

ENSEÑANZA DE LA FÍSICA EN LA ESCUELA NACIONAL DE AGRICULTURA Y VETERINARIA (SIGLO XIX)

PAULINA DESCHAMPS RAMÍREZ / MARÍA DE LA PAZ RAMOS LARA

Resumen:

En México, en el siglo XIX, la instrucción agrícola estuvo inmersa dentro de un esquema positivista donde la base científica era fundamental para el fomento de la agricultura. Los cursos de física destacaron entre los más relevantes en la formación de los agrónomos pero no en los veterinarios. Esto fue debido al alto grado de mecanización industrial que había alcanzado ese sector y que propició la apertura de una escuela especializada en mecánica agrícola. Por primera vez en la historia de la educación superior en México se presenta un estudio que explica cómo desde el aula fue cambiando la capacitación de los agrónomos en el campo de la física para que, al aplicar sus conocimientos, contribuyeran a la modernización de ese sector.

Abstract:

In 19th-century Mexico, agricultural instruction was immersed in a positivist system in which a scientific basis was fundamental for developing agriculture. Physics courses were among the most relevant in the education of agronomists, but not veterinarians. The difference was due to the high degree of industrial mechanization attained in agriculture, and its importance in favoring the creation of a specialized school in agricultural mechanics. For the first time in the history of higher education in Mexico, a study is presented to explain the classroom's influence in changing the education of agronomists in the field of physics, in order for them to apply their knowledge and contribute to the sector's modernization.

Palabras clave: historia de la ciencia, educación superior, enseñanza de la física, educación agrícola, México.

Keywords: history of science, higher education, physics teaching, agricultural education, Mexico.

Paulina Deschamps Ramírez es estudiante de posgrado de la Universidad de Oxford, Reino Unido. CE: paulina.deschamps@hotmail.com

María de la Paz Ramos Lara es investigadora del Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades de la UNAM. Torre II de Humanidades 4º piso, Circuito Interior, Ciudad Universitaria, delegación Coyoacán, 04360, México, DF. CE: ramoslm@unam.mx

Introducción

El movimiento de Ilustración que tuvo lugar en la Nueva España en el siglo XVIII suscitó en los novohispanos la idea de crear una institución que brindara instrucción al personal dedicado a promover el sector agrícola. El proyecto se materializó a mediados del siglo XIX, al crearse la Escuela Nacional de Agricultura y Veterinaria (ENAV), dentro de un ambiente positivista que consideraba a la instrucción científica la base y el camino para alcanzar el progreso de la nación. El interés de este trabajo se centra en la enseñanza de la física, pues fue una de las disciplinas científicas de mayor importancia en la formación de los agrónomos (a diferencia de los veterinarios), explicable a la luz de que fue una rama de la ciencia que mayores avances experimentó durante el siglo XIX y sus aplicaciones transformaron la forma de vida de las sociedades modernas.

En los países industrializados, a mediados del siglo XIX, la utilidad de la física en el sector industrial radicó principalmente en las aplicaciones de la mecánica, pero a fines del siglo XIX, la termodinámica y la electricidad se sumaron y se integraron de tal manera que transformaron los modos de producción en casi todos los sectores, entre ellos, el agrícola. La llegada a México de una amplia variedad de máquinas, aparatos e instrumentos exigió la modernización de los estudios agrícolas (bajo una acentuada influencia francesa), que incluyó, entre otros aspectos, la actualización de los cursos de física, la adquisición de libros de texto de circulación internacional, la redacción de libros que se centraran en el contexto agrícola mexicano, la modernización del laboratorio y la adquisición de prototipos de máquinas a escala.

Dado que la mecanización industrial no fue un aspecto que repercutió en el campo laboral de los veterinarios durante el siglo XIX (en las dimensiones alcanzadas por los agrónomos), en su plan de estudios desaparecieron los cursos de física. De esta manera, los conocimientos básicos que debían manejar sobre este campo, especialmente aquellos relacionados con los instrumentos científicos (como termómetros) que llegaban a utilizar, los obtuvieron de la Escuela Nacional Preparatoria (ENP). Esto fue lo mismo que ocurrió en la Escuela Nacional de Medicina que durante muchos años contó con un curso de física médica, el cual se dejó de impartir una vez creada la ENP.

Este artículo es el resultado de una investigación documental rigurosa y detallada que condujo a la consulta de varios archivos para localizar los

diversos planes de estudios que tuvo la ENAV durante el siglo XIX; la literatura ha favorecido el rescate de los estudios de agricultura pero no los de veterinaria, de ahí que estos últimos no se conozcan en su totalidad.¹

Inicios de la Escuela Nacional de Agricultura y Veterinaria

En el siglo XIX, en diversas partes del mundo, la agricultura experimentó transformaciones profundas con las aplicaciones de diversos campos de la ciencia, entre los que se encontraban la física y la química, que incidió especialmente en la preparación de abonos químicos beneficiando el proceso de crecimiento de las plantas; mientras que la física, a través de las aplicaciones de la mecánica, favoreció la actividad productiva, gracias al diseño y fabricación de una amplia gama de maquinaria agrícola. Asimismo, la utilización de los conocimientos de hidráulica propició un manejo óptimo del suelo, ya fuera introduciendo tubos para drenar terrenos anegados, o bien, implementando técnicas de regadío (Maroto, 1998:259).

Los cambios que se produjeron en la agricultura, gracias a la introducción de la ciencia, fueron más allá del ámbito productivo y del económico, pues repercutieron en el social, en el político y en el cultural. Se empezaron a crear instituciones científicas dedicadas a la investigación, una amplia diversidad de sociedades del gremio agrícola, publicaciones especializadas y también surgieron las primeras instituciones de educación superior. Las primeras de ellas tuvieron lugar en Alemania, en los primeros años del siglo XIX y después en Francia (Luelmo, 1975:326-328).

En México, la primera escuela de agricultura se fundó en 1853. Años atrás se habían presentado algunos proyectos que por diversas circunstancias resultaron infructuosos (Urbán, 2007:43-45). Un acontecimiento crucial que no sólo materializó este proyecto educativo, sino que fungió como el soporte que le permitió sobrevivir a las etapas más críticas y devastadoras que sufrió el país en esos años, fue la creación, el 17 de agosto de 1853, del Ministerio de Fomento, Colonización, Industria y Comercio.

En esa misma fecha, se expidió el decreto que establecía una Escuela de Veterinaria agregada a la de Agricultura que ya existía en el Colegio Nacional de San Gregorio. Ambas escuelas, establecidas en el convento de San Jacinto (Tacuba), adquirieron el nombre de Colegio Nacional de Agricultura y fue hasta 1856 que recibió la denominación de Escuela Nacional de Agricultura y Veterinaria (ENAV), la cual continuaría hasta su clausura temporal en 1914. Después se separaron los estudios de medicina

veterinaria de los de agricultura (Gómez, 1976:43, 61-63) y en 1916 surgió la Escuela Nacional de Veterinaria (Cervantes, López y Román, 2009:22).

En la creación y desarrollo de la ENAV (primordialmente en las primeras décadas) influyeron de manera decisiva los ingenieros egresados del Colegio de Minería, después Escuela Nacional de Ingenieros, la más importante del país en el siglo XIX. Ellos fueron quienes, a diferencia de los primeros proyectos, diseñaron una escuela de agricultura dependiente del sector gubernamental, en cuyo eje central se encontraba la instrucción científica; ocuparon varias cátedras y la dirección de la escuela en distintas ocasiones, donde tomaron decisiones sobre su organización y estructura. Una fue la sustitución (como se verá más adelante) de la carrera de agricultor por la de ingeniero agrónomo, la de mayor relevancia a fines del siglo XIX (Ramos, 2007:21-45).

La idea de fundar una institución de educación superior en agricultura, con un sólido cuadro de materias básicas en ciencias, fue promovida por el egresado del Colegio de Minería y destacado político Lucas Alamán (1792-1853), quien pensó en el célebre jurista y naturalista michoacano Melchor Ocampo (1814-1861) como primer director. En lo que se refiere a la importancia de las ciencias en una escuela de agricultura, Alamán llegó a afirmar:² “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 rutinarias, que sería imposible esperar grandes adelantos, sin la instrucción científica y fundamental”.

El primer plan de estudios de la ENAV fue elaborado por Joaquín Velázquez de León (1803-1882) y su sobrino Miguel Velázquez de León, ambos exalumnos del Colegio de Minería. En esos momentos, el primero encabezaba el Ministerio de Fomento (Río de la Loza, 1967:187) y como ambos eran egresados del Colegio, probablemente se basaron en la estructura científica de esa institución para diseñar su propuesta. Las carreras que consideraron fueron: agricultura teórico-práctica, con duración de siete años y la de veterinaria con duración de cuatro años, ambas con tres años más de los estudios preparatorios (también denominados secundarios),³ los que por disposición oficial se habían tornado obligatorios para las instituciones de educación superior.

El plan de estudios de 1853 consideraba tres años de instrucción secundaria obligatorios para veterinarios y agricultores, donde recibían instrucción

de temas generales, algunos de ellos científicos, como las matemáticas, la geografía, la física y la botánica. En el plan de estudios de la carrera de veterinaria no se consideraron cursos de física, sus materias estaban más cercanas a la medicina y veterinaria, como química, zoología, anatomía, fisiología, higiene hipiátrica, patología interna y externa hipiátricas, clínica interna y externa hipiátricas, práctica anatómica y patológica hipiátrica, operaciones y terapéutica. Asimismo se consideró el aprendizaje de economía rural, práctica de herrajes, dibujo anatómico, dos idiomas (inglés y alemán) y ejercicios físicos (natación y equitación).⁴

La carrera más sólida y completa era la de agricultura teórico-práctica; en sus siete años de estudios se consideraron varios cursos de ciencias básicas, como las matemáticas (geometría descriptiva y analítica, trigonometría plana y esférica), la física experimental, la mecánica racional e industrial, la química (general, con aplicaciones a la agricultura y manipulaciones químicas), botánica, zoología, orictognosia y geología. También incluía materias propias de la agricultura y de la veterinaria, como veterinaria elemental (incluyendo prácticas), agricultura teórico-práctica (en una hacienda designada por la escuela), práctica con instrumentos de agricultura, contabilidad agrícola, agrimensura (con prácticas incluidas), arquitectura rural y dibujo (lineal, arquitectónico, de máquinas y planos topográficos). Suponía, además, la enseñanza de tres idiomas (inglés, francés y alemán) y actividades físicas (ejercicios gimnásticos, equitación y manejo de armas).⁵

La organización de la escuela fue cambiando con el tiempo. Una de las primeras modificaciones (en 1856) proponía la fragmentación de los estudios agrícolas de siete años, en tres especialidades diferidas, tal cual sucedía en el Colegio de Minería (Ramos, 1996:183-184). Si los estudiantes terminaban los tres primeros años del plan de estudios, entonces se obtenía el grado de mayordomo inteligente. Si concluían los cinco primeros, aspiraban a administrador o agricultor teórico-práctico. Finalmente terminaban como profesores de agricultura o agrónomo, si cumplían con los siete años establecidos (Gómez, 1976:49). Los estudios de veterinaria constaban del primer año de estudios preparatorios de los agricultores y debían asistir a los cursos de veterinaria y de operaciones y práctica de herrajes.⁶

Esta estructura educativa, de incluir unas especialidades o carreras en otras, era algo común en el Colegio de Minería. Por ejemplo, en 1843, el agrimensor obtenía su grado después de llevar tres años de estudios preparatorios y uno de la especialidad. Alguien que terminaba esta carrera y

estudiaba un quinto año era ensayador; terminado este grado podía aspirar a apartador de oro y plata. El ensayador que estudiara dos años de prácticas obtenía el grado de beneficiador de metales y el que cubriera cuatro años de la especialidad de minas obtenía el grado más alto que era el de ingeniero de minas (con un total de 9 años de estudios).⁷

El Colegio de Minería fue cambiando sus planes de estudios a lo largo del siglo XIX y las carreras se modificaron, se eliminaron las compatibles y se crearon otras que se distinguían por su diversidad. Así, a fines del siglo XIX, se contaban con las ingenierías de minas y metalurgista, industrial, civil, geógrafo, topógrafo e hidrógrafo, electricista, y ensayador y apartador de metales (Ramos, 2001:188-195). Esta amplitud en el campo de las especialidades no sucedió con la Escuela de Agricultura, pues todo giraba alrededor del agrónomo y, en menor medida, del médico veterinario, como se puede observar en el cuadro 1.

CUADRO 1

Carreras de la Escuela Nacional de Agricultura en el siglo XIX⁸

1853	1856	1861	1869	1878-1879	1883	1893	1900
Agricultor teórico-práctico	Mayordomo inteligente	Agricultor-topógrafo	Agricultor	Ingeniero agricultor	Ingeniero agrónomo	Ingeniero agrónomo	Ingeniero agrónomo
Veterinaria	Estudios de veterinaria y mariscales	Médico veterinario	Médico veterinario	Veterinario	Médico veterinario	Médico veterinario	Médico veterinario
	Profesor de agricultura o agrónomo	Profesor de agricultura			Administrador de fincas de campo	Mayordomo de fincas rústicas	Mayordomo de fincas rústicas
	Administrador o agricultor teórico-práctico	Mayordomo de fincas, y albéitares o mariscales				Mariscal inteligente	

Durante este periodo, los estudios de mayor interés y preferencia entre la comunidad estudiantil fueron los de ingeniero agrónomo, carrera que estableció el ingeniero José Joaquín Arriaga (1831-1896) y que sustituyó

la de agricultor (Palacios, 1999:68-69). Arriaga también fue egresado del Colegio de Minería, donde estudió para agrimensor e hidromensor (graduado en 1859).⁹ Este ingeniero poblano, más que dedicarse a la agricultura, sobresalió por su dedicación a la divulgación de la ciencia, actividad a la que le destinó la mayor parte de su vida (Pacheco y Ramos, 2009:85-112).

Al comparar el plan de estudios de la carrera de ingeniero agrónomo (del 15 de febrero de 1883) con respecto a la del ingeniero agricultor (plan 1879) sobresale la primera por su mejor organización, además de que incluye cursos de ciencias totalmente aplicados a la agricultura, como los de mecánica y física y meteorología. Dado que en 1883 se promulgaron dos decretos, el plan de estudios del 15 de mayo cambió considerablemente respecto del de febrero, se refleja una estructura aun más sólida, que incluye dos especialidades de agricultura y dos de medicina veterinaria.

La escuela y especialmente los estudios agrícolas continuaron fortaleciéndose en la última década del siglo XIX, gracias al apoyo recibido por el gobierno de Porfirio Díaz (1876-1880 y 1884-1910) (Bazant, 1983:360). Veremos más adelante cómo, en la reforma de 1893, los cursos de física estuvieron totalmente orientados a la agricultura. A partir de ese año, ni el médico veterinario ni el mariscal inteligente tendrán, en sus planes de estudios, conocimientos de las ciencias exactas. En la reforma anterior, los veterinarios todavía cursaban una cátedra de física (Deschamps, 2010:102-104).

Para terminar este apartado conviene señalar que antes de la carrera de ingeniero agrónomo hubo otra de mayor popularidad, la de hidroagrimensor e ingeniero topógrafo. De ésta no hemos encontrado planes de estudios, pero sabemos que era de corta duración. Se canceló algunos años después de su apertura, pues los estudiantes preferían esa profesión más que la de agricultura. Esta situación, según las autoridades de la ENAV, desvirtuaba los objetivos de la escuela, pues se prefería una especialidad que no correspondía ni a la agricultura ni a la veterinaria. Con su suspensión se regresaron a los objetivos originales.

En el cuadro 2 se muestra cómo el número de alumnos graduados de agrimensores en el siglo XIX fue el mismo que el de mayordomos, aunque los primeros lo hicieron, aproximadamente, en una tercera parte del tiempo. También se nota que la carrera más sobresaliente a fines del mismo fue la del ingeniero agrónomo, que, quizá, hubiera sido superada fácilmente por los agrimensores de no haberse clausurado.

CUADRO 2

*Número de alumnos graduados en la ENAV (1856-1900)*¹⁰

Carrera	Intervalo	Núm de graduados
Hidro-agrimensor e ingeniero topógrafo	1856-1868	44
Mayordomo o perito agrícola	1860-1900	44
Médico veterinario	1858-1900	49
Agricultor teórico práctico	1858-1879	22
Ingeniero agrónomo	1869-1900	95

Conforme fueron egresando agrónomos, se incorporaron al cuadro docente y directivo de la institución y la transformaron según sus criterios y necesidades profesionales. Más adelante veremos de qué manera los ingenieros agrónomos decidieron utilizar para los cursos de física y mecánica, libros de texto especializados en agricultura, uno de ellos, escrito por uno de los profesores.

Cátedras y catedráticos de cursos de física y mecánica en los inicios de la ENAV

El interés que existió por fomentar la instrucción agrícola como herramienta para lograr el desarrollo de la agricultura mexicana (presente desde comienzos del siglo XIX) adquirió forma con el inicio de los cursos en la ENAV en 1854 y estuvo inmersa dentro de un esquema donde la base científica era fundamental para el fomento de la agricultura. En este contexto, desde un inicio, en los planes de estudios se encontraron los conocimientos de física como necesarios.

La clase de física general y experimental fue obligatoria para todas las carreras del plantel. En el curso se estudiaban temas como la mecánica, el calor, la electricidad, la meteorología y la climatología. El profesor incluyó en su curso el componente teórico y también el experimental para guiar las aplicaciones de la física de acuerdo con la profesión del estudiante.¹¹

El curso de mecánica estaba dirigido a los estudiantes de la carrera más larga y especializada que se había propuesto en 1856: profesor de agricultura. Este curso también fue de carácter general y de conocimientos básicos pues estaba destinado a la comprensión de las leyes del movimiento, los efectos

de las fuerzas sobre los cuerpos, el estudio de las máquinas simples, de los líquidos y de la fricción.

En el cuadro 3 mostramos la relación de los cursos de física que se impartieron en la ENAV desde 1853 a 1900. En 1869 se observa una reducción en el número de años de las carreras, debido a que los estudios preparatorios se trasladaron a la Escuela Nacional Preparatoria (ENP) creada en 1867 (Escobar, 1909:24) aunque la medida no se aplicó inmediatamente. Al poco tiempo, la ENAV decidió volver a tener sus propios estudios preparatorios (dado que los estudiantes preferían otras carreras más que la de agricultura) y, finalmente, en 1893, un decreto los obligó a enviar los estudios de ese nivel nuevamente a la ENP.¹²

La creación de la ENP motivó en la ENAV una serie de reflexiones que terminaron en modificaciones en los planes de estudios. En el caso de los cursos de física para carreras agrícolas, se observa una diferenciación entre los cursos de conocimientos básicos y generales (como física experimental y nociones de mecánica) que se impartieron en los inicios de la ENAV, de aquellos donde se aplica el conocimiento a la especialidad, esto es, a la agricultura (como mecánica agrícola y física y meteorología agrícolas), que se programaron a fines del siglo XIX. Esto no sucedió en veterinaria, donde los cursos de física elementales que se habían incluido en los primeros planes de estudios se eliminaron a fines de ese siglo.

Esta evolución en los contenidos de las carreras agrícolas no fue inmediata sino gradual, producto de una sucesión de cambios a lo largo del siglo XIX, de ahí la variación de los títulos de los cursos: física experimental, física general y experimental, física aplicada, física aplicada y meteorología, meteorología aplicada a la agricultura y física agrícola y, finalmente, física y meteorología agrícolas. Lo mismo ocurrió con el curso de mecánica. Primero se transitó por mecánica racional, mecánica general, mecánica e hidráulica, mecánica analítica y aplicada y, al final, adquirió la denominación de mecánica agrícola e hidromensura.

En la transición de cursos de física generales a otros específicos con aplicaciones a la agricultura se observa también un cambio en el nivel de los contenidos. Durante las primeras décadas de vida de la ENAV el nivel era similar al de los estudios preparatorios. Al crearse la ENP, que también incluía cursos de física y mecánica, la ENAV tuvo que diseñarlos de mayor nivel para las carreras de agricultura y con aplicaciones según la especialidad. Aparentemente estos cambios no se reflejaron en los médicos veterinarios, pues las aplicaciones de la física no fueron tan inmediatas como en la agricultura.

CUADRO 3

Cursos de física que se impartieron en la ENAV en las diversas carreras (1853-1900)¹³

Año	Carrera	Duración	Cursos de ciencias físicas
1853	- Agricultura teórico-práctica	7+3	- Física (opcional en estudios preparatorios) - Mecánica racional e industrial - Física experimental
	- Veterinaria	4+3	- Física (en estudios preparatorios)
1856	- Mayordomo inteligente	3	- Física general y experimental
	- Administrador o agricultor teórico práctico	5	
	- Profesor de agricultura o agrónomo	7	- Física general y experimental
	- Estudios de veterinaria y mariscales		- Construcción (mecánica aplicada a la agricultura)
1861	- Agricultor-topógrafo	7	- Mecánica racional
	- Profesor agricultor	12	- Mecánica industrial con sus aplicaciones especiales y materiales a la agricultura - Física agrícola
	- Médico veterinario	6	- Física
	- Mariscales	5	
	- Mayordomos	3	- Mecánica racional
1869	- Agricultor	4	- Física aplicada
	- Médico veterinario	4	- Meteorología aplicada a la agricultura
1879	- Ingeniero agricultor	7+1	- Mecánica e hidráulica - Física - Agronomía que incluye física, mecánica y geología aplicadas
	- Veterinario	6	- Física
1883	- Ingeniero agrónomo	7	- Física y meteorología - Mecánica analítica y aplicada - Mecánica aplicada a la agricultura
	- Médico veterinario	6	- Física y meteorología
	- Administrador de fincas de campo	4	- Elementos de mecánica aplicada a las máquinas agrícolas - Elementos de física y meteorología aplicadas a la agricultura

Año	Carrera	Duración	Cursos de ciencias físicas
1893	- Ingeniero agrónomo	3	- Física y meteorología agrícolas - Mecánica agrícola e hidromensura
	- Médico veterinario	4	
	- Mayordomo de fincas rústicas	3	- Física y meteorología agrícolas - Mecánica agrícola
	- Mariscal inteligente	2	
1897	(Igual al de 1893)		
1900	- Ingeniero agrónomo	3	- Física y meteorología agrícolas - Mecánica agrícola e hidromensura
	- Médico veterinario	4	
	- Mayordomo de fincas rústicas	3	- Física y meteorología agrícolas - Mecánica agrícola

Asimismo, el cuadro 3 nos permite observar cómo con el paso del tiempo la meteorología, que se estudiaba como parte del curso de física, empezó a adquirir mayor importancia con las reformas educativas liberales, que buscaban aplicar los conocimientos científicos con la idea de promover el desarrollo y progreso de la nación. Los estudios de meteorología exigieron la creación de un observatorio desde donde se realizaron y reportaron datos meteorológicos de la zona.

Durante el Porfiriato, la educación agrícola recibió un mayor impulso y se realizaron varias reformas educativas con el objeto de fortalecer las carreras que se impartían en la ENAV. De hecho, durante este periodo se creó la carrera de ingeniero agrónomo, que llegó a destacar como la más importante a fines del siglo XIX; como sus alumnos recibían conocimientos generales de física en los estudios preparatorios, se establecieron dos cursos de física totalmente aplicados a la agricultura: física y meteorología agrícolas y mecánica agrícola e hidromensura, de cuyos contenidos nos ocuparemos en el siguiente apartado.

En el cuadro de profesores también se produjeron cambios, el más importante se originó en las dos últimas décadas del siglo XIX. Como muestra el cuadro 4, los primeros docentes de los cursos de física y mecánica fueron ingenieros egresados del Colegio de Minería (después Escuela Nacional de Ingenieros) y arquitectos formados en la Academia de Bellas

Artes de San Carlos. A fines del siglo XIX, los ingenieros agrónomos eran ya los profesores de estos cursos y fueron quienes promovieron programas diferentes, pues conocían las necesidades de su profesión.

Joaquín Varela Salcedo (1831-?), el primer profesor de física en la ENAV, realizó estudios en varias instituciones de la capital, entre ellos, de ingeniería en el Colegio de Minería.¹⁴ También fue catedrático del curso de química (en 1861) en esta escuela y de otros más en diversas instituciones capitalinas.¹⁵ De 1863 a 1866, ocupó la dirección de la ENAV. Fue una de sus etapas más críticas, pues fue cerrada con la partida del gobierno juarista de la capital. Varela gestionó fondos durante el gobierno de Maximiliano para reabrir los cursos.¹⁶

Como instructor sustituto de la cátedra de física se nombró al farmacéutico, exalumno del Colegio de Minería, Maximino Río de la Loza.¹⁷ El siguiente profesor del curso de física, Fernando Rondero, también se formó en el colegio de minas, aunque ahora se le denominaba Escuela Especial de Ingenieros, entre 1877 y 1878 impartió la cátedra,¹⁸ cinco años después de graduarse como ensayador y apartador.

CUADRO 4

Profesores de cursos de física de la ENAV

Profesor	Cursos	Años
Ing. Joaquín Varela Salcedo	Física	1854-1861
Farmacéutico Maximino Río de la Loza	Profesor sustituto de física	—
Arq. Juan Cardona	Mecánica	1857-1861
Arq. Miguel O’Gorman	Profesor sustituto de mecánica	1857
Ing. Civil y Arq. Juan Bustillo	Mecánica	1861
Ing. Fernando Rondero	Física	1877-1878
Ing. Civil y Arq. Ventura Alcérreca	Mecánica	1877
Ing. agrónomo Adolfo Barreiro	Mecánica racional	1878
Ing. agrónomo José Izquierdo	Física y meteorología agrícolas	1893
Ing. agrónomo Rafael Barba	Mecánica agrícola	1893, 1904, 1906-1907

Los primeros profesores del curso de mecánica provenían de la Academia de Bellas Artes de San Carlos. El arquitecto Juan Cardona la impartió de 1857 a 1861¹⁹ y el arquitecto Miguel O'Gorman fue nombrado profesor sustituto ese mismo año.²⁰ En 1861, el ingeniero civil y arquitecto Juan Manuel Bustillo se hizo cargo de la cátedra y, en 1877, le correspondió al ingeniero civil y arquitecto Ventura Alcérreca.²¹

En las últimas décadas del siglo XIX los profesores de ambas cátedras ya eran egresados de la ENAV. En 1878, el catedrático del curso de mecánica racional fue el ingeniero agrónomo y topógrafo Adolfo Barreiro²² y, a partir de 1893, se nombró al ingeniero agrónomo Rafael Barba (1840-1911), pero la clase estaría denominada como mecánica agrícola (Gómez, 1976b: 47-48). Barba ocupó la cátedra hasta principios del siglo XX y publicó un libro de texto.²³ En la cátedra de física y meteorología agrícolas, en 1893, se nombró al ingeniero agrónomo José Izquierdo.²⁴

Los primeros libros de texto que se utilizaron para impartir las clases de física y mecánica fueron seleccionados con base en los que se utilizaban en otras escuelas. Esto se decidió a pesar de que la agricultura requería de aplicaciones específicas en este sector.²⁵ Joaquín Varela, por ejemplo, seleccionó el texto del francés Adolphe Ganot (1804-1887), *Tratado de física experimental y aplicada y de meteorología* (Ganot, 1860).

El libro de Ganot se utilizaba como texto de la clase de física médica en la Escuela Nacional de Medicina (Ríos y Ramos, 2004:229-233) y más tarde se incorporó como libro fundamental en el curso de física de la Escuela Nacional Preparatoria (Núñez, 2004). En la ENAV, este texto aparecía entre la lista de libros importantes de la escuela; aunque tenía una sección de meteorología, no era especializado en agronomía, sino más bien de física general que incluía los temas más importantes de ese campo. A pesar de ello, Varela se esforzó por mostrar a sus alumnos las aplicaciones que la física tenía en la agricultura.²⁶

Lo mismo sucedió con la cátedra de mecánica. Al principio, el arquitecto Juan Cardona utilizó el libro de Taffé, *Mecánica aplicada a las máquinas*, el mismo texto que se usaba en la Escuela Nacional de Ingenieros (Ramos, 1996:118). Esta situación cambió en las últimas décadas del siglo XIX, cuando se reformaron los planes de estudios en la ENAV.²⁷ Las cátedras ahora consideraban las aplicaciones de la física en el ámbito agrícola. Así, a los ingenieros agrónomos se les exigían los cursos de física y meteorología agrícolas y mecánica agrícola e hidromensura.

A los mayordomos de fincas rústicas (al igual que a los peritos agrícolas, como se les denominó en años anteriores) se les pidió (inicialmente) que cursaran la primera cátedra. Años después se incorporó también la segunda, aunque los contenidos eran diferentes a los de los ingenieros agrónomos, como se verá más adelante. Los mariscales de campo no tuvieron cursos de física en su plan de estudios, quizá porque ingresaban directamente de los estudios primarios y no los requerían para su labor técnica.

Los médicos veterinarios, a diferencia de los agrónomos, no requerían de cursos de física especializados o que tuvieran alguna aplicación particular en su profesión. Los cursos de física y mecánica que llegaron a tener en su plan de estudios fueron de carácter general y se hicieron cada vez menos indispensables. Hasta donde tenemos registros, la última ocasión que tuvieron física, como materia obligatoria, fue en la reforma educativa de 1883, con física y meteorología. En el plan de estudios de 1893 no se consideraron cursos de ciencias físicas para la carrera de veterinario.

Las cátedras: física y meteorología agrícolas, mecánica agrícola

El tiempo que la escuela tardó en encontrar su equilibrio como institución de educación superior especializada tanto en agricultura como en veterinaria, se refleja en los mismos cursos que se integraron a los diversos planes de estudios. En el caso de las ciencias físicas hay una transición que va de conocimientos generales para todas las carreras, en las primeras décadas de vida de la escuela, a conocimientos muy particulares y sólo para las carreras agrícolas, a fines del siglo XIX.

En el contenido de los cursos se aprecia un cambio evidente si comparamos los de un libro de física general, como era el de Ganot, con el de Marié Davy (1820-1893), Director del Observatorio Meteorológico de Montsouris, cuyo título traducido al español era *Meteorología y física agrícolas* (Davy, 1888). Era un texto obligado para el curso de meteorología y física agrícolas, donde la física se aplicaba directamente a la agricultura.²⁸ Ya no se estudiaban conocimientos básicos de física, pues los ingenieros agrónomos, que la tenían como materia obligatoria, estudiaban física y mecánica en los estudios preparatorios.

En el cuadro 5 se muestran algunos de los textos que se utilizaron en la ENAV en la última década del siglo XIX. Como vemos, tanto los ingenieros agrónomos como los mayordomos de fincas rústicas tenían como obligatorio el curso de meteorología y física agrícolas, pero el contenido

era diferente, porque los mayordomos no llegaban al nivel profesional con los estudios preparatorios sino con los primarios.²⁹

Por esta razón, el curso de meteorología y física agrícolas para los mayordomos de fincas rústicas estaba dividido en dos partes. La de física, donde se usaba el libro *Manuel de physique*, de J. Langlebert, de física general donde se estudiaba la mecánica, el calor, la óptica, el electromagnetismo, la electro-química y la fotografía, entre otros temas (Langlebert, 1874). La segunda parte era la de meteorología, para la cual se utilizaba el texto de Diego Navarro Soler, *Meteorología, climatología y previsión del tiempo* (Navarro Soler, 2007)

CUADRO 5

*Libros de texto de física utilizados en el curso física y meteorología agrícolas (1890-1901)*³⁰

Título del libro	Curso	Carrera
Marié Davy, <i>Meteorología y física agrícolas</i>	Física y meteorología agrícolas	Ingeniero agrónomo
G. Dallet, <i>La previsión del tiempo y las predicciones meteorológicas</i>	Física y meteorología agrícolas	Ingeniero agrónomo
J. Langlebert, <i>Manuel de physique</i>	Física y meteorología agrícolas	Mayordomo de fincas rústicas
Diego Navarro Soler, <i>Meteorología, climatología y previsión del tiempo</i>	Física y meteorología agrícolas	Mayordomo de fincas rústicas

El curso de física y meteorología agrícolas, para ingenieros agrónomos, se dividía en veinte partes y en cada una se estudiaba la teoría de la meteorología con su respectiva aplicación a las plantas. Por ejemplo, después de analizar los vientos en general, se particularizaba en la acción mecánica y física de los vientos sobre las plantas, o en la acción física combinada del calorífico de la luz y de la humedad en la germinación, absorción, asimilación y desarrollo de las plantas, entre otras aplicaciones.³¹

Los libros de texto utilizados eran franceses y al hablar de plantas, generalmente se particularizaba en el cultivo del trigo. Por ello es que de

20 apartados de los que constaba el curso, los tres últimos se dedicaban a tratar los fenómenos meteorológicos y sus repercusiones en el territorio mexicano, para clasificar y describir sus regiones agrícolas, o bien, para determinar los límites generales de cultivo o proponer modificaciones en éste para su mejor producción.

En el caso de los mayordomos de fincas rústicas, como entraban a la escuela con estudios primarios, se veían obligados a empezar su curso de física y meteorología agrícolas con temas de mecánica (principalmente hidrostática) y calor. En el programa de 1900 no se mencionan aplicaciones de estos conocimientos a la agronomía, son simplemente temas generales, quizá porque en la segunda parte, donde se estudia la meteorología, debían manejar los conocimientos básicos de la física. Por ejemplo, la distribución de la temperatura en el globo terrestre; su variación dependiendo de la latitud, altura, corrientes y mares, etcétera.³²

Lo mismo sucedió cuando se estudiaba el campo de la electricidad. Primero se tuvo que hacer referencia a los conocimientos generales (como cuerpos conductores y no conductores, inducción eléctrica, potencial eléctrico) y entender el funcionamiento de algunos aparatos e instrumentos eléctricos como: los electroscopios, los electrómetros, las máquinas eléctricas, condensadores, la botella de Leyden y baterías eléctricas, entre otros. Para después hacer referencia a la electricidad atmosférica, los rayos, el relámpago, truenos y pararrayos, por mencionar algunos. Los cambios fisiológicos producidos por las corrientes eléctricas, la luz y el calor, también eran de su interés.

Asimismo, el magnetismo, la acústica y la óptica estaban integrados al curso. De igual manera que la electricidad, se estudiaban las leyes de las atracciones y repulsiones magnéticas, para después hablar del magnetismo terrestre. En acústica se revisaba la propagación, transmisión, velocidad y reflexión del sonido. En óptica, se introducía en la refracción de la luz y sus leyes, prismas, disco de Newton, teoría de los colores de los cuerpos, etcétera.

En la sección de meteorología, además de los temas generales y propios de este campo (como climas, observaciones meteorológicas, vientos, lluvia, nubes, etcétera), se utilizaban los conocimientos básicos de la primera parte del curso (de física general) para entender la electricidad atmosférica, las variaciones de la temperatura debido a la posición geográfica, la temperatura en el suelo y la temperatura máxima y mínima de los vegetales.

Un problema al que se enfrentaban los mayordomos en el curso de física y meteorología agrícolas era que no podían cubrir la amplia gama de temáticas que estudiaban los ingenieros agrónomos. Algunas de ellas, consideradas indispensables en la formación de cualquier técnico o experto mexicano en agronomía, como era el impacto que los fenómenos atmosféricos tenían sobre las plantas en el territorio, no estaba en el programa del curso. Algo similar sucedió con mecánica agrícola, como veremos a continuación.

En 1883 se decretaron dos reformas en los planes de estudios. La carrera de ingeniero agrónomo se creó en la primera reforma, en la del 15 de febrero. Desde su creación, el curso de mecánica agrícola y aplicada, como se le denominó inicialmente, se consideró obligatorio en su plan de estudios. Como se observa en el cuadro 3, en la reforma del 15 de mayo, la carrera para ingeniero agrónomo engrosó su programa con la cátedra de mecánica aplicada a la agricultura. El médico veterinario sólo cursaba la materia de física y meteorología; mientras que el administrador de fincas de campo tenía dos: una de mecánica aplicada a las máquinas agrícolas y otra de física y meteorología aplicadas a la agricultura.³³

En la reforma de 1893, año en que se separaron nuevamente los estudios preparatorios de la ENAV, aparece la carrera técnica y corta de mariscal inteligente, que no tiene ningún curso de física como obligatorio. En la misma situación se encontró el médico veterinario. El ahora denominado mayordomo de fincas rústicas debía aprobar los cursos de física y meteorología agrícolas y mecánica agrícola. Estos contenidos eran diferentes a los ingenieros agrónomos, pues los mayordomos (al igual que los mariscales) sólo tenían estudios primarios como antecedentes; en cambio, el médico veterinario y el ingeniero agrónomo debían presentar constancia de la ENP o equivalente como requisito de ingreso a la Escuela.³⁴

En mecánica agrícola, los ingenieros agrónomos ampliaron su curso con el tema de hidromensura que se agregó a la denominación del curso y sería distinto del de los mayordomos. Para el curso de mecánica agrícola, el profesor, el ingeniero agrónomo Rafael Barba, escribió el texto *Mecánica agrícola* (Barba, 1896). Para la sección de hidromensura se usaba el libro del ingeniero mexicano Manuel Fernández Leal (1831-1909) *Hidromensura* (Fernández, 1884).

En el cuadro 6 se enlistan los libros que se usaron para la cátedra de mecánica agrícola tanto para los mayordomos como para los inge-

nieros agrónomos en mecánica agrícola e hidromensura.³⁵ Nuevamente se da el mismo problema que con física y meteorología agrícolas, como los mayordomos llegaban sin antecedentes de física y mecánica, tenían que empezar con éstos.³⁶ Por ello es que los mayordomos usaban el texto de Darío González, *Principios generales de mecánica* y en 1899 se empezó a complementar con el *Tratado de agrimensura* de Soldevilla, un texto que se usaba para la clase de topografía.³⁷ En cambio, los ingenieros agrónomos utilizaban textos más especializados y de mayor nivel, como el de Tresca (1893), *Material agrícola moderno*, complementado con el de Fernández Leal en hidromensura, y también usaban el de Ringelmann de *Motores hidráulicos*.³⁸

CUADRO 6

Libros de texto de física utilizados en el curso mecánica agrícola (1897-1901)

Título del libro	Curso	Carrera
A. Tresca, <i>Material agrícola moderno</i> Fernández Leal, <i>Hidromensura</i>	Mecánica agrícola e hidromensura	Ingeniero agrónomo (entre 1897 y 1901)
Ringelmann, <i>Motores hidráulicos</i>	Mecánica agrícola e hidromensura	Ingeniero agrónomo (en 1898)
Rafael Barba, <i>Mecánica agrícola</i>	Mecánica agrícola e hidromensura	Ingeniero agrónomo (entre 1899 y 1901)
Rafael Barba, <i>Mecánica agrícola</i>	Mecánica agrícola	Mayordomo (entre 1897 y 1899)
Darío González, <i>Principios generales de Mecánica</i>	Mecánica agrícola	Mayordomo (1898-1899)
Soldevilla, <i>Tratado de agrimensura</i>	Mecánica agrícola	Mayordomo (1899)

Según la información del cuadro 6, el profesor Rafael Barba utilizó el libro que él mismo publicó sobre mecánica agrícola para impartir este curso tanto a los ingenieros agrónomos como a los mayordomos de fincas rústicas. No obstante, Barba consideraba que los estudiantes de ambas carreras debían ser capaces de aplicar la mecánica a la actividad agrícola y, por lo tanto,

tenía que buscar la manera de equilibrarlos pues los ingenieros agrónomos ya tenían antecedentes de física y mecánica en la ENP, mientras que los mayordomos sólo manejaban los conocimientos primarios. A pesar de esta situación, los profesores debían buscar la forma en la que los egresados de ambas carreras aplicaran los conocimientos básicos de mecánica y física general en el manejo de la maquinaria agrícola, como era el arado, las sembradoras, máquinas recolectoras, segadoras, trilladoras, cribadoras, escogedoras, los quebradotes, los aplastadotes y las engavilladoras, por mencionar algunas. También debían tener conocimientos para el manejo de los motores hidráulicos, de vapor y eléctricos.³⁹

La estrategia que se llevó a cabo para igualar el contenido fundamental del curso de mecánica agrícola fue incluir una sección de hidromensura al curso de mecánica agrícola de los ingenieros agrónomos. Así, el tiempo que dedicaban los mayordomos en el aprendizaje de los conocimientos básicos y generales en física y mecánica (que incluía las máquinas simples), era el que los ingenieros agrónomos usaban en la sección de hidromensura. Esta situación de impartir un curso de mecánica agrícola a estudiantes que llegaban con antecedentes tan distintos mostraba las incongruencias que surgían al interior de la ENAV. Si los alumnos de las dos carreras deseaban enfrentarse a la tecnología agrícola, entonces los egresados debían tener los mismos conocimientos en torno a la maquinaria que se utilizaba en el campo. El problema era evidente: para qué invertir en esfuerzo humano y económico en la formación de estudiantes que contaban con niveles de estudios muy distintos entre sí.⁴⁰

Finalmente la carrera de mayordomo se eliminó. La de ingeniero agrónomo continuó y la mecánica agrícola se convirtió en un campo tan indispensable entre los agrónomos que, en 1918, se consideró necesario crear una escuela exclusiva para la formación de los mecánicos agrícolas, la Escuela de Mecánica Agrícola (que constaba de tres semestres) y que dependía de la ENAV.⁴¹

Importancia del laboratorio en la formación de los profesionales de la agricultura

Para optimizar el aprendizaje de los cursos de física y mecánica se recurrió, como se acostumbraba en las instituciones educativas donde se enseñaban las ciencias, a la experimentación en el laboratorio (o gabinete como se le denominaba entonces) para reafirmar los conocimientos teóricos vistos

en el salón de clase. Para el mantenimiento del laboratorio y para auxiliar al profesor en el aula se creó la categoría de preparador de física, que ya existía en otras escuelas del país. Al igual que aquéllas, en la etapa inicial, se solía seleccionar a uno de los mejores alumnos del colegio para desempeñar esas funciones. El estudiante de agricultura de la ENAV Sebastián Reyes fue el primero en ocupar la plaza de preparador de física. En su lugar fue nombrado el doctor Manuel Gutiérrez, le sucedió Abel Molina, después el ingeniero agrónomo Ernesto Ruiz Erdozain, y ya entrado el siglo XX, el ingeniero agrónomo Rafael Canalizo, como se puede ver en el cuadro 7.⁴²

CUADRO 7

Nombres de los preparadores de Física de la ENAV (siglo XIX)

Ing Sebastián Reyes	Preparador de física	1857
Dr. Manuel Gutiérrez	Preparador de física y química	1877
Abel Molina	Preparador de tecnología y física agrícolas	1893
Ernesto Ruiz Erdozain	Profesor de conferencias sobre ciencias físicas y naturales, administración de la Hacienda anexa a la Escuela de Agricultura y encargado de las prácticas de los alumnos	1893
Rafael Canalizo	Preparador de física, química y tecnología	1906

El primer inventario que se hizo en la ENAV de los instrumentos y aparatos que integraban el laboratorio de física lo realizó el catedrático Joaquín Varela, dos años después de que la escuela iniciara sus actividades. La descripción no es alentadora: sólo menciona 28 objetos, de los cuales 11 estaban descompuestos, en mal estado o incompletos; lo que permite suponer que fueron donados por alguna institución educativa. Los campos a los que correspondían estos instrumentos o aparatos abarcaban la mecánica, la óptica, el electromagnetismo y lo que se denominaba como calórico. La mayor parte de ellos correspondían al campo del electromagnetismo.⁴³

El inventario alude a la máquina eléctrica, electroscopio, electróforo, botella de Leyden, baterías, condensador eléctrico, excitador eléctrico, pilas, pirómetro, higrómetro, lámpara de metal y aguja magnética,

espejos, aparato de imán, máquina neumática, máquina de compresión, termómetro, aparato para demostrar la composición de la luz, martillo hidráulico, aparato para demostrar la electricidad por influencia, excitador de varillas de metal, pequeñas campanas de metal, brújula y un barómetro.⁴⁴ Recordemos que en 1856 había dos cursos de física, uno de los cuales era el general y experimental obligatorio para todas carreras, y el otro era el de construcción, donde se estudiaba la mecánica aplicada a la agricultura y construcciones rurales, que era obligatorio sólo para el profesor de agricultura o agrónomo, la carrera de mayor duración (ver cuadro 2). Para la clase de física general y experimental, Varela solicitó, ese mismo año, la compra de 40 instrumentos, todos relacionados con la mecánica.⁴⁵

Entre los aparatos e instrumentos que describe Varela, se encuentran: de fuerza centrífuga, péndulos, tubos para la caída de los cuerpos en el vacío, vaso de Mariotte, aparato de Pascal y para el equilibrio de los vasos comunicantes, balanza hidrostática, areómetro, densímetro, alcoholómetro de Gay Lussac, aparato de Venturi para estudios hidrodinámicos, vaso para el teorema de Torricelli, flotador, prensa hidráulica, frasco de Mariotte, modelo de bombas, rosca de Arquímedes, modelo de presa, ariete hidráulico, bomba de incendio, fuente de Herón y modelo de noria.⁴⁶

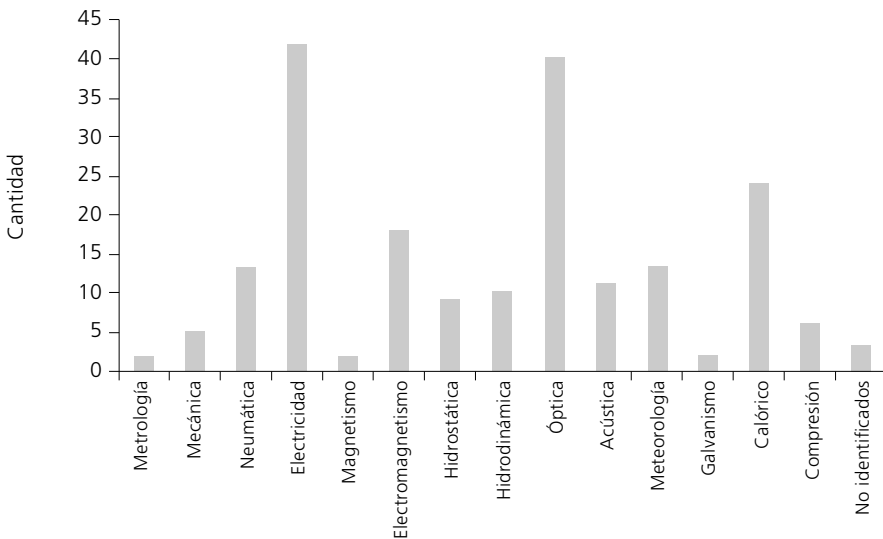
Al año siguiente, se elaboró otra lista de aparatos e instrumentos que debían comprarse en Europa, específicamente en París. La selección la realizó Varela del catálogo francés de Lerebours y Secretan.⁴⁷ Para realizar la descripción, el profesor se auxilió del libro de texto que utilizaba en clase, el de Ganot (1880). A diferencia de Varela, el director de la ENAV, el prominente médico y químico Leopoldo Río de la Loza (1807-1876), prefería los fabricantes alemanes.⁴⁸ La solicitud se dirigió al Ministerio de Fomento porque la escuela, desde su creación y hasta la llegada de Benito Juárez (1806-1872) al poder, dependía de esa secretaría y después fue incorporada al Ministerio de Justicia e Instrucción Pública. Como no todos los funcionarios estaban convencidos de la decisión, de 1877 a 1891 volvió a depender de Fomento y después se reincorporó a la Secretaría de Justicia e Instrucción Pública (Mesa, 1936:3-4).

De la lista, 200 instrumentos pertenecían al catálogo de Lerebours y Secretan y siete más de otros. Del inventario vemos que se procuró cubrir las necesidades de instrumentos y aparatos en todos los campos de la física: mecánica (hidrodinámica, hidrostática, compresión, neumática y metrología,

de acuerdo con la clasificación de aquella época), la acústica, la óptica, el calórico, el electromagnetismo y la meteorología. La mayor parte de los objetos pertenecían al campo de la electricidad y el magnetismo, como se puede apreciar en la gráfica 1.⁴⁹

GRÁFICA 1

Instrumentos solicitados en 1857 para el curso de física general y experimental



Campo según clasificación de Lerebours y Secretan (1853)

A diferencia de los demás pedidos, en éste se pone énfasis en la adquisición de los manuales de los instrumentos para comprender mejor los objetivos y el funcionamiento de cada uno de ellos. Los instrumentos empezaron a llegar y Varela emprendió la iniciativa de contar con un lugar mucho más apropiado para la instalación del nuevo equipo.⁵⁰

En marzo de 1857 se realizó el tercer pedido para física que consistía de 69 instrumentos exclusivamente de mecánica y también seleccionados en función del catálogo de Lerebours y Secretan. Posiblemente la solicitud la haya realizado Juan Cardona, profesor del curso de mecánica analítica en ese año. Algunos de ellos se relacionaban con el estudio de los líquidos,

probablemente para la aplicación de la hidrodinámica y la hidrostática en la agricultura, especialmente en cuestiones de riego. Las máquinas simples también estaban consideradas (poleas, plano inclinado y palanca), y diversos aparatos para estudiar el movimiento de los cuerpos a través del estudio de las fuerzas actuantes.⁵¹

Desafortunadamente la escuela entró en un lamentable estado de decadencia, producto de las guerras internas y las invasiones extranjeras, que la obligaron a cerrar temporalmente. El 1861, al término de la guerra de Reforma, Varela reportaba el lamentable estado en el que se encontraba el laboratorio de física y manifestaba la necesidad no sólo de la adquisición de nuevo equipo, sino también de construir un observatorio meteorológico en la ENAV.⁵² Dos años más tarde (hasta 1866), cuando Varela ocupó la dirección de la ENAV, recibió las instalaciones en un estado deplorable. Respecto de los laboratorios, criticó “el desaseo y falta de orden de los instrumentos y aparatos de las clases de Física y de Química” y, ordenó que “los Preparadores respectivos procedan al arreglo y aseo de los mencionados aparatos e instrumentos conservando las clases como corresponde a un establecimiento bien organizado”.⁵³

Tras el sitio que sufrió la Ciudad de México en 1867, el edificio de la escuela se tuvo que reconstruir. Los laboratorios habían sido saqueados y los instrumentos y aparatos que quedaban estaban inservibles. Una vez restaurada la República, Juárez otorgó un cuantioso presupuesto a la ENAV para adquirir nuevamente libros e instrumentos.⁵⁴ A través del periódico que publicó quincenalmente la escuela (de 1878 a 1881), *La Escuela de Agricultura* sabemos que los alumnos publicaron en la sección “Conversaciones sobre física” los resultados de los experimentos de física y además que se interesaban por sus aplicaciones en el sector agrícola.⁵⁵ A través de la revista, también se percibe el gran interés que existía por saber cómo se utilizaban en Francia los instrumentos meteorológicos en la agricultura. Para ello, se tradujeron algunos artículos, como el del director del Observatorio de Montsouris, Marié Davy, quien aludía al uso y aplicaciones de: barómetros, termómetros, pluviómetros, higrómetros, actinómetros y evaporímetros, entre otros.⁵⁶ Con base en esta información, los alumnos comprendían la importancia de saber utilizar correctamente los instrumentos que se encontraban en el laboratorio.⁵⁷

La información publicada en la revista *La Escuela de Agricultura*, muestra la necesidad e importancia de aplicar los conocimientos de física a la

agricultura, especialmente los de meteorología, en el último tercio del siglo XIX. Estos datos son congruentes con los cambios que se hicieron en los planes de estudios. En particular, los cursos de física dejaron de parecerse al de otras escuelas de educación superior, para transformarse en cursos completamente aplicados a la agricultura, tanto el de física y meteorología agrícolas como el de mecánica agrícola.

Para los ingenieros agrónomos, la física y la meteorología se convirtieron en campos inseparables.⁵⁸ De tal modo que el encargado del observatorio meteorológico de la ENAV, cuya obligación era mantenerlo en buen estado con los instrumentos listos para ser utilizados, era el prefecto de la Escuela, quien, a su vez, suplía al profesor de física cuando llegaba a faltar.⁵⁹

A fines del siglo XIX, los conocimientos de física desempeñaron un papel central en la ENAV, principalmente en las carreras de agricultura. Los instrumentos y aparatos del laboratorio formaron parte de los proyectos de modernización de ese sector, especialmente con la adquisición de la maquinaria agrícola, mediante la cual los estudiantes realizaban prácticas con el objeto de ser portadores de técnicas y conocimientos científicos capaces de transformar el sector agrario. En este proceso, la influencia francesa se perfiló como la más importante.

Conclusiones

La mecanización que sufrió el sector agrícola en los países industrializados colocó a los cursos de física como algunos de los más relevantes en los estudios de este sector. En México, la llegada del extranjero de un gran número de máquinas exigió la modernización de los estudios de física (con profunda influencia francesa) en la ENAV (la escuela más importante del país en materia agrícola y veterinaria), en el sentido de actualizar contenidos, incorporar libros de texto de circulación internacional, redactar libros sobre el contexto mexicano, modernizar los laboratorios y desarrollar prácticas en el campo con la maquinaria adecuada.

Los cursos de física se especializaron a tal grado que, con el tiempo, adquirieron la denominación de física y meteorología agrícolas, y mecánica agrícola; más aún, el manejo de estos conocimientos en el uso de las máquinas fue de tal importancia que se consideró necesario crear una Escuela de Mecánica Agrícola. Fue así como los estudios de física en la ENAV estuvieron estrechamente relacionados con la modernización del sector agrícola, es decir, con la mecanización industrial.

Dado que los veterinarios estuvieron exentos del uso de este tipo de máquinas, se eliminaron los cursos de física de su plan de estudios, de la misma manera que ocurrió en la Escuela Nacional de Medicina. Lo que requerían era del manejo básico de algunos instrumentos como el termómetro, sin embargo esta instrucción la recibían en la Escuela Nacional Preparatoria y, aparentemente, era suficiente.

Agradecimientos

Esta investigación se pudo realizar gracias al apoyo brindado por la Dirección General del Personal Académico de la Universidad Nacional Autónoma de México, a través del proyecto PAPIIT IN300708.

Notas

¹ Al final de este trabajo, se presenta la lista de los archivos que citamos en este estudio, y consideramos conveniente mencionar que no fueron los únicos, se revisaron otros más (como el Archivo Histórico de la Universidad de Chapingo) pero no aportaron información valiosa en esta investigación en particular, lo ha sido para otra que se encuentra en preparación.

² *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*, (1846), Imprenta José Mariano Lara, México, p. 69.

³ En el primer año de instrucción secundaria se consideraron cursos de religión, ideología y lógica, dibujo natural y de paisaje y francés. En el segundo, matemáticas (aritmética, álgebra, geometría, pesos y medidas), geografía, dibujo lineal y francés. En el tercero, física, botánica, dibujo lineal e inglés. Los agricultores estaban exentos de realizar el tercer año pues los cursos eran los mismos que llevaban en su carrera. “Decreto del establecimiento del Colegio Nacional de Agricultura”, Distrito Federal, 17 de agosto de 1853, AGNM Justicia e Instrucción Pública, vol. 3, exp. 52, f. 482/r.

⁴ “Decreto del establecimiento del Colegio Nacional de Agricultura”, Distrito Federal, 17 de agosto de 1853, AGNM Justicia e Instrucción Pública, vol. 3, exp. 52, f. 482/r y 483.

⁵ “Decreto del establecimiento del Colegio Nacional de Agricultura”, Distrito Federal, 17 de agosto de 1853, AGNM Justicia e Instrucción Pública, vol. 3, exp. 52, f. 483.

⁶ BNAH-ENA, “Artículos y reglamento de la escuela”, *s/f*, vol. 284, f. 310-337.

⁷ Ese año, el Colegio de Minería tenía también la carrera de geógrafo que constaba de estudios del agrimensor y cuatro años más; y el de naturalista que debía estudiar los primeros seis años igual que los ingenieros de minas y uno más de botánica y zoología (Ramos, 1996:183).

⁸ Fuentes: Para 1853, “Decreto del establecimiento del Colegio Nacional de Agricultura”, Distrito Federal, 17 de agosto de 1853, AGNM Justicia e Instrucción Pública, vol. 3, exp. 52, ff. 482-486. Para 1856, BNAH-ENA, “Artículos y reglamento de la escuela”, *s/f*, vol. 284, f. 310-337. Para 1861, BNAH-ENA, vol. 282, exp.3, “Expediente sobre estudios”, 14 de mayo de 1861, ff. 218-220. Para 1869, Rómulo Escobar, *La instrucción agrícola en México*, México, 1909, pp. 25-26. Para 1878-1879, HNDM-UNAM, “Plan de estudios de la Escuela Nacional de Agricultura”, *La Escuela de Agricultura*, 15 de noviembre de 1879, pp. 77-78. Para 1883, Biblioteca Magna Universitaria “Raúl Rangel Frías” (UANL-colección digital); *Ley de instrucción para las escuelas nacionales de ingenieros y de agricultura; Reglamento de Ley*, México, Imprenta de la Secretaría de Fomento, mayo 15 de 1883, pp. 23-25, <http://cdigital.dgb.uanl.mx/>

la/1080078821/1080078821.html. Para 1893, HNDM-UNAM, “Reorganización de la Escuela de Agricultura”, en *Revista de la Instrucción Pública Mexicana*, 1 de septiembre de 1896, p. 359. Para 1900, AGNM Administración Pública Federal s. XIX, Instrucción Pública y Bellas Artes, caja 222, exp. 11, ff. 86-88.

⁹ En otras referencias aparece graduado de ingeniero topógrafo y agrimensor, y hay quienes afirman que estudió en la ENAV, aunque no aparece en la lista de graduados de esa escuela. Arriaga fue miembro corresponsal de la Academia de Ciencias Naturales de Filadelfia (Cabrera, 1991:12-13).

¹⁰ Fuente: Adolfo Barreiro, *Reseña histórica de la enseñanza agrícola y veterinaria en México*, Tipografía El Libro del Comercio, México, 1906, pp. 78-81 y 86-88.

¹¹ BNAH-ENA, “Plan de estudios. Se pide una noticia circunstanciada del sistema de estudios en el establecimiento”, febrero 1861, vol. 282, exp. 5, f. 245.

¹² HNDM-UNAM, “Reorganización de la Escuela de Agricultura”, en *Revista de la Instrucción Pública Mexicana* (México), 1 de septiembre de 1896, p. 359.

¹³ Fuente: Para 1853, “Decreto del establecimiento del Colegio Nacional de Agricultura”, Distrito Federal, 17 de agosto de 1853, AGNM Justicia e Instrucción Pública, vol. 3, exp. 52, ff. 482-486. Para 1856, BNAH-ENA, “Artículos y reglamento de la escuela”, s/f, vol. 284, f. 310-337. Para 1861, BNAH-ENA, vol. 282, exp. 3, “Expediente sobre estudios”, 14 de mayo de 1861, ff. 218-220. Para 1869, Rómulo Escobar, *La instrucción agrícola en México*, México, 1909, pp. 25-26. Para 1879, HNDM-UNAM, “Plan de estudios de la Escuela Nacional de Agricultura”, *La Escuela de Agricultura*, 15 de noviembre de 1879, pp. 77-78. Para 1883, Biblioteca Magna Universitaria “Raúl Rangel Frías” (UANL-Colección digital), *Ley de instrucción para las escuelas nacionales de ingenieros y de agricultura. Reglamento de Ley*, México: Imprenta de la Secretaría de Fomento, mayo 15 de 1883, pp. 23-25. Disponible en <http://cdigital.dgb.uanl.mx/la/1080078821/1080078821.html> (consultado el 10 de septiembre del 2010). Para 1893, HNDM-UNAM, *Revista de la Instrucción Pública*

Mexicana, tomo 1, núm. 11, México, agosto 15 de 1896. Para 1897, HNDM-UNAM, *Revista de la Instrucción Pública Mexicana*, tomo 1, núm. 21, México, enero 15 de 1897, p. 641 y 644. Para 1900, AGNM, Administración Pública Federal s. XIX, Instrucción Pública y Bellas Artes, caja 222, exp. 11, ff. 86-88.

¹⁴ BNAH-ENA, “Plan de estudios. Se pide una noticia circunstanciada del sistema de estudios en el establecimiento”, febrero 1861, v. 282, exp. 5, f. 245-245/r.

¹⁵ Varela había impartido una clase de aritmética, álgebra y preparador en 1851 en el Colegio de San Gregorio. Ver BNAH-ENA, “Servicios y méritos de los profesores prestados a la Escuela Nacional de Agricultura”, 1857, v. 276, exp. 33, f. 227. Además BNAH-ENA, “Expedientes sobre clases y profesores”, 1859-1861, 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”, *Revista Científica é Industrial* (México), 1 de junio de 1901, pp. 98-100, HNDM-UNAM.

¹⁶ Palacios (1999:62). Para revisar su actuación durante el mandato de Maximiliano, véase: “El 70° Aniversario del Sr. Profesor Don Joaquín Varela Salceda”, en *Revista Científica é Industrial* (México), 1 de junio de 1901, p. 99-100, HNDM-UNAM.

¹⁷ Maximino Río de la Loza era hijo del primer director de la ENAV Leopoldo Río de la Loza. BNAH-ENA, “Lista de profesores sustitutos”, s/f, v. 286, exp. 54, f. 413.

¹⁸ Barreiro (1906:26). Además, *La Escuela de Agricultura. Publicación quincenal que dedica la Escuela Nacional de Agricultura y Veterinaria a difundir en las masas los conocimientos agrícolas*, 1 de junio de 1878, p. 1.

¹⁹ Barreiro (1906:11). Además BNAH-ENA, “Servicios y méritos de los profesores prestados a la Escuela Nacional de Agricultura”, 1857, vol. 276, exp. 33, f. 227; “Materias estudiadas en las clases en el año escolar de 1859”, vol. 280, exp. 7, f. 163; y “Plan de estudios. Se pide una

noticia circunstanciada del sistema de estudios en el establecimiento”, febrero de 1861, vol. 282, exp. 5, f. 243. También *La Escuela de Agricultura*, “Personal científico de la escuela”, 1 de junio de 1878, núm 1, tomo 1, p. 1, HNDM-UNAM.

²⁰ BNAH-ENA, vol. 274, exp. 1, “Oficios al director de la escuela sobre nombramientos de profesores”, 23 de febrero de 1857, fo.1, BNAH-ENA, vol. 274, exp.1, “Varios oficios al Director de la Escuela”, 1857, f. 1.

²¹ BNAH-ENA, “Expedientes sobre clases y profesores, 1859-1861, vol. 282, exp. 6, f. 297.

²² HNDM-UNAM, *La Escuela de Agricultura*, “Personal científico de la escuela”, 1 de junio de 1878, núm 1, tomo 1, p. 1.

²³ Barreiro (1906:26, 37, 74). Además, “Programas de estudio y libros de texto de la escuela”, 1900, en AGNM Administración Pública Federal s. XIX, Instrucción Pública y Bellas Artes, caja 222, exp.11, f.119 y 385.

²⁴ Barreiro (1906:37). Además “Programas de estudio y libros de texto de la escuela”, 1900, en AGNM Administración Pública Federal s. XIX, Instrucción Pública y Bellas Artes, caja 222, exp. 11, f. 119 y 385.

²⁵ BNAH-ENA, “Materias estudiadas en las clases en el año escolar de 1859”, 1859, vol 280, exp. 7, f. 164.

²⁶ Por ello Varela afirmó: “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”. BNAH-ENA, “Plan de estudios. Se pide una noticia circunstanciada del sistema de estudios en el establecimiento”, febrero de 1861, vol. 282, exp. 5, f. 245.

²⁷ El libro de Ganot todavía se propuso como libro de texto en el año de 1884 pero ahora

complementado con el libro de J. C. Houzeau *Tratado elemental de meteorología*. En mecánica racional y aplicada se cambió el texto *Elementos de mecánica* de J. L. Bouchardat por el de J. Jariez *Curso elemental de mecánica industrial* por contar con más aplicaciones que el anterior. “Propuestas que los profesores de la ENAV han hecho para los cursos de 1884”, México, D. F., 8 de octubre de 1883, AGNM Instrucción Pública y Bellas Artes, caja 220, exp. 2, f.5/r a f/r-24.

²⁸ “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, pp. 644, 697, 449 y 553 respectivamente, HNDM-UNAM.

²⁹ “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, pp. 644, 697-698, 449-450 y 553, respectivamente.

³⁰ Se tienen conocimientos sobre otros textos de física empleados en la escuela; sin embargo, los documentos en donde aparecen no están fechados. 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: BNAH-ENA, “Factura duplicada de instrumentos y otros objetos encargados para la práctica de los alumnos por conducto del Ministerio de Fomento, a Europa”, 1856, vol. 273, exp. 12, f. 80; “Índice de obras” s/f, vol. 286, exp. 55, f. 414 y “Lista de obras compradas para la biblioteca de la Escuela de Agricultura”, s/f, vol. 286, exp. 88, f. 489 y para los dos últimos textos véase: “Libros de Texto para las Escuelas Nacionales Superiores”, *Revista de la Instrucción Pública Mexicana* (México), 15 de enero de 1897, 15 de febrero de 1898, 15 de junio 1899, pp. 644, 697 y 449, respectivamente.

³¹ “Programas para la Escuela Nacional de Agricultura”, *Revista de Instrucción Pública Mexicana* (México), 1 de diciembre de 1899, pp. 723 y 725, HNDM-UNAM.

³² “Programas para la Escuela Nacional de Agricultura”, *Revista de Instrucción Pública*

Mexicana (México), 1 de diciembre de 1899, pp. 728-731, HNDM-UNAM.

³³ Biblioteca Magna Universitaria “Raúl Rangel Frías” (UANL-Colección digital). *Ley de instrucción para las escuelas nacionales de ingenieros y de agricultura. Reglamento de Ley*. México: Imprenta de la Secretaría de Fomento, mayo 15 de 1883, pp. 23-25. Disponible en: <http://cdigital.dgb.uanl.mx/la/1080078821/1080078821.html> (consultado 10 de septiembre de 2010).

³⁴ HNDM-UNAM, “Reorganización de la Escuela de Agricultura”, *Revista de la Instrucción Pública Mexicana* (México), tomo 1, núm. 12, 1 de septiembre de 1896, p. 359.

³⁵ “Libros de Texto para las Escuelas Nacionales Superiores”, *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, pp. 644, 697-698, 449-450 y 55, respectivamente.

³⁶ *Revista de la Instrucción Pública Mexicana* (México), tomo 1, núm. 8, México, 1 de julio de 1896, p. 235, HNDM-UNAM.

³⁷ El tratado de agrimensura de Soldevilla se usó en 1897 para la clase de topografía, drenaje y riegos, y en 1898 para la clase de topografía y nivelación. Hasta 1899 se incorporó como parte de la clase de mecánica agrícola. *Revista de la Instrucción Pública Mexicana* (México), tomo 1, núm. 21, México, 15 de junio de 1899, p. 450, HNDM-UNAM.

³⁸ *Revista de la Instrucción Pública Mexicana* (México), tomo 1, núm. 25, México, 15 de febrero de 1898, p. 697, HNDM-UNAM.

³⁹ “Programas para la Escuela Nacional de Agricultura”, *Revista de Instrucción Pública Mexicana* (México), 1 de diciembre de 1899, pp. 731-732 y 734, HNDM-UNAM.

⁴⁰ Ante esta situación, el personal docente expresaba su molestia de la siguiente manera: “Todos los profesores lamentamos que los jóvenes que siguen la carrera de mayordomo de fincas rústicas se presenten con tan pocos conocimientos que la tarea de hacerles aprender los cursos científicos se vuelve excesivamente penosa”. *Revista de Instrucción Pública Mexicana* (México), tomo 1, núm. 8, julio 1 de 1896, p. 235, HNDM-UNAM.

⁴¹ En el primer semestre se estudiaban nociones de álgebra y geometría; de física y meteorología; y de mecánica general y agrícola. En el segundo: nociones de agronomía; de construcciones rurales, montar y desmontar maquinaria agrícola, tractores, etcétera, y estudio del material empleado en su construcción. En el tercero: dibujo lineal y de máquinas; instalación de plantas generadoras de fuerza (motores de vapor, explosión y eléctricos); prácticas de manejo de motores de vapor, explosión y eléctricos; conocimiento de bombas y turbinas para irrigación; determinación del trabajo mecánico y rendimiento de los tractores; instalación de líneas de elevación, transformadores, conmutadores, tableros de distribución; instalación de árboles de transmisión, etc., para el movimiento de las máquinas de taller (Gómez, 1976:47).

⁴² Barreiro (1906:11, 26, 38, 75). Además “Personal científico de la escuela”, *La Escuela de Agricultura*, 1 de junio de 1878, núm 1, tomo 1, p. 1, HNDM-UNAM.

⁴³ BNAH-ENA, “Inventario de la cátedra de física”, 31 de agosto de 1856, vol. 272, exp. 43, f. 463/r-464/r.

⁴⁴ BNAH-ENA, “Inventario de la cátedra de física”, 31 de agosto de 1856, vol. 272, exp. 43, f. 463/r-464/r.

⁴⁵ BNAH-ENA, “Catálogo de instrumentos de Física para la Escuela Nacional de Agricultura”, 1856, vol. 273, exp. 14, f. 93 y 93/r.

⁴⁶ BNAH-ENA, “Catálogo de instrumentos de Física para la Escuela Nacional de Agricultura”, 1856, vol. 273, exp. 14, f. 93 y 93/r.

⁴⁷ *Catalogue et prix des instruments d'optique, de physique, de chimie, de mathématiques, d'astronomie et de marine qui se trouvent ou s'exécutent dans les magasins et ateliers de Lerebours et Secretan*. París, 1853. Disponible en: <http://www.sil.si.edu/digitalcollections/trade-literature/scientific-instruments/pdf/sil14-51737.pdf> (consultado junio 2010).

⁴⁸ Al autorizar la solicitud y canalizarla al ministro de Fomento, Manuel Siliceo, opinó lo siguiente “Aunque la lista se refiere al catálogo de Lerebours, no es porque esta Dirección de 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 le reciba allá una persona inteligente”. BNAH-ENA, “Expedientes sobre instrumentos encargados para las clases”, febrero 1857, col. 276, exp. 23, f. 129.

⁴⁹ BNAH-ENA, “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, vol. 276, exp. 23, f. 136/r.

⁵⁰ Esta fue la petición de Varela: “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 [...] 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”. En esos años no se acostumbraba que los estudiantes manejaran equipo de laboratorio, sólo observaban lo que hacía el preparador. Quizá esta decisión se debió a las dificultades que existían para contar con recursos suficientes para comprar el equipo, pero también por lo difícil que era que llegaran en buen estado desde su salida de Europa hasta su llegada al colegio. BNAH-ENA, “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, vol. 276, exp. 23, f. 136/r.

⁵¹ BNAH-ENA, “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, vol. 276, exp. 23, f. 133-136/r.

⁵² BNAH-ENA, “Plan de estudios. Se pide una noticia circunstanciada del sistema de estudios en el establecimiento”, febrero 1861, v. 282, exp. 5., f. 246.

⁵³ BNAH-ENA, “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, vol. 286, exp. 11, f. 50.

⁵⁴ La misma suerte tuvieron los utensilios y herramientas de agricultura y veterinaria, los libros de la biblioteca y el gabinete de historia natural (Alvarado, 2005:277-291).

⁵⁵ *La Escuela de Agricultura* (México), Tip. Literaria de Filomeno Mata, 1878, HNDM-UNAM.

⁵⁶ “Meteorología y física vegetal”, *La Escuela de Agricultura*, 1 de octubre de 1878, p. 1, HNDM-UNAM.

⁵⁷ Por ejemplo, el ingeniero agrónomo Gabriel Hinojosa opinó sobre el actinómetro: “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*” (Segura, 1879:95).

⁵⁸ Al finalizar el siglo XIX, se esperaba que el ingeniero agrónomo comprendiera, a través de la física, los 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.

⁵⁹ El Observatorio de la ENAV publicaba tablas de datos meteorológicos en la revista *La Escuela de Agricultura*, éstas proporcionan datos sobre: la temperatura a distintas horas del día; la cantidad de lluvia y de nubes; la dirección y la fuerza de los vientos; los cambios de presión en el aire y los índices de humedad. Asimismo, en las tablas se señalan los instrumentos empleados y se mencionan, por ejemplo: el termómetro para obtener la temperatura; el barómetro para medir la presión o el psicrómetro para obtener los índices de humedad a partir del vapor

de agua. Aunque la tabla no lo especifica, el pluviómetro se usó para medir la cantidad de lluvia, el anemómetro para determinar la fuerza de los vientos, y el anemoscopio para indicar los cambios en su dirección. *La Escuela de Agricultura* (México), 15 de diciembre de 1880, p. 115, HNDM-UNAM. Para las obligaciones del personal de la escuela: “Reglamento económico de la Escuela Nacional de Agricultura y Veterinaria”, *Revista de la Instrucción Pública Mexicana* (México), 1 de enero de 1899, pp. 421-422, HNDM-UNAM.

Siglas de los archivos consultados

- BNAH-ENA Biblioteca Nacional de Antropología e Historia “Eusebio Dávalos Hurtado”. Archivo de la Escuela Nacional de Agricultura.
- AGNM Archivo General de la Nación, México.
- AHPM-UNAM Acervo Histórico del Palacio de Minería, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México.
- HNDM-UNAM Hemeroteca Nacional Digital México, Instituto de Investigaciones Bibliográficas de la UNAM.
- BNF Biblioteca Nacional de Francia

Referencias

- Alvarado, María de Lourdes (2005). “El claustro de la universidad ante las reformas educativas de 1833”, en E. González y Leticia Pérez (coord.) *Permanencia y cambio 1. Universidades hispánicas 1551-2001*, Ciudad de México: CESU-UNAM, pp. 277-291.
- Barba, Rafael (1896). *Mecánica agrícola*, México.
- Barreiro, Adolfo (1906). *Reseña histórica de la enseñanza agrícola y veterinaria en México*, México: Tipografía El libro del Comercio.
- Bazant, Mílada (1983). “La enseñanza agrícola en México: prioridad gubernamental e indiferencia social (1853-1910)”, *Historia Mexicana* (México), vol. XXXII, núm. 3, pp. 349-388.
- Cabrera Oropeza, J. (1991). “Un científico poblano ignorado. José Joaquín Arriaga”, *Puebla Mágica* (México), año I, núm.2, noviembre, pp. 12-13.
- Cervantes Sánchez, J. M.; López Montelongo, C. y Román de Carlos, A. M. (2009). *La medicina veterinaria mexicana (1853-1985)*, Ciudad de México: UNAM.
- Davy, Marié (1888). *Météorologie et physique agricoles*, 3 ed., París: Librairie Agricole de la Maison Rustique, AHPM-UNAM.
- Deschamps Ramírez, Paulina (2010). *Los estudios de física y sus instrumentos en la Escuela Nacional de Agricultura y Veterinaria, siglo XIX*, tesis de licenciatura en Historia, Ciudad de México: FFyL-UNAM.

- Escobar, Rómulo (1909). *La instrucción agrícola en México*, Estación Agrícola Central, boletín núm. 18, México: Imp. y fototipia de la Secretaría de Fomento.
- Fernández Leal, Manuel (1884). *Hidromensura o medida del agua*, Ciudad México: Ofic. Tip. de la Secretaría de Fomento, AHPM-UNAM.
- Ganot, Adolphe (1860). *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, AHPM-UNAM.
- Gómez, Marte R. (1976). *Episodios de la vida de la Escuela Nacional de Agricultura*, Chapingo: Centro de Economía Agrícola, Colegio de Posgraduados, Escuela Nacional de Agricultura.
- Gómez, Marte R. (1976b). *Biografías de agrónomos*, México: Colegio de Posgraduados, Escuela Nacional de Agricultura.
- Langlebert, J. (1874). *Manuel de physique*, París: Imprimerie et Librairie Classiques.
- Luelmo, Julio (1975). *Historia de la agricultura en Europa y América*, Madrid: Ediciones Istmo.
- Maroto Borrego, J.V. (1998). *Historia de la agronomía. Una visión de la evolución histórica de las ciencias y técnicas agraria*, Madrid: Mundi Prensa.
- Mesa A., Manuel (1936). "Historia y finalidad de la Escuela Nacional de Agricultura", en *Problemas de la enseñanza agrícola*, Ciudad México: Liga de Agrónomos Socialistas, Editorial Ramírez Alonso, pp.3-13.
- Navarro Soler, D. (2007). *La atmósfera en sus relaciones con la agricultura y el pronóstico del tiempo*, edición facsimilar de la de 1877, Valladolid: Maxtor.
- Núñez, Miguel (2004). *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.
- Pacheco Mejía, I. A. y M.P. Ramos Lara (2009). "Difusión de temas astronómicos en algunas revistas científicas mexicanas del siglo XIX", en *La Astronomía en México durante el siglo XIX*, Ciudad de México: UNAM, pp. 85-112.
- Palacios Rangel, María Isabel (1999). *Los directores de la Escuela Nacional de Agricultura*, México: Universidad Autónoma Chapingo.
- Ramos Lara, María de la Paz (1996). *Historia de la física en México en el siglo XIX. Los casos del Colegio de Minería y la Escuela Nacional de Ingenieros*, tesis doctoral, México: FFyL-UNAM.
- Ramos Lara, María de la Paz (2001). "La Escuela Nacional de Ingenieros en el siglo XIX", en *La educación superior en el proceso histórico de México*, tomo II, Siglos XIX-XX, Ciudad de México: SEP/ ANUIES/ UABC, pp.188-195.
- Ramos Lara, María de la Paz (2007). "El Colegio de Minería, la Escuela Nacional de Ingenieros y su proyección en otras instituciones educativas de la ciudad de México (Siglo XIX)", en M. P. Ramos Lara y R. Rodríguez Benítez (coords.), *Formación de ingenieros en el México del siglo XIX*, México: UNAM/UAS, pp. 21-45.
- Río de la Loza, Leopoldo (1967). "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*, Ciudad México: Costa Amic, pp.179-202.

- Ríos Vargas, Roberto y M. P. Ramos Lara (2004). “La primera cátedra de física médica en México”, *Boletín de la Sociedad Mexicana de Física*, vol. 18, núm 3, oct-dic, pp. 229-233.
- S/a (1853). *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*, París. Disponible en: <http://www.sil.si.edu/digitalcollections/trade-literature/scientific-instruments/pdf/sil14-51737.pdf> (consultado junio 2010).
- S/a (1846). *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: Imprenta José Mariano Lara.
- Tresca, Alfonse (1893). *Le matériel agricole moderne. Instruments d'extérieur de ferme*, tomo 1, col. Bibliothèque de l'enseignement agricole, París: Librairie de Firmin-Didot et Cie. AHPM-UNAM.
- Urbán Martínez, Guadalupe (2007). “La creación de la carrera de Ingeniero Agrónomo en México”, en M. P. Ramos Lara y R. Rodríguez Benítez (coords.), *Formación de ingenieros en el México del siglo XIX*, México: UNAM/UAS, pp. 47-73.

Artículo recibido: 8 de agosto de 2011

Dictaminado: 18 de octubre de 2011

Segunda versión: 11 de enero de 2012

Comentarios a la segunda versión: 24 de enero de 2012

Aceptado: 12 de marzo de 2012