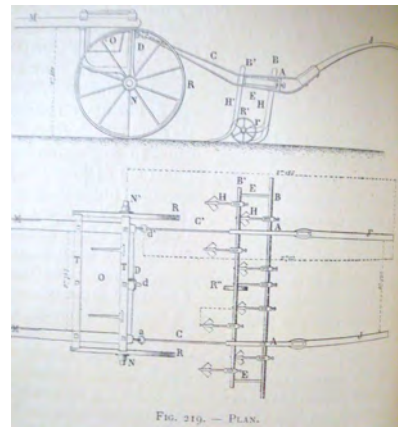


Vista trasera de una sembradora de diez filas

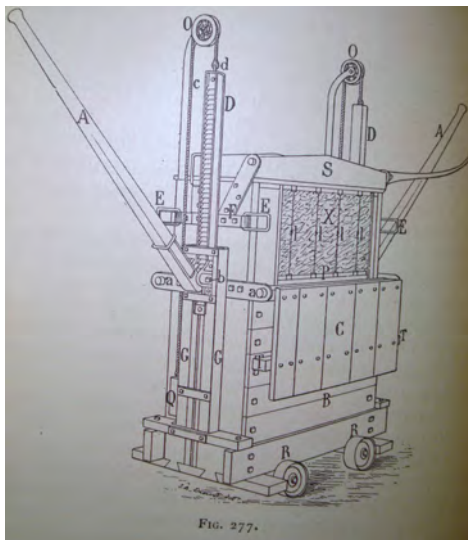
El texto de Tresca fue empleado entre 1897 y 1901 en la cátedra de Mecánica Agrícola e Hidromensura de la carrera de ingeniero agrónomo. Sin embargo, muchos instrumentos y máquinas agrícolas que aparecen en su libro formaban parte del contenido de los cursos de Mecánica Agrícola de 1900 tanto para ingenieros como para mayordomos (anexo 5.1 y 5.2)



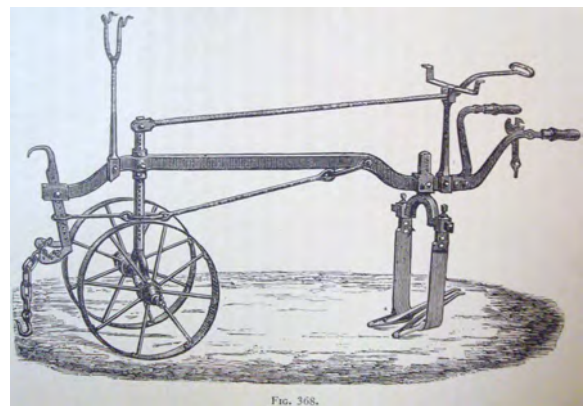
Sembradora de granos y fertilizantes Garrett



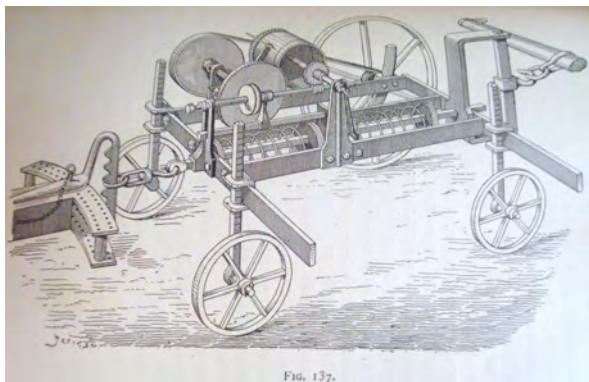
Azadas de caballo de Smyth



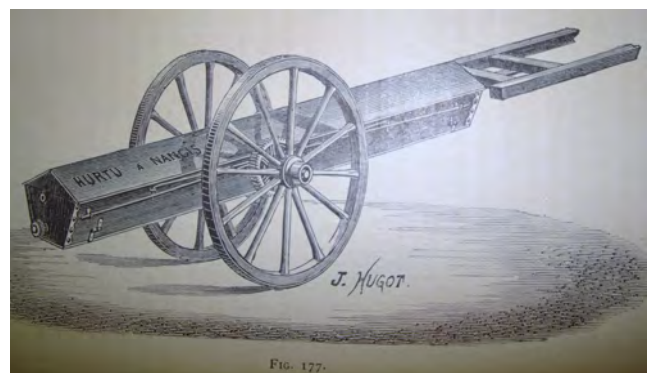
Prensa de forraje portátil de M. Guitton



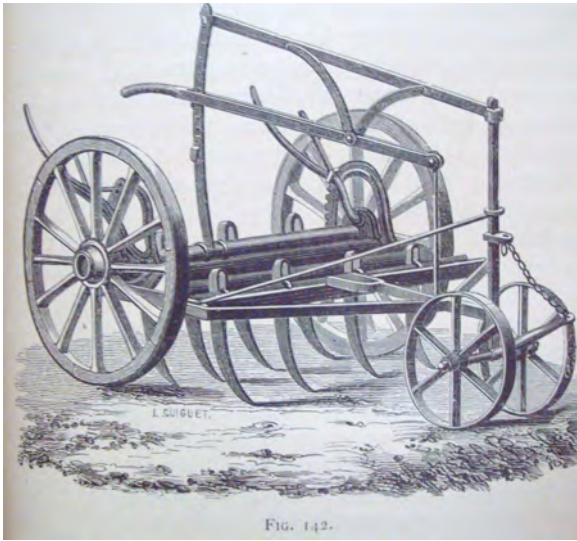
Extractor de remolachas



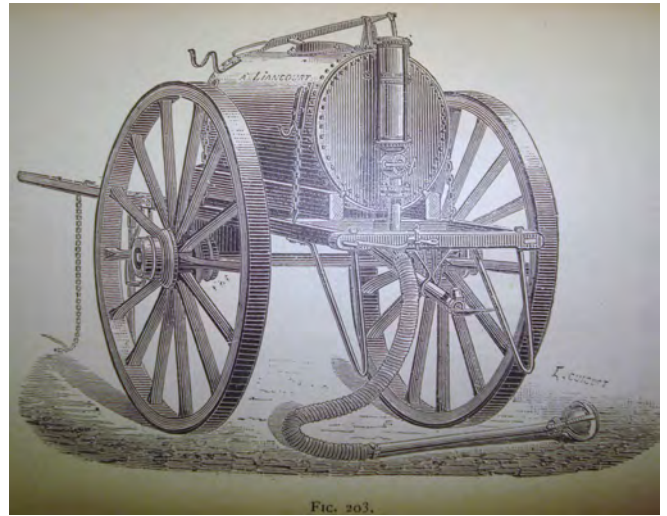
Dinamómetro de rotación



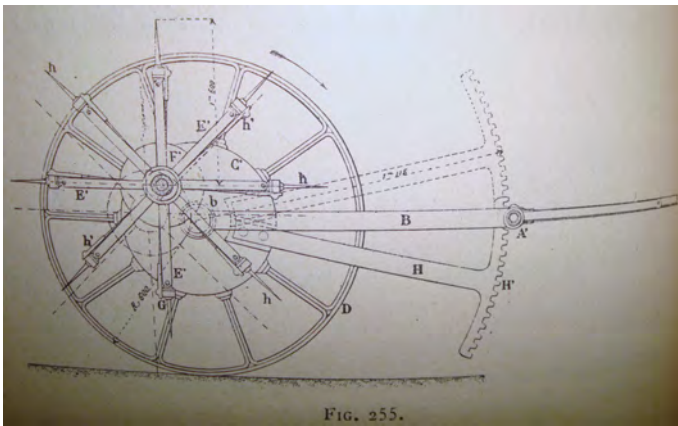
Sembradora a voleo



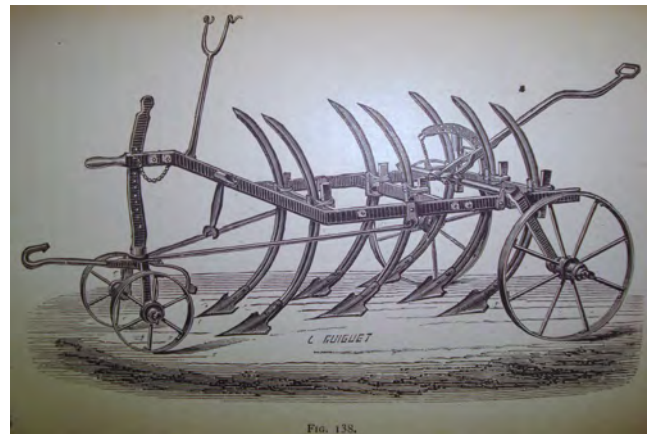
Escanficador de Biddell



Esparcidor de fertilizantes líquidos



Vista lateral de la segadora de Nicholson



Cultivador de Bajac

FUENTES

1) Documentales

- “Sobre profesores en general”, 1857, Archivo Histórico de la Biblioteca Nacional de Antropología e Historia, ramo Escuela Nacional de Agricultura, v.276, exp.32.
- "Plan de estudios. Se pide una noticia circunstanciada del sistema de estudios en el establecimiento", febrero 1861, Archivo Histórico de la Biblioteca Nacional de Antropología e Historia, ramo Escuela Nacional de Agricultura, v.282, exp.5.
- “Servicios y méritos de los profesores prestados a la Escuela Nacional de Agricultura”, 1857, Archivo Histórico de la Biblioteca Nacional de Antropología e Historia, ramo Escuela Nacional de Agricultura, v.276, exp.33.
- “Expedientes sobre clases y profesores”, 1859-1861, Archivo Histórico de la Biblioteca Nacional de Antropología e Historia, ramo Escuela Nacional de Agricultura, vol.282, exp. 6.
- “Materias estudiadas en las clases en el año escolar de 1859”, 1859, Archivo Histórico de la Biblioteca Nacional de Antropología e Historia, ramo Escuela Nacional de Agricultura, vol. 280, exp. 7.
- “Lista de profesores sustitutos”, s/f, Archivo Histórico de la Biblioteca Nacional de Antropología e Historia, ramo Escuela Nacional de Agricultura, v.286, exp.54.
- “Índice de obras”, s/f, vol. 286, exp.55.
- “Factura duplicada de instrumentos y otros objetos encargados para la práctica de los alumnos por conducto del Ministerio de Fomento, a Europa”, 1856, Archivo Histórico de la Biblioteca Nacional de Antropología e Historia, ramo Escuela Nacional de Agricultura, vol.273, exp.12.
- “Lista de obras compradas para la biblioteca de la Escuela de Agricultura”, s/f, Archivo Histórico de la Biblioteca Nacional de Antropología e Historia, ramo Escuela Nacional de Agricultura, vol.286, exp.88.
- “Expedientes sobre instrumentos encargados para las clases”, febrero 1857, Archivo Histórico de la Biblioteca Nacional de Antropología e Historia, ramo Escuela Nacional de Agricultura, vol.276, exp.23.
- “Catálogo de instrumentos para la clase de física experimental de la Escuela Nacional de Agricultura, formado en febrero de 1857 siendo Ministro de Fomento el Exmo. Sr. D. Manuel Siliceo y D. Leopoldo Río de la Loza, director del establecimiento”, 18 de febrero de 1857, Archivo Histórico de la Biblioteca Nacional de Antropología e Historia, ramo Escuela Nacional de Agricultura, vol.276, exp.23.
- “Lista de los Aparatos que necesita la Clase de Mecánica, Escuela Nacional de Agricultura”, 1 de marzo de 1857, Archivo Histórico de la Biblioteca Nacional de Antropología e Historia, ramo Escuela Nacional de Agricultura, vol. 276, exp. 23.
- “Expediente sobre el extrañamiento y acuerdos de la Dirección relativos al aseo y arreglo de las clases de Física y Química”, 2 de diciembre de 1865, Archivo Histórico de la Biblioteca Nacional de Antropología e Historia, ramo Escuela Nacional de Agricultura, vol.286, exp.11.
- "Inventario de la cátedra de física", 31 de agosto de 1856, Archivo Histórico de la Biblioteca Nacional de Antropología e Historia, ramo Escuela Nacional de Agricultura vol. 272, exp. 43.

- “Catálogo de instrumentos de Física para la Escuela Nacional de Agricultura”, 1856, Archivo Histórico de la Biblioteca Nacional de Antropología e Historia, ramo Escuela Nacional de Agricultura, vol.273, exp.14.
- “Instrumentos encargados a Europa”, febrero 26 de 1856, Archivo Histórico de la Biblioteca Nacional de Antropología e Historia, ramo Escuela Nacional de Agricultura, vol.273, exp.14.
- “Factura duplicada de instrumentos y otros objetos encargados para la práctica de los alumnos por conducto del Ministerio de Fomento, A Europa”, 1856, Archivo Histórico de la Biblioteca Nacional de Antropología e Historia, ramo Escuela Nacional de Agricultura, vol.273, exp.12.
- “Programas de estudio y libros de texto de la escuela”, 1900, en Archivo General de la Nación, Administración Pública Federal s. XIX, Instrucción Pública y Bellas Artes, caja 222, exp.11.
- *Memoria sobre el estado de la agricultura é industria de la república en el año de 1845, que la Dirección General de estos ramos presenta al Gobierno Supremo, en el actual, de 1846, en cumplimiento del Art. 26 del decreto orgánico de 2 de diciembre de 1842*, México, José Mariano Lara, 1846, 75 pp.
- “Reglas para la conservación de instrumentos científicos” en *Legislación mexicana o colección completa de las disposiciones legislativas expedidas desde la independencia de la República. Ordenada por los licenciados Manuel Dublán y José María Lozano*, tomo 5, México, Imprenta del Comercio, de E. Dublán y Comp., 1876, p.732-733. (No. de disposición 3466, 31 de julio de 1850). Consulta en línea en: [http://www.scjn.gob.mx/SiteCollectionDocuments/PortalSCJN/RecJur/BibliotecaDigitalSCJN/CDAAC-BIB-O-833-11-07-Disco5/LegislacionMexicanaTomo5/Legislación%20mexicana.%20Tomo%205%20\(36\).pdf](http://www.scjn.gob.mx/SiteCollectionDocuments/PortalSCJN/RecJur/BibliotecaDigitalSCJN/CDAAC-BIB-O-833-11-07-Disco5/LegislacionMexicanaTomo5/Legislación%20mexicana.%20Tomo%205%20(36).pdf) [Fecha de consulta: 22-07-10]
- *Catalogue et prix des instruments d’optique, de physique, de chemie, de mathématiques, d’astronomie et de marine qui se trouvent ou s’exécutent dans les magasins et ateliers de Lerebours et Secretan*, Paris, Tip. Plon Freres, 1853, 244 pp. Consulta en línea en: <http://www.sil.si.edu/digitalcollections/trade-literature/scientific-instruments/pdf/sil14-51737.pdf> [Fecha de consulta: junio 2010]

2) Libros de texto

- Dallet, G., *La prévision du temps et les prédictions météorologiques*, Paris, J. B. Bailliere, 1887, 336 pp. Consulta: Acervo Histórico de la Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Davy, Marié, *Météorologie et physique agricoles*, 3 ed., Paris, Librairie Agricole de la Maison Rustique, 1888, 370 pp. Consulta: Acervo Histórico de la Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Fernández Leal, Manuel, *Hidromensura o medida del agua*, México, Ofic. Tip. de la Secretaría de Fomento, 1884, 69 pp. Consulta: Acervo Histórico de la Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Ganot, Adolphe, *Traité élémentaire de physique expérimentale et appliquée et de météorologie. Suivi d’un recueil de 100 problèmes avec solutions*, Paris, Chez l’auteur, 1880, 976 pp. Consulta: Acervo Histórico de la Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México.

- Langlebert, J., *Manuel de physique*, Paris, Imprimerie et Librairie Classiques, 1874, 464 pp. Consulta: Acervo Histórico de la Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Navarro Soler, Diego, *La atmósfera en sus relaciones con la agricultura y el pronóstico del tiempo*, Valladolid, Maxtor, 2007, 464 pp. [Edición facsimilar de la de 1877]
- Tresca, Alfonse, *Le matériel agricole moderne. Instruments d'extérieur de ferme*, tomo 1, Paris, Librairie de Firmin-Didot et Cie., 1893, 526 pp. Colección: Bibliothèque de l'enseignement agricole. Consulta: Acervo Histórico de la Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México.

3) Hemerografía

- Anónimo, “La veterinaria en Francia” en *La Escuela de Agricultura*, México, 1 de agosto de 1878, p.3.
- Anónimo, “La meteorología en Francia” en *La Escuela de Agricultura*, México, 1 de septiembre de 1878, p.3.
- Anónimo, “Las gallinas en Francia” en *La Escuela de Agricultura*, México, 1 de septiembre de 1878, p.3.
- Anónimo, “Adelantos de la agricultura en el extranjero” en *La Escuela de Agricultura*, México, 1 de noviembre de 1878, p.2-3.
- Anónimo, “La agricultura americana” en *La Escuela de Agricultura*, México, 1 de diciembre de 1878, p.1.
- Anónimo, “La agricultura en Francia en 1878” en *La Escuela de Agricultura*, México, 1 de marzo de 1878, p.1.
- Anónimo, “La agricultura en Bélgica” en *La Escuela de Agricultura*, México, 15 de agosto de 1879, p.31.
- Anónimo, “El trigo y el azúcar en Inglaterra” en *La Escuela de Agricultura*, México, 1 de agosto de 1879, p.87.
- Anónimo, “El hielo” en *La Escuela de Agricultura*, México 1 de septiembre de 1878, p.2.
- Anónimo, “El Rayo” en *La Escuela de Agricultura*, México, 15 de noviembre de 1878, p.2.
- Anónimo, “Relámpagos y truenos” en *La Escuela de Agricultura*, México, 1 de diciembre de 1878, p.2.
- Anónimo, “Relámpagos y truenos” en *La Escuela de Agricultura*, México, 1 de febrero de 1881, p.147.
- Anónimo, “La electricidad y la vegetación. Resultados de las experiencias hechas sobre los efectos de la electricidad atmosférica, en el crecimiento de las plantas.-Nuevo campo de experimentación para los agricultores” en *La Escuela de Agricultura*, México, 15 de mayo de 1880, p.171-172.
- Anónimo, “Meteorología y física vegetal” en *La Escuela de Agricultura*, México, 1 de octubre de 1878, p.1
- Anónimo, “Crónica” en *La Escuela de Agricultura*, México, 15 de agosto de 1880, p. 39.
- Anónimo, “El 70º Aniversario del Sr. Profesor Don Joaquín Varela Salceda”, en *Revista Científica e Industrial*, 1 de junio de 1901, p.98-100.

- González, Jesús, “Conversaciones sobre Física. Por Jesús González, alumno de la Escuela” en *La Escuela de Agricultura*, 20 de junio de 1878, p.2-3.
- -----, “Conversaciones sobre Física. Por Jesús González, alumno de la Escuela” en *La Escuela de Agricultura*, 15 de julio de 1878, p.2.
- -----, “Conversaciones sobre Física. Por Jesús González, alumno de la Escuela” en *La Escuela de Agricultura*, 1 de agosto de 1878, p.1-2.
- -----, “Conversaciones sobre Física. Por Jesús González, alumno de la Escuela” en *La Escuela de Agricultura*, 15 de noviembre de 1878, p.2.
- -----, “Conversaciones sobre Física. Por Jesús González, alumno de la Escuela” en *La Escuela de Agricultura*, 1 de diciembre de 1878, p.3.
- Hinojosa, Gabriel, “Discurso pronunciado por el Sr. Gabriel Hinojosa en la inauguración de la Escuela Regional de Agricultura” en *La Escuela de Agricultura*, 15 abril 1879, p.2-3.
- -----, “Conferencia agrícola dada en Cuernavaca el 24 de Agosto de 1879 por el C. Gabriel Hinojosa, Ingeniero Agrónomo y actual Director de la Escuela Regional establecida en el Estado de Morelos” en *La Escuela de Agricultura*, 15 de septiembre de 1879, p.47-48.
- Porfirio Parra, “Breves nociones sobre metodología” en *Revista de la Instrucción Pública Mexicana*, México 1 de mayo de 1896, p.115-119.
- Ruiz Sandoval, Gustavo “Algunas reflexiones sobre la necesidad de un centro oficial que dé impulso a la agricultura nacional” en *La Escuela de Agricultura*, México, 15 de diciembre de 1880, p.112-113.
- -----, “Algunas reflexiones sobre la necesidad de un centro oficial que dé impulso a la agricultura nacional”, en *La Escuela de Agricultura*, México, 1 de enero de 1881, p.123-124.
- -----, “Algunas reflexiones sobre la necesidad de un centro oficial que dé impulso a la agricultura nacional”, en *La Escuela de Agricultura*, México, 1 de febrero de 1881, p.143.
- Segura, José C., “Segunda Conferencia Agrícola. Influencia de la atmósfera y de los agentes físicos sobre la vegetación” en *La Escuela de Agricultura*, México, 15 de diciembre de 1879, p.94-96.
- Segura, José C. y Manuel Granados, “Informe de los comisionados de la Escuela, sobre la parte agrícola en la segunda exposición industrial de Puebla” en *La Escuela de Agricultura*, México, 15 agosto 1880, p.36-37.
- “Catálogo descriptivo de algunas máquinas agrícolas presentadas en la segunda exposición de Puebla” en *La Escuela de Agricultura*, México, 15 de septiembre de 1880, p.57-59.
- “Catálogo descriptivo de algunas máquinas agrícolas presentadas en la segunda exposición de Puebla” en *La Escuela de Agricultura*, México, 15 de octubre de 1880, p. 71-73.
- “Catálogo descriptivo de algunas máquinas agrícolas presentadas en la segunda exposición de Puebla” en *La Escuela de Agricultura*, México, 1 de noviembre de 1880, p.81-83.
- “Catálogo descriptivo de algunas máquinas agrícolas presentadas en la segunda exposición de Puebla” en *La Escuela de Agricultura*, México, 15 de noviembre de 1880, p. 91-93.
- “Catálogo descriptivo de algunas máquinas agrícolas presentadas en la segunda exposición de Puebla” en *La Escuela de Agricultura*, México, 1 de diciembre de 1880, p. 101.
- “Informe de la Escuela Nacional de Agricultura” en *Revista de la Instrucción Pública Mexicana*, México, 1 de julio de 1900, p.265-275.

- “Escuela Nacional de Agricultura y Veterinaria. Memoria escolar anual de la estadística y las mejoras materiales habidas en la Escuela en el presente año de 1900” en *Revista de la Instrucción Pública Mexicana*, México, 15 de julio de 1901, p.547-552.
- "Libros de Texto para las Escuelas Nacionales Superiores" en *Revista de la Instrucción Pública Mexicana*, México, 15 de enero de 1897, p.644-646.
- "Libros de Texto para las Escuelas Nacionales Superiores" en *Revista de la Instrucción Pública Mexicana*, México, 15 de febrero de 1898, p.697-698.
- "Libros de Texto para las Escuelas Nacionales Superiores" en *Revista de la Instrucción Pública Mexicana*, México, 15 de junio 1899, p.449-450.
- "Libros de Texto para las Escuelas Nacionales Superiores" en *Revista de la Instrucción Pública Mexicana*, México, 15 de febrero de 1901, p.553.
- “Reorganización de la Escuela de Agricultura” en *Revista de la Instrucción Pública Mexicana*, México, 15 de agosto de 1896, p.326-330.
- “Reorganización de la Escuela de Agricultura” en *Revista de la Instrucción Pública Mexicana*, México, 1 de septiembre de 1896, p. 356-358.
- “Reglamento económico de la Escuela Nacional de Agricultura y Veterinaria” en *Revista de la Instrucción Pública Mexicana*, México, 1 de enero de 1899, p. 417-442.
- “Programas para la Escuela Nacional de Agricultura” en *Revista de la instrucción pública mexicana*, México, 1 de diciembre de 1899, p.722-733.

4) Fuentes secundarias

4.1 Libros

- Alvarado, María de Lourdes, “El claustro de la universidad ante las reformas educativas de 1833” en Enrique González y González y Leticia Pérez Puente [coords.], *Permanencia y cambio I. Universidades hispánicas 1551-2001*, México, Centro de Estudios Sobre la Universidad, Universidad Nacional Autónoma de México, 2005, p.277-291.
- -----, “Las escuelas nacionales durante el siglo XIX” en *Maravillas y curiosidades. Mundos inéditos de la Universidad*, México, Antiguo Colegio de San Ildefonso, 2002, p.207-225.
- Arrieta Alarcón, Bernardo, “La enseñanza agrícola para los campesinos de México” en *Problemas de la enseñanza agrícola*, México, Liga de Agrónomos Socialistas, Editorial Ramírez Alonso, 1936, p.29-35.
- Barreiro, Adolfo, *Reseña histórica de la enseñanza agrícola y veterinaria en México*, México, Tipografía El Libro del Comercio, 1906, 105 pp.
- Brenni, Paolo, “Physics Instruments in the Twentieth Century” , en John Krige y Dominique Pestre [ed.] , *Science in the Twentieth Century*, Amsterdam, Harwood Academic Publishers, 1997, p. 741-757.
- Bud, Robert y Deborah Jean Warner [eds.], *Instruments of Science: An Historical Encyclopedia*, New York , Science Museum, London, National Museum of American History, Smithsonian Institution, 1998, 709 pp.
- Covarrubias, José Enrique, *En busca del hombre útil. Un estudio comparativo del utilitarismo neomercantilista en México y Europa, 1748-1833*, México, Instituto de Investigaciones Históricas, UNAM, 2005, 469 pp.

- Escobar, Rómulo, *La instrucción agrícola en México*, México, Imp. y fototipia de la Secretaría de Fomento, 1909, 133 pp. (Estación Agrícola Central, boletín num. 18)
- Flores Clair, Eduardo, *Minería, educación y sociedad. El Colegio de Minería, 1774-1821*, México, Instituto Nacional de Antropología e Historia e Historia, 2000, 239 pp. (Colecciones Científicas, 419).
- Galison, Peter, *Image and Logic: A Material Culture of Microphysics*, Chicago, University of Chicago, 1997, 955 pp.
- Gómez, Marte R., *Episodios de la vida de la Escuela Nacional de Agricultura*, Chapingo, México, Colegio de Postgraduados, 1976, 316 pp.
- Güereña, Juan José, “Sobre el fomento de la industria, de la agricultura y de la ganadería”, en *México en las Cortes de Cádiz. Documentos*, México, Empresas Editoriales, 1949, p.215-223. [1812]
- Hale, Charles A., *El liberalismo mexicano en la época de Mora*, México, Siglo XXI, 2005, 347 pp.
- Hann, John H., “Intervención de los Diputados mexicanos en las Cortes españolas en la proposición y promulgación de reformas económicas aplicables a México”, en Nettie Lee Benson [intro.], *México y las Cortes españolas, 1810-1822. Ocho ensayos*, México, Instituto de Investigaciones Legislativas, Cámara de diputados-LII Legislatura, 1985, p.165-198.
- Khrgian, A. Kh., *Meteorology: A Historical Survey*, Jerusalén, Israel Program for Scientific Translations, 1970, 392 pp.
- Luelmo, Julio, *Breve historia de la agricultura en Europa y en América*, México, Atlante, 1958, 126 pp.
- Maroto Borrego, José Vicente, *Historia de la agronomía. Una visión de la evolución histórica de las ciencias y técnicas agrarias*, Madrid, Mundi-Prensa, 1998, 383 pp.
- Mesa A., Manuel “Historia y finalidad de la Escuela Nacional de Agricultura” en *Problemas de la enseñanza agrícola*, México, Liga de Agrónomos Socialistas, Editorial Ramírez Alonso, 1936, p.3-13.
- Moreno Corral, Marco Arturo, “El Observatorio Astronómico Central. Datos para su historia” en María de la Paz Ramos Lara y Marco Arturo Moreno Corral [coords.], *La astronomía en México en el siglo XIX*, México, Universidad Nacional Autónoma de México-Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, 2010, p.149-168.
- Moreno García, Heriberto [prol.], *En favor del campo. Gaspar de Jovellanos, Manuel Abad y Queipo, Antonio de San Miguel y otros*, México, Secretaría de Educación Pública, 1986, 270 pp. (Cien de México).
- -----, “El humanismo ilustrado y el agro novohispano” en Carlos Herrejón Peredo [ed.], *Humanismo y ciencia en la formación de México*, México, El Colegio de Michoacán, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, 1984, p.237-267.
- Núñez, Miguel y Juan José Saldaña, “Física para ciudadanos: enseñanza y divulgación de la física en la Escuela Nacional Preparatoria en el último tercio del siglo XIX”, *La Casa de Salomón en México. Estudios sobre la institucionalización de la docencia y la investigación científicas*, México, Universidad Nacional Autónoma de México, 2005, p.105-133.

- Núñez, Miguel, *La enseñanza de la Física y las Matemáticas en la Escuela Nacional Preparatoria: los primeros años (1868-1896)*, Guanajuato, Universidad Autónoma de Guanajuato, Centro de Investigaciones en Ciencias Sociales, 2004, 236 pp.
- Ortiz de Ayala, Simón Tadeo, *Resumen de la estadística del Imperio Mexicano dedicado a la memoria del Sr. D. Agustín I., Emperador de México*, México, Universidad Nacional Autónoma de México, Biblioteca Nacional, 1968, 105 pp. [1822]
- Palacios Rangel, María Isabel, *Los directores de la Escuela Nacional de Agricultura. Semblanzas de su vida institucional*, México, Universidad Autónoma Chapingo, 1999, 183 pp.
- Ramos Lara, María de la Paz, “El Colegio de Minería, la Escuela Nacional de Ingenieros y su proyección en otras instituciones educativas de la Ciudad de México (siglo xix)” en María de la Paz Ramos Lara, [coord.] *Formación de ingenieros en el México del siglo XIX*, México, Universidad Nacional Autónoma de México, 2007, p.21-45
- Río de la Loza, Leopoldo, “La agricultura y la veterinaria en la nación mexicana” en Manuel González Ramírez [prol.], *Antología de la Escuela Nacional Preparatoria en el centenario de su fundación*, México, Costa-Amic, 1967, p.179-202.
- Rodríguez Benítez, Leonel, “Ciencia y Estado en México: 1824-1829”, en Juan José Saldaña [ed.], *Los orígenes de la ciencia nacional*, México, Instituto Ibero-Americano de Estudios sobre la Ciencia y la Tecnología, 1992, p.141-186.
- Schlereth, Thomas J., “Material Culture and Cultural Research” en Schlereth [ed.], *Material Culture: A Research Guide*, Lawrence, Kansas, University Press of Kansas, c1985, p.1-34.
- Semo, Enrique, “Introducción” en Enrique Semo [coord.], *Siete ensayos sobre la hacienda mexicana*, México, Instituto Nacional de Antropología e Historia, 1977, p.9-18.
- -----, “Hacendados, campesinos y rancheros”, en Enrique Semo [coord.], *Historia de la cuestión agraria en México. El siglo de la hacienda, 1800-1900*, tomo I, México, Siglo XXI 1988, p.86-164.
- Staples, Anne, *Recuento de una batalla inconclusa: la educación mexicana de Iturbide a Juárez*, México, El Colegio de México, 2005, p.472 pp.
- Talavera, Abraham, *Liberalismo y educación. La Reforma y la intervención*, tomo II, México, Secretaría de Educación Pública, 1973, 257 pp. (Sepsetentas, 104).
- Tortolero Villaseñor, Alejandro, *De la coa a la máquina de vapor. Actividad agrícola e innovación tecnológica en las haciendas mexicanas: 1880-1914*, México, Siglo XXI, 412 pp.
- Turner, Gerard L’Estrange, *Nineteenth-Century Scientific Instruments*, Berkeley, University of California, 1983, 320 pp.
- -----, “Scientific Instruments” en Pietro Corsi y Paul Weindling, *Information Sources in the History of Science and Medicine*, London, Butterworth, 1983, p.243-257
- Urbán Martínez, Guadalupe, “La creación de la carrera de ingeniero agrónomo en México” en María de la Paz Ramos Lara [coord.], *Formación de ingenieros en el México del siglo XIX*, México, Universidad Nacional Autónoma de México, 2007, p.47-73.
- Vega y Ortega Báez, Rodrigo y Ana Eugenia Smith, “Nuevos lectores de historia natural. Las revistas literarias de México en la década de 1840”, en Celina Lértora [coord.], *Geografía e Historia Natural: Hacia una historia comparada. Estudio desde Argentina, México, Costa Rica y Paraguay*, Buenos Aires, Ediciones FEPAL, 2010, vol.3, p.63-102.

4.2 Artículos

- Bazant, Mílada, “La enseñanza agrícola en México: prioridad gubernamental e indiferencia social, 1853-1910” en *Historia Mexicana*, El Colegio de México, vol.32, no.3, enero-marzo 1983, p.349-388.
- Bertomeu Sánchez, José R. y Antonio García Belmar, “Abriendo las cajas negras. Los instrumentos científicos de la Universidad de València”, 26 pp. <<http://www.uv.es/=bertomeu/material/museo/instru/index.htm>> [Consulta: junio 2010].
- Gooday, Graeme, “Precision Measurement and the Genesis of Physics Teaching Laboratories in Victorian Britain” en *British Journal for the History of Science*, 23, 1990, p.25-51.
- Herrera Feria, María de Lourdes, “El gabinete de Física de la Escuela de Artes y Oficios de Puebla” en *Elementos*, 48, 2002-2003, p.25-31.
- Ramos Lara, María de la Paz, “La enseñanza de la física en México en el siglo XVIII. El proceso de institucionalización” en *Revista Mexicana de Física*, abril 1999, 45/2, p. 193-203.
- -----, “De la física de carácter ingenieril a la creación de la primera profesión de física en México” en *Revista Mexicana de Física*, diciembre 2005, 51/2, p.137-164.
- Simón Castel, Josep, “Los instrumentos científicos del IES ‘Luis Vives’: primeros resultados de un catálogo de la cultura material de la ciencia”, publicado en *Actas del VIII Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y las Técnicas*, vol.1, Universidad de la Rioja, 2004, p. 245-258. [Fecha del congreso: 16-20 septiembre 2002].
- Staples, Anne, “Gabinetes de física y química en el siglo XIX”, *Revista Diálogos*, El Colegio de México, no.106, julio-agosto 1982, p.50-59.
- Van Helden, Albert y Thomas L. Hankins, “Introduction: Instruments in the History of Science” en *Osiris*, vol. 9, enero 1994, p.1-6
- Warner, Deborah Jean, “What is a Scientific Instrument, When Did it Become One, and Why?” en *British Journal for the History of Science*, 23/76, 1990, p.83-93.

4.3 Tesis

- Ramos Lara, María de la Paz, “Historia de la física en México en el siglo XIX: los casos del Colegio de Minería y la Escuela Nacional de Ingenieros”, tesis de doctorado en Historia, Facultad de Filosofía y Letras-Universidad Nacional Autónoma de México, México, 1996, 268 pp.
- Ríos Vargas, Roberto, “La enseñanza de la física en la Escuela Nacional de Medicina en el siglo XIX”, tesis de licenciatura en Física, Universidad Nacional Autónoma de México -Facultad de Ciencias, 2003, 46 pp.
- Urbán Martínez, Guadalupe, “Fertilizantes químicos en México (1843-1914)”, tesis de maestría en Historia, Facultad de Filosofía y Letras- Universidad Nacional Autónoma de México, 2005, 228 pp.
- Uresty Vargas, Daniela Azucena, “El surgimiento de la Escuela Secundaria en México. Legado de la Escuela Nacional Preparatoria en la enseñanza de las ciencias”, tesis de licenciatura en Pedagogía, Facultad de Filosofía y Letras- Universidad Nacional Autónoma de México, 2010, 159 pp.