



UNIVERSIDAD DE MURCIA

DEPARTAMENTO DE DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES

El material científico para la enseñanza de la
botánica en la Región de Murcia (1837-1939)

D. José Pedro Marín Murcia
2014



UNIVERSIDAD DE MURCIA

DEPARTAMENTO DE DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES

El material científico para la enseñanza de la
botánica en la Región de Murcia (1837-1939)

Tesis doctoral

Presentada por:

José Pedro Marín Murcia

Directores:

Dr. José Mariano Bernal Martínez

(Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales)

Dr. José Damián López Martínez

(Departamento de Teoría e Historia de la Educación)

**MURCIA
2014**

Mi más sincero agradecimiento a José Mariano Bernal Martínez y a José Damián López Martínez por su guía y apoyo a lo largo de esta investigación.

Igualmente, deseo hacerlo extensivo al Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y al equipo de compañeros investigadores del CEME, especialmente a Antonio Viñao, como también a los profesores del Instituto Alfonso X el Sabio y de la Facultad de Biología por la ayuda que me han prestado.

A mis padres José Pedro y Pilar. A Maxi, Alejandro y Carmen, familia y amigos, a todos aquellos que han estado cerca de mí en esta trayectoria.

ÍNDICE

Introducción	7
Origen y propósito de la investigación.	7
Plan y estructura del trabajo.	16
1. La botánica como disciplina de enseñanza: finalidad educativa y orientaciones pedagógicas	25
1.1. Origen y primeros pasos de la botánica.	28
1.2. La importancia de los jardines botánicos. El Jardín Botánico de Madrid.	36
1.3. De Lagasca a Colmeiro: hacia una flora ibérica.	38
1.4. Consolidación y evolución de la disciplina: de la botánica clásica a la ecología y la fisiología.	40
1.5. La botánica en los planes de estudios universitarios.	43
1.6. La botánica en la segunda enseñanza.	49
1.7. La escasa presencia de las ciencias de la naturaleza y la botánica en la escuela.	53
2. La evolución de las orientaciones para la enseñanza de la botánica.	59
2.1. Instituciones que favorecieron la renovación científica y pedagógica de la enseñanza de las ciencias.	60
2.1.1. La Sociedad Española de Historia Natural y sus propuestas.	61
2.1.2. La Institución Libre de Enseñanza.	65
2.1.3. El Museo Pedagógico Nacional.	67
2.1.4. La Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas.	70
2.1.5. La Escuela de Estudios Superiores del Magisterio.	76
2.2. Las iniciativas para la renovación científica y pedagógica de la enseñanza de la botánica.	79

2.2.1. Los cursos de formación del profesorado y de investigadores.....	80
2.2.2. Los pensionados de la Junta para Ampliación de Estudios.....	86
2.2.3. Las revistas profesionales difusoras de las nuevas orientaciones para la enseñanza de las ciencias.....	89
2.3. Nuevas orientaciones en la enseñanza de la botánica.....	94
2.3.1. El <i>Nature Study</i>	94
2.3.2. Escuelas al aire libre.....	100
2.3.3. Excursiones botánicas: trasladar el aula a la naturaleza.....	103
2.3.4. El dibujo científico como herramienta de observación.....	109
3. La enseñanza de la botánica en la Región de Murcia.....	115
3.1. La Escuela de Magisterio de Murcia. Nociones de Agricultura: la botánica para los maestros.....	117
3.2. El Instituto Provincial y las cátedras de Historia Natural y de Agricultura.....	122
3.2.1. Ángel Guirao, un botánico de primer nivel.....	123
3.2.2. Francisco Cánovas Cobeño y el coleccionismo en los estudios de la naturaleza.....	126
3.2.3. José Echegaray y la cátedra de Agricultura.....	128
3.2.4. Tomás Museros y la consolidación de la cátedra de Agricultura.....	130
3.2.5. La botánica en el Instituto con el nuevo siglo.....	132
3.3. Los estudios de botánica y biología en la Universidad de Murcia.....	133
3.3.1. Las asignaturas de Botánica y Biología General.....	136
3.3.2. La extensión universitaria y su relación con la biología vegetal.....	143
3.4. La botánica y la educación no formal: la Fiesta del Árbol y Ricardo Codorniu...	146
4. Los manuales, libros de texto y de lectura: el material más tradicional en la enseñanza de la botánica.....	155
4.1. <i>Manual de Agricultura</i> de Alejandro Oliván.....	160

4.2. El <i>Manual de Historia Natural</i> de Galdo	161
4.3. El <i>Manual de Botánica General</i> de Lázaro e Ibiza: abriendo el camino a la divulgación de la botánica.	166
4.4. <i>Curso de Historia Natural</i> de Cánovas Cobeño.....	169
4.5 Una nueva forma de estudiar la naturaleza: la biología y su práctica en los <i>Elementos de Historia Natural</i> de Bolívar, Calderón y Quiroga..	171
4.6. <i>Páginas sobre Ciencias Físicas y Naturales</i> de Juan Benejam.....	176
4.7. <i>Compendio de Historia Natural</i> de Cazorro, Martínez y Hernández.....	177
4.8. El libro de texto de Biología en la Universidad de Murcia.	179
4.9. <i>Las Ciencias en la escuela</i> de Aurelio Rodríguez Charentón.	182
4.10. <i>El libro de la vida</i> de Enrique Rioja.	187
5. El material didáctico en la enseñanza de la botánica: láminas y modelos	193
5.1. Las láminas didácticas: la naturaleza en las paredes del aula.....	193
5.1.1. Las colecciones más importantes en el periodo objeto de estudio.	203
5.1.2. Las láminas utilizadas en la Región de Murcia.	214
5.2. Modelos anatómicos de plantas.....	224
5.2.1. Las colecciones más importantes en el periodo objeto de estudio.	226
5.2.2. Los modelos utilizados en la Región de Murcia.....	231
6. La naturaleza como material para la enseñanza de la botánica.	247
6.1. Los herbarios y su utilidad pedagógica.	250
6.2. Los jardines botánicos y el jardín escolar.....	252
6.3. Las colecciones comercializadas de material procedente de la naturaleza..	261
6.4. Estudio de las colecciones utilizadas en la Región de Murcia.	264

6.4.1. Las plantas del Jardín Botánico del Instituto Provincial de Murcia.	264
6.4.2. Los árboles del Parque Ruiz Hidalgo.	271
6.4.3. El Herbario de Ángel Guirao.	274
7. El material óptico para el estudio de la botánica en el campo y el laboratorio.	281
7.1. Instrumentos más importantes en el periodo objeto de estudio.	285
7.2. Las lupas y los microscopios utilizados en la Región de Murcia.	288
7.3. Preparaciones microscópicas.	293
7.4. Las preparaciones microscópicas utilizadas en la Región de Murcia.	299
7.4.1. Preparaciones microscópicas de la casa Hensoldt.	299
7.4.2. Preparaciones microscópicas realizadas en el Laboratorio de Biología,.....	301
Conclusiones de la investigación.	307
Referencias bibliográficas y fuentes documentales.	327
Archivos y fondos históricos.	327
Referencias bibliográficas.	333
Anexo I. Galería de figuras.	359
Anexo II. Tablas de inventarios.	395
Anexo III. Ejemplos de fichas de los materiales estudiados.	425

INTRODUCCIÓN

Introducción.

Origen y propósito de la investigación.

Este trabajo se enmarca en el ámbito de las investigaciones que se vienen realizando en la Universidad de Murcia en el campo interdisciplinar de la didáctica de las ciencias y la historia del currículum, mediante la colaboración entre los Departamentos de Didáctica de las Ciencias Experimentales y de Teoría e Historia de la Educación. Fruto de esta labor interdepartamental ha surgido, y se ha consolidado, una línea de investigación sobre el proceso de construcción de la didáctica de las ciencias como disciplina de enseñanza en España en la que ya se han realizado tres Tesis Doctorales: *La renovación de las orientaciones para la enseñanza de las ciencias en la educación primaria en España*, presentada por José Mariano Bernal, *La enseñanza de la física y la química en la educación secundaria del primer tercio del siglo XX en España*, por José Damián López, y la realizada por María Ángeles Delgado sobre *Las primeras mujeres en el proceso de construcción de la Didáctica de las Ciencias en España*.

El problema que guía esta nueva investigación es el estudio de la evolución del material científico utilizado para la enseñanza de la botánica en los centros educativos murcianos. El trabajo forma parte del programa de actuaciones establecidas por el Centro de Estudios sobre la Memoria Educativa de la Universidad de Murcia (CEME), cuya finalidad primordial es la de estudiar y difundir la memoria y el patrimonio histórico-educativo de las instituciones educativas y de los docentes de la Región de Murcia. El material de enseñanza, integrado tanto por el material u objetos producidos fuera de las instituciones educativas, como por los elaborados en el seno de dichas instituciones, se considera actualmente un recurso inestimable para abordar la historia de las disciplinas escolares como saberes generados en el interior del mundo escolar. Desde esta perspectiva, los materiales de enseñanza utilizados o no en distintos momentos de la historia educativa constituyen un objeto de análisis privilegiado en el que se materializa lo propuesto, lo prescrito y lo realmente acaecido en los procesos de enseñanza y de aprendizaje.

Uno de los rasgos esenciales de las ciencias naturales en general y también de

forma específica de la botánica, es el carácter práctico y experimental que deben tener algunas de las actividades que se proponen para su enseñanza. Estas actividades constituyen un recurso imprescindible para conseguir poner al alumno en contacto con los seres y objetos naturales, ya que proporcionan un conocimiento vivencial de la realidad que les rodea. Las herramientas para la enseñanza de la botánica clásica eran, entre otras, la realización de herbarios, la utilización de ilustraciones esquemáticas y diagramas florales y la observación de los ejemplares en jardines botánicos o en el campo. Para el estudio de la naturaleza, tanto en los niveles educativos correspondientes a la enseñanza primaria y secundaria como en las enseñanzas universitarias, se ha recomendado la utilización de un determinado material científico con diferentes objetivos didácticos: ilustrar las explicaciones del profesor y realizar comprobaciones. Los materiales didácticos utilizados en cada momento -láminas, modelos, colecciones, herbarios, microscopios, lupas, etc.-, se convierten así en claros indicadores del tipo de actividad desarrollada en las aulas (Bernal, 2001).

Podemos clasificar de diferentes maneras los materiales, instrumentos, aparatos, colecciones de modelos y ejemplares de seres vivos, o las láminas para utilizar en el laboratorio y en el aula (Bernal y López, 2007b). El material representativo de la naturaleza es muy abundante para el estudio de la botánica descriptiva, ya que ofrece una aproximación de lo real: láminas, diapositivas, colecciones, objetos y modelos. Por otro lado, el material experimental ayuda a percibir los fenómenos naturales; por ejemplo, los experimentos sobre la fotosíntesis o la germinación de semillas, frecuentes en las prácticas de fisiología vegetal, donde incluimos el uso del microscopio, los aparatos de cultivos vegetales y las preparaciones microscópicas. Dentro de la categorización del material escolar el tipo representativo se considera más tradicional mientras que el experimental ofrece posibilidades de manipulación por parte del alumno (Ruiz Berrio *et al.*, 2002).

Al clasificar los instrumentos científicos históricos se puede distinguir entre los que son de observación y los de experimentación, o instrumentos pasivos y activos (Bertomeu y García, 2002). En el trabajo botánico, los materiales de observación serían aquellos instrumentos que nos permiten la ampliación de detalles: la lupa sería el más utilizado con todas sus variantes, posibilidades de aumento y autonomía, y para lo que

escapa a su resolución óptica, el microscopio, sobre todo para organismos como las algas unicelulares o para analizar los tejidos vegetales.

Algunos investigadores han denominado al proceso de investigación de las herramientas intelectuales y materiales en la exploración e interpretación de la naturaleza como la “apertura de las cajas negras” (Bertomeu y García, 2002: 2). Los objetos cotidianos existentes en los centros educativos son medios y objetos cargados de significados que nos informan de la intrahistoria de los procesos educativos, de sus prácticas, metodologías de enseñanza, organización de los centros escolares, y relaciones entre los alumnos, docentes, administraciones educativas, la institución escolar y la sociedad (Moreno Martínez, 2007). De este modo, los distintos elementos que componen el material científico y pedagógico utilizado históricamente, adquieren la categoría de registros fósiles que permiten reconstruir la historia material de la educación. En estos restos recuperados residen ciertos testimonios de lo que los historiadores llaman la “cultura escolar” (Viñao, 2002) o, en otros casos, la “gramática de la escolarización” (Tyack y Cuban, 1995), un código visible o invisible, pero sin duda regulado, que hace que la cultura escolar sea expresión del hábito profesional de los enseñantes y de los estereotipos en que se han socializado los sujetos. Así, el estudio de la evolución del material científico puede ser el mejor indicador de los cambios que se producen en los planteamientos y estrategias didácticas llevadas realmente a la práctica de las aulas (Bernal, López y Moreno, 2008).

La revisión de la historiografía educativa española evidencia la escasa atención prestada en el pasado al estudio del patrimonio histórico de las instituciones educativas. Ha sido en los últimos años cuando el estudio de la cultura material de los centros de enseñanza se ha convertido en un campo de investigación emergente, abordado desde distintas ópticas y perspectivas, que está permitiendo el establecimiento de vínculos entre diferentes disciplinas como la Historia de la Educación, la Historia de la Ciencia, la Museología, la Didáctica de las Ciencias Sociales o la Didáctica de las Ciencias Experimentales (Bernal, Delgado y López, 2009). Los intentos llevados a cabo en nuestro país para proteger, recuperar, estudiar y difundir el patrimonio histórico-educativo se han visto reforzados por el auge del museísmo pedagógico y la

instauración de museos de ciencias, museos de educación y centros de investigación sobre el patrimonio educativo.

La creación de la Sociedad Española para el Estudio del Patrimonio Histórico-Educativo (SEPHE) y la celebración de reuniones científicas, jornadas, congresos y coloquios han permitido seguir explorando la memoria de la educación y de las instituciones educativas. La difusión de trabajos y estudios (Escolano y Hernández Díaz, 2002; Escolano, 2007; Viñao, 2008; Ruiz Berrio, 2010), la celebración de exposiciones pedagógicas y la publicación, en su caso, de catálogos de dichos eventos (OCNI, 2002; *Abriendo las cajas negras*, 2002; *Las ciencias en la escuela*, 2012), y la celebración anual de las *Jornadas de Institutos Históricos*, han dejado patente el interés por la cultura material e inmaterial de las instituciones educativas, siendo la memoria histórica de nuestro patrimonio educativo, un campo historiográfico emergente. En este sentido, se vienen realizando trabajos de recuperación, catalogación, conservación y análisis didáctico del material científico de instituciones docentes del siglo XIX y XX que, además de difundir el rico patrimonio histórico-educativo de tales centros educativos, contribuyen también a recuperar la memoria histórica de la ciencia española y de su enseñanza (Vázquez, 1993; Sisto, 1999; García y Villada, 2000; García del Real, 2001; Simón, 2004; Vidal, 2008; Delgado *et al.*, 2007; Castellón y Sánchez, 2008; VVAA, 2008; Zamoro, 2010; López-Ocón y Pedrazuela, 2011; Aragón, 2011). De forma paralela, existe un creciente interés por la conservación, catalogación, exposición y estudio del patrimonio histórico-educativo como resultado del auge del museísmo pedagógico, de la instauración de museos de educación como el Museo Pedagógico de Galicia, el Museo Pedagógico de Aragón, el Museo Pedagógico Andaluz, el Museo del Niño de Albacete, el Museo de la Escuela Rural de Asturias, el Museo-Laboratorio “Manuel Bartolomé Cossío” de la Universidad Complutense de Madrid, el Museo Pedagógico de la Universidad de Salamanca, Museo Pedagógico de la Universidad de Huelva y el Museo de Educación de la Laguna, entre otros (Delgado *et al.*, 2007).

Hasta no hace mucho en nuestro país no era muy corriente que las universidades dieran cobijo a museos en el seno de sus facultades. Por suerte, se aprecia como los museos y gabinetes de ciencias naturales se han convertido en los hijos predilectos de muchas instituciones académicas y pueden apoyar activamente el papel pedagógico de

escuelas, institutos y universidades (Del Baño, 2003). No ha sido un camino fácil, ya que había un cierto olvido de los propios científicos hacia el material, por percibirlos como herramientas de trabajo que habían dejado de ser útiles o anticuadas (Bertomeu y García, 2002). En muchos casos esos materiales se han conservado gracias a la altura de miras de los profesores que supieron ver que el patrimonio cultural no sólo se refiere a manifestaciones artísticas y literarias, y que la cultura científica, fruto de la actividad docente e investigadora, estaba presente en los materiales de enseñanza.

Argumenta Agustín Escolano (2012) que la labor de rescate, salvaguarda y vigilancia de esos bienes culturales ha de acompañarse de una labor de interpretación, de releer el patrimonio recibido y darle nuevos sentidos. En este sentido, se han incorporado también centros de interpretación y de investigación sobre el patrimonio educativo como el Centro Internacional de la Cultura Escolar (CEINCE) en Berlanga de Duero, bajo la dirección de Agustín Escolano, o el Centro de Estudios sobre la Memoria Educativa (CEME) en la Universidad de Murcia, una iniciativa nacida bajo la dirección del profesor Antonio Viñao, constituido en mayo de 2009 con la finalidad de favorecer, impulsar y desarrollar, al servicio de la comunidad educativa, universitaria y de la sociedad murciana en general, la preservación, estudio y difusión de la memoria y el patrimonio histórico-educativo de las instituciones educativas de la Región de Murcia.

Algunas intervenciones sobre la recuperación y revaloración de elementos de la cultura material científica son un recurso valioso en internet. Sirva de ejemplo el Museo Virtual de la Historia de la Educación (MUVHE)¹ un espacio museístico en red que pretende ser un espacio abierto y vivo, que en palabras del profesor Antonio Viñao (2012: 648), “en un esfuerzo de incorporar esta memoria educativa al saber colectivo, nos incumbe la tarea de la difusión del estudio del patrimonio educativo, como una función incorporada al mismo”. Otra de las iniciativas a destacar es la realizada a través del proyecto CEIMES (López-Ocón y Ossensbach, 2012) por los institutos históricos más antiguos de Madrid, donde se establecieron criterios comunes de catalogación y

¹ El MUVHE puede ser consultado en la siguiente dirección de internet: <http://www.um.es/muvhe.html> (Consultado el 20/06/2013). El museo cuenta con cinco salas virtuales a las que se puede acceder a través del plano del mismo. En ellas se encuentran las fichas de catalogación de los espacios y edificios educativos, del mobiliario y enseres escolares, del material científico pedagógico y, en la biblioteca, de los manuales escolares y catálogos de material de enseñanza.

preservación de los materiales, diseñando acciones para revalorizar ese patrimonio entorno entre las cuales se encuentra la realización de un museo virtual².

En nuestro caso, la investigación se centra en la conservación, catalogación y estudio del material científico utilizado para la enseñanza de la botánica en la Región de Murcia. Tomamos como referencias más significativas los materiales procedentes de los centros educativos históricos de nuestra comunidad: el Instituto Provincial de Murcia – depositados en el IES Alfonso X-, la antigua Escuela Normal de Maestros –cuyos fondos están en la Facultad de Educación de la Universidad de Murcia -, y las colecciones del antiguo Laboratorio de Biología de la Universidad de Murcia, que están ubicadas en el Museo de la Facultad de Biología, dedicado en honor a José Loustau que fue el primer catedrático de Botánica y Biología de la misma universidad.

La elección de este tema concreto está relacionada con el trabajo que venimos desarrollando desde hace varios años en el MUVHE con la catalogación, estudio, investigación, protección, conservación, uso didáctico y difusión del patrimonio histórico-científico-educativo, así como con la participación en el proyecto de investigación *El patrimonio histórico-educativo de la Región de Murcia. La memoria de los docentes*³. Del esfuerzo colectivo de los participantes en dicho proyecto da muestras la realización de una exposición *Las ciencias en la escuela: el material científico y pedagógico de la Escuela Normal de Murcia*⁴, que mostraba algunos de los rasgos más sobresalientes del proceso de introducción de las ciencias en la escuela tomando como hilo conductor la evolución de los materiales que, en distintos momentos, se emplearon para la enseñanza de las ciencias en la formación del magisterio. El evento contó con la edición de un *Catálogo* coordinado por el profesor J.

² En la página web del proyecto CEIMES se pueden visitar los museos virtuales de los Institutos del Cardenal Cisneros, del Instituto-Escuela (hoy Isabel la Católica), San Isidro y el Cervantes. Hay casi 4800 registros de las colecciones científicas de sus gabinetes de Historia Natural. La página de internet corresponde a la dirección www.ceimes.es (Consultado el 27/02/2014).

³ Proyecto de investigación nº 11903/PHCS/09, sobre «El patrimonio histórico-educativo de la Región de Murcia. La memoria de los docentes» financiado por la Fundación Séneca-Agencia de Ciencia y Tecnología de la Región de Murcia en el marco del II PCTRM 2007-2010.

⁴ Fue promovida por el CEME, y tuvo lugar en la Facultad de Educación del 21 al 30 de noviembre de 2012 con motivo de la celebración del III Foro Ibérico de Museísmo Pedagógico y las V Jornadas Científicas de la Sociedad Española para el Estudio del Patrimonio Histórico-Educativo. La exposición puede ser consultada de forma virtual en la dirección: <http://www.um.es/muvhe/ciencia/> (Consultado el 24/02/2014).

Damián López cuyo núcleo central está constituido por el material científico de biología, física y química depositados en el CEME (López Martínez *et al.*, 2012).

La participación en dichas actividades tiene como precedente la realización entre los años 2000 y 2007 de tareas de conservación, divulgación y catalogación del material científico y pedagógico en el Museo Loustau. Sus colecciones estaban a cargo de Francisco del Baño Breis, como conservador, y de Consuelo Pérez Sánchez profesora del Departamento de Biología Vegetal, ambos discípulos de Loustau y artífices de mantener vivo su legado. El primer contacto con dichos profesores surgió por haber estado encargado desde el curso 1996/97 al 2001/02 de las Jornadas de Puertas Abiertas de la Semana de Biología, organizando las visitas de estudiantes de primaria y secundaria al Museo y a otras dependencias de la Facultad de Biología.

Enseñando el Museo surgieron las primeras preguntas y curiosidades acerca del material científico y su papel en las clases. Conocer de primera mano la experiencia de los profesores Francisco Del Baño y Consuelo Pérez nos aportó nuevos datos sobre a figura de Loustau. Así como la colaboración con el patronato del Museo y miembros del Departamento de Biología Vegetal, en especial, con el profesor Manuel Acosta Echevarría. Esta colaboración en el Museo Loustau y la participación activa en los trabajos realizados en el MUVHE y en el CEME nos permitió profundizar en la historia de la enseñanza de la botánica y en la del material científico utilizado.

Una de las cuestiones que hay que considerar con más detenimiento a la hora planificar una investigación histórico-educativa es la definición del periodo de estudio, la selección de las fechas que acotan la investigación. El profesor Julio Ruiz Berrio recomienda buscar fechas representativas, y que lo sean más que por su significado en la historia política por su significación en la historia de la educación (Ruiz Berrio, 1997). En nuestro caso, aunque los orígenes de los estudios reglados de la Botánica en la Región de Murcia se remontan al siglo XVIII con el desaparecido Real Jardín Botánico de Cartagena (1787-1810), nos propusimos 1837 como fecha inicial del trabajo. Este año fue el de la creación del Instituto Provincial de Segunda Enseñanza de Murcia. La enseñanza de las Ciencias Naturales en los institutos fue introducida desde los primeros momentos en los planes de estudio, bien con un carácter genérico a través de la Historia

Natural (1836) o las Nociones de Historia Natural (1845) o diferenciando su estudio en cada una de las distintas disciplinas que integran las ciencias de la naturaleza (Zoología, Botánica, Geología, etc.).

El Instituto Provincial de Segunda Enseñanza de Murcia fue un centro que destacó por la difusión de la ciencia debido a la calidad y esfuerzo de su profesorado, por sus excelentes colecciones científicas para la enseñanza y por sus valiosos fondos bibliográficos y documentales. También se hizo un gran esfuerzo por divulgar el saber científico a la sociedad (exposiciones, publicaciones, artículos en prensa, conferencias). En relación con el estudio de la botánica existía una cátedra de Agricultura y otra de Historia Natural. Entre los catedráticos de Historia Natural, nos ocuparemos de destacadas figuras como Ángel Guirao y Francisco Cánovas Cobeño entre otros, y en la cátedra de Agricultura estudiaremos la actividad de los catedráticos José Echegaray y Tomás Museros. Junto a la extensa colección de animales disecados, modelos y láminas el Instituto Provincial también contaba con colecciones de semillas, maderas e instrumentos agrícolas. Pero el elemento más importante con el que contó esta institución educativa fue el Jardín Botánico, siendo, como veremos, uno de los más completos a nivel nacional, como lo atestiguan las memorias estudiadas en el Archivo Regional de Murcia.

En la actualidad en el Museo del IES Alfonso X (MUSAX) están depositadas las colecciones del antiguo Instituto de Murcia. El moderno edificio que lo acoge se inauguró en el año 2009, contando cada una de las secciones con un espacio diferenciado y amplio en cuatro grandes áreas: Biblioteca, Ciencias Naturales, Física y Química, e Imagen. Posee una concepción museística con clara vocación de centro científico y docente ya que no se limita al almacenamiento, conservación, exposición y catalogación de sus fondos, sino que pretende trabajar el ámbito del estímulo (Gómez *et al.*, 2009). Gracias al profesor Rafael Marín, director del centro, hemos podido consultar los fondos sobre botánica y agricultura de la Biblioteca y de la Sala Echegaray. En la zona dedicada a las Ciencias Naturales nos detenemos en el estudio de los modelos vegetales, que son una parte del material representativo de botánica que había en el Instituto.

En el CEME estudiamos el material científico y pedagógico que procede en su mayor parte de los gabinetes de Historia Natural y de Física y Química de la antigua Escuela Normal de Murcia y, en menor parte, de la extinta Escuela Aneja a la misma. Los instrumentos, aparatos, colecciones y ejemplares naturalizados, láminas y modelos que se conservan actualmente, constituyen una pequeña parte de todo el material científico con que contó el centro. Los traslados de local, junto con el escaso interés que en épocas pasadas despertó la conservación y preservación del patrimonio educativo, ha hecho que se perdiera parte del material de los antiguos gabinetes científicos de la Escuela Normal (López Martínez *et al.*, 2012). Entre los fondos bibliográficos también se puede consultar una colección muy importante de catálogos y manuales utilizados en dicho centro.

El Laboratorio de Biología de la Universidad de Murcia inició su actividad en 1916. En la actualidad sus fondos están constituidos por instrumentos de investigación, material didáctico, publicaciones y mobiliario además de la biblioteca personal de Loustau, con varios manuales de botánica y numerosas guías de campo. Con el traslado del Departamento de Biología y la inauguración de la nueva Facultad en el Campus de Espinardo, el empeño de los profesores fue la restauración, conservación y estudio de estos fondos, pero también utilizarlos para la enseñanza de la historia de la propia institución y para mantener presente la memoria de José Loustau y de Pedro Hernansaez, su auxiliar en la cátedra de Biología y Geología, bajo cuya responsabilidad estuvieron las clases prácticas de microscopía (Del Baño, 2003).

La selección del año que marca el final del periodo estudiado fue una tarea más sencilla. El año 1939 es una fecha representativa y significativa tanto en la historia política, como en la historia de la educación de nuestro país. En el plano político, no es necesario advertir de que se trata del año en que finaliza la guerra civil española. En el plano histórico-educativo significará el final de todo un movimiento de innovación pedagógica, que tuvo especial incidencia en la renovación de la enseñanza de las ciencias de la naturaleza.

Plan y estructura del trabajo.

Como veíamos en el apartado anterior, esta investigación pretende estudiar, catalogar y difundir la memoria y el patrimonio científico-pedagógico relacionado con la enseñanza de la botánica en la Región de Murcia, fundamentalmente del conservado en los centros docentes que tienen una mayor tradición histórica. Se trata de rescatar iniciativas, procedimientos y materiales útiles para la enseñanza de la disciplina, poniendo en valor dicho patrimonio y difundiendo su conocimiento. Pretendemos reconstruir el proceso de génesis y evolución de la botánica como disciplina de enseñanza en la Región de Murcia, analizando en profundidad el material para la enseñanza de la botánica, su conservación, inventariado, fotografiado y digitalización de documentos, modelos, láminas, seres materiales vivos e inertes; teniendo en cuenta la importancia de las buenas prácticas en la conservación y revalorización del patrimonio de las instituciones educativas (Rodríguez Guerrero, 2008). En el caso de organismos se hace una descripción taxonómica y se explican sus propiedades y usos, haciendo énfasis en las características, funciones didácticas, estado de conservación y bibliografía asociada. También se analizan algunos de los libros de texto más relevantes utilizados, así como libros especializados y guías.

El trabajo se ha organizado en torno a este eje vertebrador y en la estructura del mismo se pueden distinguir dos partes bien diferenciadas. En la primera parte -capítulos I, II y III- tratamos de mostrar la situación de partida, el contexto académico y educativo como referencia inicial que explica los escenarios de uso del material científico relacionado con la enseñanza de la botánica. La segunda parte del trabajo -capítulos, IV, V, VI y VII-, recoge el objeto central de esta investigación: el estudio del material para la enseñanza de la botánica: manuales, cuadernos, láminas, modelos, herbarios, colecciones, lupas, microscopios, en definitiva todo lo necesario para la enseñanza de la botánica en el aula, en el campo o en el laboratorio.

En el *Capítulo I* abordamos los orígenes y el desarrollo de la botánica como campo de estudio e investigación y como materia de enseñanza en los distintos niveles educativos, haciendo especial referencia a la importancia que tuvieron los jardines botánicos en la constitución y consolidación de la disciplina. En el periodo estudiado se

producirá un cambio gradual: la botánica clásica, eminentemente descriptiva y sistemática, va cediendo terreno a los nuevos enfoques evolucionistas y desarrollo experimental que permiten la introducción de campos de estudio como la ecología y la fisiología vegetal. Revisamos también cómo se refleja este proceso en la botánica que, como asignatura completa o como parte de otras asignaturas, se imparte en las escuelas, institutos y universidades del siglo XIX y el primer tercio del siglo XX en España.

En el *Capítulo II* analizamos la renovación de las orientaciones pedagógicas y didácticas para la enseñanza las ciencias, especialmente en los aspectos relacionados con la botánica. Estudiamos en primer lugar las instituciones que favorecieron dicha renovación, destacando las actuaciones de la Real Sociedad Española de Historia Natural, la Institución Libre de Enseñanza, el Museo Pedagógico Nacional, la Junta para la Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas y la Escuela de Estudios Superiores del Magisterio. Todas estas instituciones contribuyeron de manera significativa a la introducción y difusión de nuevas formas de organizar los programas, como el *Nature Study* o las *Open Air School*, que favorecieron la inclusión de los contenidos de botánica en las escuelas españolas. Estos organismos e instituciones propugnaban enfoques metodológicos que favorecían la incorporación de materiales y recursos novedosos -que ya se estaban utilizando en otros países europeos-, y recomendaban la realización de excursiones y la utilización de materiales vivos en un intento de trasladar el aula a la naturaleza.

Finalizamos esta primera parte recogiendo en el *Capítulo III* el estudio sobre la práctica de la enseñanza de la botánica que se hacía en los centros educativos de la Región de Murcia en el periodo establecido. Vemos como en la antigua Escuela Normal de Murcia durante muchos años -desde su inauguración en 1844 hasta el *Plan Profesional* de 1931- la botánica se limitó esencialmente a proporcionar a los futuros maestros algunas nociones de agricultura. Sí hubo mucho mayor nivel científico y académico en la botánica que se impartía en el Instituto Provincial -con profesores como Ángel Guirao, Francisco Cánovas Cobeño, José Echegaray y Tomás Museros, y la consolidación del Jardín Botánico del Instituto-, y, por último, en la Universidad de Murcia, donde destacó la figura del profesor Loustau y la actividad en el Laboratorio de Biología.

La segunda parte -capítulos III, IV, V y VI-, recoge el objeto central de esta investigación: el estudio del material para la enseñanza de la botánica. Hemos realizado la catalogación tomando como referencia los campos de información ofrecidos desde el MUVHE, similares a los propuestos en la catalogación del instrumental de física y química del Instituto de Lorca, donde se recogieron seis categorías de datos que nosotros utilizamos: nombre, colección, dimensiones, material del que están realizadas, datación y funcionamiento (Delgado *et al.*, 2010). Para catalogar el material hemos realizado una clasificación basada en las distintas fichas del MUVHE con un código atendiendo a los distintos tipos, con las siguientes referencias: L para las láminas, M para modelos, IM instrumentos de microscopía y SN seres naturales. En este trabajo presentamos una síntesis de esta catalogación con una breve explicación de cada uno de los materiales estudiados en sus respectivos capítulos, en el anexo II incluimos las tablas con los inventarios de todo el material relativo a botánica y un anexo III con algunos ejemplos de fichas.

Para el estudio y descripción de los materiales hemos seguido estos campos:

Denominación:		Código de ficha:
Descripción:		
Datación:	Procedencia:	Localización:
Niveles educativos:		
Datos técnicos:		
Estado:		
Constructor:	País:	
Medidas:	Número de serie:	
Funcionamiento:		
Uso didáctico:		
Imágenes:		

Nuestra catalogación persigue caracterizar el material didáctico de forma sistemática y con la mayor uniformidad posible, teniendo en cuenta las diferencias de los distintos materiales. Hemos recogido en primer lugar, de forma breve, la denominación del objeto, que se amplía con una descripción detallada que comprende el

contenido y el nombre científico en latín del ejemplar, así como otros aspectos taxonómicos relevantes. En el caso de los ejemplares vivos estudiamos el material *in situ* y se analiza las dimensiones del ejemplar. En el caso de material elaborado incluimos el lugar de procedencia, es decir, donde se construyó el material, así como el centro o museo donde se halla con vistas a que pueda ser visitado y estudiado por otros investigadores. En las especificaciones técnicas, ponemos especial atención en la naturaleza de los elementos que componen el material, ya sea lámina de tela, madera, escayola, etc. Indicamos también el número de piezas, dimensiones y número de serie. El análisis de estas especificaciones nos sirven para establecer el estado general del objeto: presencia de rozaduras, decoloración, pérdida de piezas, etc. Se indica también la casa comercial, empresa o institución que lo elaboró o fabricó y el país de la misma.

La parte fundamental del análisis de cada elemento hace referencia al funcionamiento y a la utilización didáctica del material en cuestión. El funcionamiento recoge los procedimientos de utilización por parte del maestro y la interacción con los alumnos, bien sea en el aula, en el entorno de la escuela, laboratorio, biblioteca o en el campo. Sobre la utilización didáctica recogemos los contenidos teóricos y procedimentales que se podían aprender con el material, conceptos botánicos, fisiológicos, ecológicos y el aprendizaje práctico, como por ejemplo la aplicación del método científico y la forma de trabajar ya fuera en un laboratorio con el microscopio y la elaboración de preparaciones microscópicas, realizando labores de recogida de datos, aprendiendo a hacer esquemas florales y dibujos al salir de excursión en un jardín botánico, o haciendo observaciones de material vivo en el aula.

Para el análisis del material, intentamos simplificar al máximo la rica jerga botánica que acompaña a la morfología y anatomía de los vegetales y hongos. Para ello, seguimos el diccionario de botánica coordinado por Pio Font Quer, una obra que recoge el deseo que Ignacio Bolívar hizo a la Real Sociedad Española de Historia Natural sobre la conveniencia y necesidad de tener un vocabulario de términos técnicos (Font Quer, 1993). Para contrastarlo con la nueva terminología, seguimos obras de botánica regional como la *Flora Básica de la Región de Murcia* (Alcaraz *et al.*, 1997), la *Flora de Murcia* con las claves de identificación de plantas vasculares (Sánchez, 1996) así como el *Manual Descriptivo de Cormófitos* (Carrión *et al.*, 1997). Para la fisiología vegetal

utilizamos obras clásicas como el *Tratado de Botánica* en edición de la época de estudio (Strasburger, 1923), el propio *Manual de Botánica General* para la Universidad de Murcia (Loustau, 1918) y el libro de texto de *Biología y Genética* (Loustau, 1925a).

El *Capítulo IV* comienza con una referencia obligada a los materiales tradicionalmente más empleados para la enseñanza de cualquier materia: los manuales, libros enciclopédicos, guías, lecturas de ampliación o divulgación. En nuestro caso inventariamos los textos de botánica y aquellos de historia natural y agricultura con claro contenido botánico que se conservan en los centros históricos de nuestro estudio o aquellos de los que se tenga constancia por los catálogos de menaje conservados. De entre todo el material estudiado analizamos una serie de textos muy representativos para la enseñanza de la botánica, estudiando su contenido científico y sus características pedagógicas.

En el *Capítulo V* estudiamos el material simbólico, láminas y modelos. Este material, que ha sido criticado con frecuencia desde posiciones didácticas innovadoras, ha sobrevivido durante más de un siglo -con ligeros cambios de soporte- como recurso didáctico para la enseñanza de las ciencias de la naturaleza. A caballo entre las ilustraciones de los libros de textos y las imágenes de las proyecciones, su uso se extendió por nuestro país y por Latinoamérica procedentes en su mayoría de casas comerciales de material educativo de Alemania y Francia. Estos materiales siguieron una evolución técnica en paralelo con su utilización didáctica que analizamos en cada uno de los objetos estudiados.

El ideal pedagógico siempre ha consistido en emplear la propia naturaleza como material para la enseñanza de las ciencias de la naturaleza, por lo cual en el *Capítulo VI* analizamos la utilización de ejemplares vivos, herbarios y colecciones botánicas. Prestamos especial atención al papel de los jardines botánicos y los huertos escolares, y destacamos por su relevancia el Jardín Botánico del Instituto de Murcia, estudiando su evolución y las características de algunos de sus ejemplares. Otro de los elementos analizados han sido los pliegos de herbario de Ángel Guirao, depositados en la Universidad de Coimbra, permitiéndonos conocer parte de la flora de Murcia que los alumnos tenían la oportunidad de estudiar en el Instituto en el siglo XIX.

Finalmente, en el *Capítulo VII* nos ocupamos del material óptico, de los instrumentos científicos imprescindibles en ocasiones para para el estudio de la botánica en el campo y en el laboratorio. Un recorrido por la historia de la microscopía nos acerca a los instrumentos habituales en un laboratorio de la época, con lupas, estereomicroscopios, microscopios ópticos simples o compuestos, microscopios de bolsillo, cámaras para microfotografía, cámaras de dibujo, microscopios de proyección y los aparatos para realizar los cortes de las preparaciones microscópicas, con el estudio de las colecciones realizadas en el Laboratorio de Biología y las que se compraron a la casa Hendsolt de Alemania.

No se entendería una tesis sobre material científico sin un apoyo visual que mostrara las colecciones y la profusa cantidad de material estudiado. Incluimos detalles de los catálogos, escenas de los laboratorios y jardines botánicos, así como planos y fotografías de la época. En conjunto se recogen cincuenta y siete figuras que mostramos en el anexo I.

Incluimos un anexo II con tablas que informan sobre las colecciones de libros inventariados en el Museo Loustau y la biblioteca del MUSAX. También incluimos tablas de las láminas y modelos estudiados, con sus medidas y estado de conservación. Concretamente recogemos los listados de láminas de la colección Historia Natural de Gastón Bonnier, editada por la casa Les Fils d'Émile Deyrolle, y depositados del Museo Loustau; el de láminas de Antonio Vallardi, del CEME; el de la colección de modelos de la casa Les Fils d'Émile Deyrolle, preservados en el Museo Loustau; el de los mismos modelos, del MUSAX, y la lista de modelos de la casa Cultura y Sogeresa, depositados en el CEME. En cuanto al material micrográfico presentamos una tabla con el listado de los instrumentos ópticos ubicados en el Museo Loustau, indicando el modelo, fabricante, composición de las piezas y estado del aparato. Las preparaciones microscópicas de la casa Hensoldt también han sido inventariadas y vienen recogidas en siete tablas por temáticas: colecciones de algas, diatomeas, histología anatómica vegetal y maderas.

En los dos apartados finales del trabajo recogemos las conclusiones de la investigación y las referencias bibliográficas y fuentes documentales manejadas. Sobre estas últimas parece necesario hacer algunas aclaraciones sobre la organización que les hemos dado. En este sentido, distinguimos entre fuentes primarias y fuentes secundarias de la investigación, diferenciando en las fuentes primarias entre documentos de archivo, colecciones legislativas, textos inéditos manuscritos o mecanografiados y libros, artículos de revistas y catálogos correspondientes al periodo estudiado. Los archivos en los cuales hemos obtenido documentación relevante han sido: Archivo Regional de Murcia, lugar donde conseguimos las memorias, exámenes y documentos del Instituto Provincial de Murcia; Archivo de la Universidad de Murcia, donde hemos trabajado con los inventarios, programas y plan de enseñanza de la Escuela Normal de Maestros de Murcia y la información sobre el catedrático universitario José Loustau; Archivo Municipal de Murcia, en cuya hemeroteca encontramos información de la prensa local de la época; Hemeroteca Científica de la Universidad de Murcia, centro en el que hemos consultado memorias y boletines científicos de la Sociedad Española de Historia Natural (en lo sucesivo SEHN). Otras revistas científicas y profesionales de la época han sido consultadas en la biblioteca del Departamento de Teoría e Historia de la Educación, así como en la Biblioteca Nacional y los archivos de la Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas (en lo sucesivo JAE) de la Residencia de Estudiantes de Madrid.

El material ofrecido por los catálogos editados por casas comerciales complementa nuestro estudio. Con el fin de difundir entre el profesorado las ventajas de sus productos, numerosas empresas y casas comerciales publicaron periódicamente catálogos especializados de material de enseñanza. Para la realización de esta investigación utilizamos la completa colección de catálogos de material de enseñanza existente en el CEME. En cuanto a las fuentes secundarias, el carácter interdisciplinar del trabajo ha hecho que tuviéramos que consultar textos y documentación procedentes, fundamentalmente, de cuatro ámbitos disciplinares distintos: la historia de la educación, la historia de la ciencia, la didáctica de las ciencias y la botánica.

Capítulo I

LA BOTÁNICA COMO DISCIPLINA DE ENSEÑANZA:
FINALIDAD EDUCATIVA Y ORIENTACIONES
PEDAGÓGICAS

1. La botánica como disciplina de enseñanza: finalidad educativa y orientaciones pedagógicas.

La importante expansión de la ciencia botánica durante el siglo XIX y principios del XX enriqueció el conocimiento del mundo vegetal en muchas direcciones; al mismo tiempo, supuso la parcelación de esta ciencia en una serie de divisiones. Su objeto ha sido el estudio de los vegetales, considerando una amplia acepción de este término que incluiría, esencialmente, a organismos fotoautótrofos, eucariotas y procariotas (algas cianobacterias). Aunque tradicionalmente la botánica también incluyó el estudio de los hongos, organismos autótrofos eucariotas pertenecientes al reino *Fungi*.

Una historia natural de estos organismos comprendía la descripción de sus formas generales y sus diversos miembros y órganos (morfología y organografía), así como los detalles de su organización interna, anatómica e histología. La morfología nos enseña a conocer y penetrar la forma exterior y la estructura interna de las plantas en estado adulto y durante su desarrollo (Strassburguer *et al.*, 1923). Según Pio Font Quer se divide en morfología general, que incluye a la organografía o descripción de la forma de los diversos órganos vegetales, y morfología experimental, que se sirve de la experimentación para investigar el origen de las formas vegetales (Font Quer, 1993).

La palabra anatomía proviene de los términos griegos “ana-tomé”, disección, y “ana-temno”, cortar o disecar un cuerpo orgánico, siendo la anatomía botánica la parte que estudia la estructura de la parte interna de los organismos vegetales (Font Quer, 1993). Si se reduce al examen detallado de cada una de las partes u órganos considerando su posición respectiva, se habla de anatomía descriptiva; si analiza la constitución de los diversos tejidos que los integran, recibe el nombre de histología vegetal; si investiga la constitución de la célula hasta el grado más ínfimo, se habla de citología vegetal. Cuando la anatomía vegetal no se limita a estudiar los órganos ya adultos, sino que va siguiendo su desarrollo desde que empiezan a formarse, a través de todas sus fases hasta llegar al debido grado de perfección, la anatomía pasa a llamarse ontogénica (Font Quer, 1993). Otras veces se establecen comparaciones entre unos y otros órganos de distintas plantas, con el objetivo de descubrir las analogías y las homologías que puedan presentarse en ellas; en este caso se trata de la anatomía

comparada. El estudio de las funciones de cada uno de los miembros u órganos y elementos anatómicos de los vegetales dio lugar a la fisiología. Describiendo los distintos fenómenos orgánicos, investigando sus causas y analizando la influencia que sobre ellos ejercen los diversos factores o agentes que actúan sobre los organismos (Loustau, 1918). La variante llamada anatomía fisiológica estudia la estructura de las partes y órganos vegetales habida cuenta de la función que desempeñan (Font Quer, 1993).

La historia del reino vegetal a partir de la aparición de estos organismos sobre la Tierra hasta nuestro tiempo, surgió como una especialidad del estudio de los fósiles, la paleobotánica. La distribución de las plantas sobre la superficie del planeta recibía el nombre de geografía vegetal y actualmente geobotánica. Y la indicación precisa de los caracteres que sirven para dividir el reino vegetal en ramas, clases, órdenes, familias, géneros y especies fue la rama denominada taxonomía (De Lanessan, 1883). Esta botánica sistemática o taxonomía botánica es la que reduce los vegetales a sistema y los ordena en base a la morfología principalmente. Partiendo desde el nivel de las diferentes especies⁵ como la unidad fundamental, éstas se agrupan en entidades y sistemas como el género, familia, orden y clase construyendo los sistemas vegetales o métodos de clasificación, que pueden ser arbitrarios si solo tratan de agruparlas para facilitar su orden de manera artificial, o naturales, cuando las disponen según sus afinidades reales. Históricamente los estudios relacionados con las plantas superiores (fanerogamia) tuvieron un mayor peso quedando pendiente el estudio de los organismos englobados en la criptogamia⁶ al desarrollo de la microscopía. La sistemática moderna no sólo se funda en la morfología y anatomía, sino que estudia asimismo su constitución sus caracteres genéticos, su ecología y área de dispersión.

La botánica se enseñaba antiguamente primero con un interés medicinal y luego sistemático. A principio del siglo XX ya había una demanda frecuente para que la

⁵ Según los autores encontramos diferentes definiciones de especie. Según el diccionario de botánica de Font Quer, especie es la limitación de lo genérico en un ámbito morfológicamente concreto. La determinación de los límites específicos es subjetiva y depende de la interpretación individual.

⁶ La criptogamia es una clase del sistema propuesto por Linneo que comprende los vegetales cuya fructificación apenas es visible o no se distingue claramente (Font Quer, 1993). Como grupo sistemático, en la actualidad no tiene razón de ser, y ha sido desechada. Perdura, en el lenguaje botánico el uso de este vocablo para referirse a las algas, los hongos, briófitos y los helechos.

utilidad de las plantas fuera reconocida y así como su valor educativo. Es interesante observar como la botánica comenzó siendo una asignatura con interés eminentemente aplicado y no a la inversa. La ciencia de la botánica tuvo una historia peculiar como objeto de estudio en las universidades, principalmente debido a que su propósito fue mal entendido según advertía Paul Monroe⁷, y también debido a los numerosos aspectos que impidieron una uniformidad en la presentación, siendo de la última de las grandes ciencias en lograr una posición de primer orden en las universidades: “Mucha gente piensa todavía que la botánica es una ciencia que da nombre a las flores, y esta concepción fue un obstáculo para el reconocimiento de la botánica como asignatura universitaria” (Monroe, 1915: 425). La introducción de los principios de fisiología y ecología en los cursos elementales de la ciencia de la botánica no sólo se impuso por el avance y necesidad, también por su gran valor pedagógico. La estructura de la planta y sus relaciones fueron relativamente bien estudiadas por investigadores a finales del XIX y principios del XX, empezando a preocuparse más por la interpretación fisiológica de su anatomía y por las explicaciones ecológicas, siendo la introducción de estas nuevas disciplinas la característica más marcada de los avances en la enseñanza de la botánica durante el periodo de estudio.

En los textos de Historia Natural el estudio de la botánica se dividía en diferentes ramas o partes a la hora de su enseñanza. Así, las asignaturas o planes de estudio durante el siglo XIX comprendían botánica general, botánica especial y la aplicada. La botánica general estudiaba a los seres vegetales considerados en conjunto. Comprendía diversas ramas como la morfología, la organografía, citología, histología, fisiología, así como la parte correspondiente a la taxonomía y sistemática. La botánica especial se estudiaba después de exponer la clasificación y trataba sobre lo específico que presentaran en su organización y fenómenos vitales cada uno de los grupos de la serie (fitografía), así como sobre su distribución; parte esta última correspondiente a la geografía botánica precursora de la ecología.

Cuando el objeto de estudio de la botánica no tiene un punto de vista puramente especulativo sino el de utilizar los vegetales o sus productos recibe el nombre de

⁷ Paul Monroe (1869–1947) fue profesor de Historia de la Educación en el *Teachers College* de la Universidad de Columbia.

botánica aplicada, de la que se dividen numerosas ramas. Por ejemplo, la farmacognosia o estudio de las plantas medicinales y sus productos, las drogas vegetales; la botánica agrícola que estudia la producción de vegetales comestibles, las plantas útiles para la industria y sus derivados; la botánica forestal; y la patología vegetal, sobre las enfermedades de las plantas. Un caso de enfermedad de plantas que tuvo mucha presencia en los materiales educativos fue la lucha contra la filoxera y el mildiu en la vid. En este sentido en Francia se trataba en textos de cursos superiores y clases elementales de la enseñanza secundaria (Pastoriaux y Le Brun, 1933). En España en los catecismos del agricultor y del ganadero en la primera enseñanza (Sancho, 1922) y en el ciclo superior en algunos libros de texto como el usado para la asignatura de Biología en la Universidad de Murcia, donde se mostraba el ciclo de diferentes hongos patógenos (Loustau, 1925a)

1.1. Origen y primeros pasos de la botánica.

La enseñanza de la botánica ha ido paralela al desarrollo de esta disciplina desde el uso médico y agrícola al eminentemente florístico, sistemático-taxonómico hasta llegar a su estudio fisiológico y ecológico. Es necesario un recorrido a través de la historia científica de la botánica para poder entender las disciplinas que la componen, la evolución de su enseñanza y de los diversos materiales científicos y educativos utilizados en el pasado.

Los primeros estudios con cierto carácter científico realizados sobre el mundo vegetal tuvieron lugar en la Grecia clásica por la escuela aristotélica. Teofrasto (374-287 a.C.), discípulo de Aristóteles, es considerado el padre del estudio de las plantas. Siguiendo los pasos que su maestro dio, comenzó ordenando y sistematizando el saber de su tiempo, mencionó unas 400 especies en su obra *Historia de las plantas* y escribió *De las causas de las plantas*. Fue el primero en proponer una clasificación basada en los caracteres propios de los vegetales y no sobre caracteres antropocéntricos. Teofrasto clasificaba el mundo vegetal en árboles, arbustos y hierbas; además pasó a estudiar tanto las especies silvestres como las cultivadas, los árboles maderables y el tratamiento de la

madera, los usos medicinales de las plantas, la reproducción sexual a través de sus flores, frutos y semillas, y los efectos del clima y el cultivo (Dayrat, 2003).

Entre los romanos el interés por la naturaleza y las plantas era eminentemente práctico relacionado con las aplicaciones a la agricultura, la medicina o la descripción geográfica. Algunos de sus autores principales en el campo de la botánica fueron Varrón, Columela o Plinio el Viejo (23-79) que demostró gran afición y entusiasmo por las ciencias naturales. Escribió el tratado *Historia Natural*, una gran enciclopedia donde recopiló todos los conocimientos de su tiempo, incluido el estudio de las plantas. Otro motivo de interés práctico era el medicinal, de hecho el autor más importante en este campo en tiempos del Imperio Romano fue Dioscórides, médico griego del siglo I que sirvió en los ejércitos de Nerón. Como resultado de sus viajes y la experiencia alcanzada escribió *De materia medica*, unos seis libros en los que describía remedios obtenidos de la naturaleza, en especial de 600 especies de plantas. De todas ellas explicó sus virtudes y la forma de administrarlas (Font Quer, 2003). La obra de Dioscórides supuso un referente para los futuros autores hasta el Renacimiento.

El estudio de las plantas permaneció estacionario desde la decadencia del Imperio Romano de Occidente hasta el final de la Edad Media. Ni el periodo árabe en la península ibérica entre los siglos X y XV - lleno de brillantes resultados científicos – los estudiosos refugiados en los conventos custodios de la obra de las civilizaciones pasadas, ni los primeros siglos de las universidades de la Europa occidental hicieron grandes progresos sobre lo conseguido por autores como Plinio o Dioscórides (Lázaro e Ibiza, 1886). Durante la Edad Media, en torno al año mil, se bautizó a la rama de la medicina encargada del estudio de las plantas medicinales con el nombre de botánica (Dayrat, 2003).

En nuestro país la enseñanza reglada de la botánica apareció junto al movimiento humanístico incipiente en las universidades, entre el último cuarto del siglo XV y durante el XVI con la recuperación en las universidades del saber greco-latino. En 1518 Antonio de Nebrija, humanista polifacético, editó en Alcalá la versión latina que Jean de Ruel realizó de la *Materia Médica* de Dioscórides. El médico Andrés Laguna

fue finalmente quien realizó la adaptación de esta obra comentada al castellano, siendo publicada en Amberes en 1555 (López-Ocón, 2003).

El siguiente paso evolutivo de la ciencia de las plantas fue la universalización de su estudio científico. La necesidad de nuevos herbarios locales adaptados a la flora de cada territorio se hizo patente. El caso más importante fue el del herbario alemán, que surgió de un problema de credibilidad hacia el herbario tradicional mediterráneo por las importantes diferencias entre las plantas de los países del centro y los del sur de Europa. Gran parte de las plantas descritas por Dioscórides, Plinio y otros autores romanos no crecían en Alemania. Esto llevaba a los lectores a realizar continuos esfuerzos para identificar las plantas de su entorno con las descritas en los textos.

La transición definitiva ocurrió cuando los autores dejaron de reproducir los libros y de temer modificar lo que se decía en los antiguos textos griegos y romanos. Surgieron nuevas obras escritas en alemán y no en latín o griego, con un lenguaje cercano al pueblo. Eran libros con ilustraciones que pretendían reflejar la naturaleza de un modo realista. Peter Schöffer, impresor de Maguncia⁸, editó en 1430 *Gart der Gesundheit*⁹, del artista y botánico Johann Wonnecke von Kaub, cuyas ilustraciones, hermosas y bien dibujadas, supusieron una inflexión en la historia de la ilustración botánica. La naturaleza en la ilustración botánica se consolidó de una manera esplendorosa cuarenta años más tarde con la obra de Otto Brunfels y el tratado *Herbarium vivae eicones*¹⁰. Autores como Gregorio Mattioli, Tragus, Cordus, Fuch, Ruel y Clusius, entre otros, publicaron obras con grabados que aún se ven con interés en las bibliotecas botánicas, llegando a conocer unas 1300 especies (Lázaro e Ibiza, 1886).

⁸ Los primeros libros de plantas y herbarios centroeuropeos se redactan y se editan en la ciudad alemana de Maguncia a finales del siglo XV. La invención de la imprenta favoreció la difusión y comercialización de estos libros.

⁹ Es el primer libro ilustrado de hierbas en alemán. Su autor, Johann Wonnecke (1430-1504) de Kaub am Rhein trabajó como doctor en medicina en Frankfurt y Main. En el libro se refiere al saber griego, latino y árabe, unido a la experiencia alemana como los conocimientos médicos de la abadesa Hildegard von Bingen. El libro puede ser consultado en red en Biodiversity Heritage Library. <http://www.biodiversitylibrary.org/item/29685> (Consultado el 1/06/2014).

¹⁰ Otto Brunfels (1489-1534) publicó en Estrasburgo el primer tomo de su tratado *Herbarium vivae eicones*. Johann Schott fue el editor intelectual y financiero, Otto Brunfels redactor de los textos, y Hans Weiditz dibujante de las ilustraciones que diversos grabadores pasaron a xilografías.

Los años finales del siglo XV y de los dos primeros tercios del siguiente fueron un período de gran interés durante el cual el conocimiento de las plantas se amplió considerablemente gracias a los trabajos de los nuevos botánicos que se embarcaron en la elaboración de un ingente herbario, y a la elaboración de una taxonomía botánica más rigurosa. Fueron los primeros intentos de armonizar la taxonomía de las plantas, sustentándola en una morfología más rigurosa (Galera, 2003). Herborizar fue una tarea común en toda Europa, el herbario era la principal herramienta de trabajo y fuente de consulta, pero todos los autores nombraban las plantas según su criterio y sus conocimientos. El resultado era una verdadera confusión de nombres por lo que a finales de siglo XVI se hizo patente la necesidad de establecer una nomenclatura común. La sinonimización fue, sin duda, uno de los proyectos más ambiciosos de toda la historia natural y permitió las reformas y la invención de la clasificación general de las plantas (Dayrat, 2003).

Paralelamente a la publicación de nuevas obras científicas sobre las plantas surgieron los jardines botánicos. Su historia se remonta a la enseñanza de la medicina en las universidades de Pisa (1544), Padua (1546) y Bolonia (1568), que se respaldaba con una extensa colección de plantas medicinales cultivadas en un jardín próximo a la escuela de medicina. El ejemplo italiano fue seguido en Holanda, y desde 1577 tuvo Leiden su Jardín Botánico. En Alemania fue Leipzig la primera población que se apresuró a establecerlo en 1580, y en Francia a partir de 1593 en la Universidad de Montpellier, donde Richard de Belleval fundó el jardín botánico junto a la Iglesia Catedral de Saint Jean. Uno de los retos de esos jardines era poder presentar juntas plantas con requerimientos muy diferentes en cuanto a clima, exposición y sustrato. La habilidad de los jardineros suplía largamente las limitaciones del emplazamiento. Precisamente se atribuye a Belleval el primer intento de representar los pisos de vegetación, la variación altitudinal de las especies en el paisaje provenzal mediante el uso de desniveles y terrazas (Rivera y Obón, 2008). Posteriores fueron los jardines botánicos de París (1635), el de Oxford (1640) y el de Upsala (1657). Durante el resto del siglo XVII, e igualmente en el siglo XVIII se establecieron muchos otros jardines dentro y fuera de Europa, pudiéndose decir que en el siglo XIX casi no había población de importancia que no tuviera su establecimiento para la enseñanza de la botánica, ya fuera grande o pequeño (Colmeiro, 1875).

En la España imperial del siglo XVI empezó la andadura de los primeros jardines botánicos para la enseñanza de la botánica aplicada a la medicina¹¹. Construidos bajo los auspicios de los distintos monarcas, el primer jardín apareció durante el reinado de Felipe II a instancias del médico Andrés Laguna en Aranjuez. Más tarde, el también médico Honorato Pomar consiguió de Felipe III un jardín de hierbas en la Huerta de la Priora de Madrid (López-Ocón, 2003). Otro hecho crucial para la evolución de la botánica en nuestro país ocurrió con el descubrimiento del nuevo mundo. Los viajes de europeos trajeron consigo nuevas especies, comenzando un incipiente interés en el conocimiento de la flora de América que permitió un mayor dominio de los recursos americanos. Una de las primeras expediciones científicas españolas fue la enviada por Felipe II y liderada por el médico real Francisco Hernández a tierras del Virreinato de Nueva España entre 1571 y 1577, donde se recolectaron plantas y mucha información sobre la medicina azteca, trayendo plantas herborizadas y semillas para ser cultivadas en los jardines de Aranjuez (Blanco, 1995).

A lo largo del siglo XVI florecieron otras instituciones dedicadas al coleccionismo, donde se mostraban especímenes animales, vegetales y minerales con el fin de enseñar las múltiples formas que componen la naturaleza. Había diferentes modalidades como los museos, los gabinetes, los teatros de la naturaleza y las cámaras de maravillas, donde el mundo vegetal tenía un papel no protagonista pero importante, con herbarios, modelos, láminas, representaciones de la naturaleza, etc. Hasta finales del siglo XVI las plantas se clasificaban según sus virtudes (plantas comestibles, venenosas, purgativas, narcóticas, etc.), o bien, dispuestas por el orden alfabético de los géneros. Podían ser también clasificadas en árboles, arbustos y hierbas siguiendo la clásica descripción de Teofrasto. Pero la renovación botánica protagonizada por naturalistas como Gesner, Jung, Cesalpino, Gaspard Bauhin, Lobel y Colonna, sirvió de preámbulo a los modernos sistemas de clasificación de John Ray y de Tournefort a finales de siglo XVII (Galera, 2003).

¹¹ En torno a 1567, o incluso antes, la universidad valenciana se incorporaba a la enseñanza de las plantas en los estudios de medicina, parece probable que aunque no llegara a establecerse un jardín botánico universitario, se recurriera a algunos jardines de particulares (Sendra, 2003).

Fue determinante la aparición de Joachim Jung¹² para que los elementos de organografía fueran tenidos en cuenta a la hora de clasificar las plantas: el cotiledón, la corola, el cáliz, etc. Antes que Jung otros autores ya definieron algunos órganos, como el caso de estambres por Leonhard Fuchs¹³ y los pétalos por Fabio Colonna¹⁴. A estos trabajos para mejorar la taxonomía, basados en elementos morfológicos, se deben las descripciones actuales de las hojas compuestas o simples, tallo o peciolo, o las diferentes nerviaciones. Entre los que intentaron coordinar y reformar cómo nombrar a las plantas estaba también el botánico suizo Gaspard Bauhin¹⁵. Su obra principal fue *Pinax theatri botanici* (Bauhin, 1623), en la que se citaba 6000 especies de plantas. La obra de Bauhin permitió las futuras reformas que hicieron avanzar la botánica usando por primera vez el sistema binomial que luego adoptaría y extendería Linneo. En 1694 Tórnefort¹⁶ constituyó y definió los géneros botánicos en su *De optima método instituenda in re herbaria*, describiendo hasta 10.146 especies, marcando un profundo avance en la taxonomía botánica (Lázaro e Ibiza, 1886). Creó una clasificación botánica basada en la forma y en las diferentes modificaciones de la corola.

A comienzos del siglo XVIII la botánica no había alcanzado su constitución definitiva. No había logrado establecerse sobre amplias y firmes bases en las que fundar el carácter de ciencia universal y el espíritu expansivo (Lázaro e Ibiza, 1907: 11). Se habían realizado grandes esfuerzos en profundizar en el conocimiento de formas y variantes de los vegetales como primera prioridad en las ciencias biológicas para poder hacer una labor comparativa entre los organismos y avanzar en el conocimiento de su estructura interna. Se hacía necesaria una nomenclatura común ante la variedad de clasificaciones seguidas. La subordinación de especies a sus géneros pudo triunfar

¹² Joachim Jung (1587-1657), profesor de matemáticas en la Universidad de Rostock (Alemania), también fue filósofo y naturalista. Decidido adversario de los escolásticos y hombre de ciencia, declaró el carácter experimental de la ciencia de la naturaleza.

¹³ Leonhard Fuchs (1501-1566) fue médico y botánico, catedrático de Medicina en la Universidad de Tübingen (Alemania).

¹⁴ Fabio Colonna (1567-1650), pertenecía a la ilustre casa de los Colonna de Nápoles. Era hombre muy erudito en diversas ciencias y artes y rectificó muchos errores de los antiguos botánicos.

¹⁵ Gaspard Bauhin (1560-1624) fue profesor de Anatomía, Botánica, y de la práctica médica y Rector de la Universidad de Basilea.

¹⁶ José Pitton de Tournefort (1656-1708), botánico francés, demostrador de botánica del Jardín de Plantas de París y miembro de la Academia de Ciencias francesa.

gracias a la nomenclatura elaborada por el sueco Carl Nilsson Linneo¹⁷. Creó un aspecto importante para poder manejar la información de una gran cantidad de nombres de plantas. La nomenclatura binomial linneana obligaba a que todas las especies fueran conocidas sólo mediante dos nombres: el primero, el del género; el segundo, el restrictivo o específico (González Bueno, 2008). El nombre genérico es siempre un sustantivo en caso nominativo, el sistema utilizó con buen criterio los nombres dados por sus antecesores a las plantas conocidas, lo que contribuyó a su fácil adopción. El nombre específico puede ser también un sustantivo en caso nominativo o generalmente un adjetivo en concordancia gramatical con el nombre genérico que expresa su carácter, por ejemplo, *Populus alba* (Lázaro e Ibiza, 1920). Linneo nombró gran cantidad de plantas europeas, no se limitó a proponer su nueva nomenclatura y, a fin de demostrar la superioridad de su método, decidió transformar los nombres de todas las plantas conocidas. Contemporáneos de Linneo o sucesores próximos fueron Adanson, Gaertner, Willdenow, Jacquin, Lammarck, L'Heritier, Allioni, y otros que formaron la brillante pléyade de botánicos de finales de siglo XVIII, un siglo que transformó la botánica.

Linneo es la personificación de una nueva botánica. En el segundo centenario de su nacimiento, Lázaro e Ibiza comentó acerca de su *Systema Naturae* de nomenclatura “sólo la consecución de este resultado hubiera bastado para hacer perdurable su memoria; pero las clasificaciones que estableció para los reinos orgánicos le otorgan nuevos títulos a la admiración de la posteridad” (Lázaro e Ibiza, 1907: 14). La clasificación de las plantas atendiendo a características sexuales, fundada por Linneo teniendo en cuenta el número de estambres y de pistilos fue extraordinariamente simple y fácil de utilizar, este sistema se impondría a otros durante el siglo XVIII (González Bueno, 2008). El ideal de todos los botánicos de aquel siglo fue la formación de una clasificación que distribuyese las plantas con arreglo a las analogías de organización, que consideraban ya como indicio evidente de parentesco. La botánica linneana en cierta manera fue capaz de ordenar los hechos naturales (Valverde y Pimentel, 2004). Según Lázaro e Ibiza hay “en el sistema linneano grupos que son verdaderamente naturales, y la división de los vegetales inferiores (criptogamia) está hecha con tal

¹⁷ Carl Nilsson Linæus (1707-1778), fue un científico, naturalista, botánico y zoólogo sueco que estableció los fundamentos para el esquema moderno de la nomenclatura binomial. Se le considera el fundador de la moderna taxonomía.

acierto, que bien puede decirse que en ella aparecen señalados los grandes grupos de la serie criptogámica actual” (Lázaro e Ibiza, 1907: 15).

Pero todas las clasificaciones, incluida la de Linneo, habían tendido hasta entonces a distinguir las plantas sin respetar las verdaderas afinidades que las ligaban entre sí. Para algunos el lenguaje de las plantas no se correspondía con la escueta nomenclatura de Linneo, criticado por Buffon¹⁸ (que rechazaba la objetividad de la sistemática linneana, a la que consideraba totalmente artificial). También Rousseau y Saint Pierre, intendente del *Jardin des Plantes* de París, delataban la insuficiencia del método descriptivo que dejaba fuera la fisonomía y las relaciones con los fenómenos naturales (Valverde y Pimentel, 2004). Por otro lado, existieron otros sistemas de clasificación alternativos al de Linneo, los llamados naturales como el de Antoine-Laurent de Jussieu¹⁹. Su libro, *Genera plantarum* de 1779, fue la base para futuras ampliaciones del sistema natural de clasificación de las plantas, influyó en varios investigadores franceses como Cuvier y De-Candolle²⁰ que propuso en 1813 su serie de familias naturales publicando el *Prodromus systematis naturalis*, su obra descriptiva más importante e inacabada²¹, que tenía una gran cantidad de trabajos fitográficos ordenados con arreglo a esta clasificación. Fue seguido por muchos haciendo de su obra un gran referente hasta mitad del siglo XIX. Muchas colecciones de herbario y de jardines botánicos fueron ordenadas con arreglo a ella y en nuestro país libros de texto como los de Colmeiro y Galdo siguieron su clasificación.

¹⁸ Georges Louis Leclerc, conde de Buffon (1707-1788), miembro de la Academia de Ciencias Francesa e intendente de los Jardines Reales (el actual *Jardin des Plantes*) de París desde 1739.

¹⁹ Antoine-Laurent de Jussieu (1748-1836), médico y botánico, profesor del *Jardin des Plantes* de París, y miembro de la Academia de Ciencias.

²⁰ Augustin Pyrame de Candolle (1778–1841) fue catedrático de Botánica en la Universidad de Montpellier. Entre sus trabajos está el encargo de Lamarck de ocuparse de la reedición de su *Flore française*.

²¹ Es un tratado de 17 volúmenes de botánica. Lo concibió como un resumen de todas las plantas conocidas. Desarrolló como autor siete volúmenes, pero falleció en 1841 sin poder completar la obra. Su hijo, Alphonse Pyrame de Candolle (1806-1893), tomó luego la responsabilidad de continuarla, editando diez volúmenes adicionales con contribuciones de un grupo de autores.

1.2. La importancia de los jardines botánicos. El Jardín Botánico de Madrid.

A lo largo del siglo XVIII los jardines botánicos ampliaron sus funciones, adquiriendo matices de coleccionismo, conservación y buscando cultivar las especies más raras introducidas desde países lejanos. El desarrollo de la historia natural se basaba en la necesidad de describir y clasificar, y las grandes expediciones aportaban gran información acerca de la flora de otros lugares del globo, contribuyendo a las economías nacionales mediante el cultivo de especies de interés. Algunas de las expediciones más famosas contribuyeron a asentar la botánica linneana, como las de José Mutis, o las de discípulos directos de Linneo como Törnström, Osbeck y Thunberg al Próximo y Lejano Oriente, y la de Sparrman y Solander embarcados a Sudáfrica y al Pacífico (Valverde y Pimentel, 2004).

La Guerra de Sucesión en España afectó al desarrollo de la ciencia. El panorama era desolador: no existían instituciones o vehículos de difusión de las ideas modernas, y los escasos focos de actividad cultural estaban atomizados e incomunicados. Durante el reinado de Felipe V surgió un dinamismo científico-técnico que alcanzó en tiempos de su hijo Fernando VI un notable avance con la aparición de jardines para la conservación y conocimiento de la flora y el estudio de las propiedades medicinales y económicas de las plantas. El Jardín Botánico de Madrid es fundado en el año 1755 por Fernando VI en el soto de Migas Calientes (Colmeiro, 1867).

La renovación educativa fue una de las grandes cuestiones durante el reinado de Carlos III. Todas las instituciones dedicadas a la enseñanza primaria, secundaria y universitaria fueron objeto del impulso reformista. Los sucesivos planes de estudio introducidos en las universidades incorporaron la ciencia moderna con manuales didácticos y puestos al día de física experimental, matemáticas, química y botánica (López-Ocón, 2003). Madrid tuvo nuevas instituciones científicas involucradas en la modernización borbónica de España: el Jardín Botánico de Madrid fue una de ellas. Con su traslado al Paseo del Prado y con el apoyo del Conde de Floridablanca y del también

murciano Juan Díaz²², boticario real, el Jardín se dispuso para que fuera una institución con muchos fines: huerto real, centro docente de sanitarios y de botánicos abastecedor de plantas medicinales a la Real Botica, aliado del Real Tribunal del Protomedicato en la centralización administrativa sanitaria, rector de los estudios florísticos nacionales, modelo del resto de los jardines botánicos y dirigente de las expediciones científicas ultramarinas (Colmeiro, 1875). El Real Jardín Botánico luchó por convertirse en el principal centro europeo para el estudio de la vegetación de ultramar (López-Ocón, 2003). Debido al fuerte impulso que en aquel tiempo recibió la botánica tuvo lugar el establecimiento de jardines botánicos en diversos puntos de la península como Cádiz (1749), Sevilla (1778), Valencia (1778), Algeciras (1779), Barcelona (1783), Málaga (1784), Cartagena (1787) e igualmente Tenerife y otros puntos de las posesiones españolas en Méjico y Filipinas (Colmeiro, 1875).

El Jardín Botánico de Madrid abrió sus puertas con la dirección del catedrático Casimiro Gómez Ortega (1740-1818). Bajo su tutela, y con el apoyo del gobierno de Carlos III, se dieron excelentes condiciones para que se multiplicaran los autores y las obras referentes a nuevas especies, resultado de expediciones y métodos de catalogación más efectivos. Antonio José Cavanilles²³ fue uno de los botánicos españoles más importantes. Entre sus aportaciones hay varias monografías sobre géneros incluidos en la clase *Monoadelphia* de Linneo y una serie de dibujos y descripciones de plantas reunidos en seis tomos llamados *Icones et descriptiones plantarum*. En algunos trabajó con material que el botánico Luis Née había recolectado en la expedición española de Alejandro Malaspina a América. Por encargo del rey, inició una *Historia Natural de España* pero quedó reducida en la práctica al Reino de Valencia (González Bueno, 2004). Dirigió el Jardín Botánico desde 1801 hasta su muerte en 1804, y lo convirtió en un establecimiento científico, dotándolo con una biblioteca, un herbario y un semillero.

²² Juan Díaz entró a servir en la Real Botica bajo el reinado de Felipe V, tras cuatro años en 1745 fue nombrado mozo de oficio supernumerario, reinando Fernando VI, fue nombrado cuarto mozo de oficio llegando a ser Boticario Mayor (García de Yébenes, 1994).

²³ Antonio José Cavanilles (1745-1804), estudió Filosofía en la Universidad de Valencia y llegó a impartir la asignatura en el Seminario de San Fulgencio de Murcia. Su carrera botánica comienza con 36 años de forma autodidacta y meteórica, colaborando con grandes botánicos de la época como André Thouin, jardinero jefe del *Jardin du Roi*, y el demostrador de plantas Jussieu, empezando una serie de trabajos botánicos. Cavanilles se enfrenta al estudio de la naturaleza desde la óptica del nominalismo, siguiendo el método de clasificación de Linneo, pese a trabajar con los precursores del sistema de clasificación natural (González Bueno, 2004).

Muchos europeos visitaban los jardines botánicos más célebres, y el de Madrid estaba entre los mejores, reuniendo los mejores medios científicos y materiales. Fue, a finales del siglo XVIII y principios del XIX, uno de los jardines más influyentes en el progreso de esta ciencia (Colmeiro, 1867). A partir de 1800 se reclamó para la botánica el estatuto de verdadera ciencia y fue evolucionando como objeto de estudio eminentemente práctico en relación a la farmacopnopsis y la agricultura (López Piñero, 1992). Tras la época ilustrada se produce un declive general de la ciencia en España, que sobrevive en parte gracias a instituciones como el Real Jardín Botánico de Madrid, “aunque no pudo adelantar lo bastante para llegar hasta donde llegaron durante el XIX los que en otro tiempo no lo superaban” (Colmeiro, 1867: 3).

1.3. De Lagasca a Colmeiro: hacia una flora ibérica.

Durante el siglo XIX los esfuerzos fueron encaminados a la realización de una flora española. El Jardín Botánico madrileño, que había gestado toda la política botánica ilustrada, sufrió con dureza la Guerra de Independencia (1808-1814) y las crisis políticas que dieron al traste con el camino emprendido por la escuela de Cavanilles. Destacan los primeros esfuerzos de Lagasca y Clemente, que dejaron importantes datos. Mariano del Amo, catedrático de la Facultad de Granada, trató de coordinar la realización y publicación de una flora farmacéutica española, pero el proyecto fue olvidado y quedó sólo en una iniciativa (Puerto, 1992). Una de las figuras de referencia en la botánica del siglo XIX en España es la de Miguel Colmeiro y Penido²⁴, influyente botánico e historiador de la ciencia de las plantas de la segunda mitad del siglo XIX. Fue más que investigador un recopilador e historiador de botánica. Escribió artículos de investigación florística y de historia de esta ciencia, además de libros pensados para la docencia. Es el caso del *Curso de Botánica o Elementos de Organografía, Fisiología, Metodología y Geografía de las Plantas*. El curso de botánica según Colmeiro “tenía un gran colorido español”, siguiendo las huellas de Barnades, Gomez-Ortega, Palau, Cavanilles y Clemente (Colmeiro, 1854). Escribió una recopilación de la flora de la Península Ibérica y las Islas Baleares (Colmeiro, 1885).

²⁴ Miguel Colmeiro y Penido (1816-1901) fue catedrático de Organografía y Fisiología Vegetal y después de la de Fitografía en la Universidad Central y Director del Jardín Botánico de Madrid. Colmeiro fue uno de los responsables de la creación, en 1871, de la SEHN, de la que fue su primer presidente (1871-1872).

La aparición de la Sociedad Española de Historia Natural (SEHN) tuvo un gran papel, con la difusión y estímulo para la realización de nuevos trabajos florísticos y fisiológicos que eran publicados en los *Anales* de la SEHN. Colmeiro marcará la tendencia en las publicaciones de la época, en especial las de la SEHN, donde dominarán las recopilaciones de la flora española que, en su mayoría, eran trabajos bibliográficos de difícil verificación (González Bueno, 1997).

Fueron los botánicos extranjeros quienes se dedicaron con mayor atención y éxito a inventariar y describir la flora española (González Bueno, 1997), estableciendo contacto y colaboraciones con los botanófilos españoles. Debemos al botánico suizo Boissier²⁵ importantes trabajos sobre la vegetación de España y en particular de Andalucía, habiendo consignado los primeros frutos de ellos en la *Bibliothèque Universelle de Genève*. Tales trabajos fueron: *Notice sur l'Abies pinsapo*, *Elenchus plantarum novarum minusque cognitarum in Hispania Australi collectarum* y *Voyage botanique dans le Midi de l'Espagne*, estudio de la flora del sur de España, en especial de la parte occidental del antiguo Reino de Granada y el interior de la Península. Consultó los herbarios del Jardín Botánico de Madrid, conociendo a Mariano Lagasca. A su regreso a Ginebra comenzó la elaboración de esta obra en la que estudió 1800 especies provenientes de 100.000 muestras enumeradas (Boissier, 1845).

Existía verdadera necesidad de una obra que resumiese todos los trabajos publicados acerca de la flora española, en palabras de Lázaro e Ibiza, (1881a: 82) “se dejaba sentir la carencia de una obra general descriptiva de las plantas que crecen en nuestra patria, principalmente desde que las fructuosas exploraciones de Boissier, Reuter, Willkomm, Webb, Lange y otros habían aumentado considerablemente nuestra flora”. En el caso del botánico alemán Heinrich Willkomm²⁶ exploró en varias ocasiones buena parte del territorio peninsular, plasmando toda su experiencia y conocimientos en una obra sintética de extraordinario valor. Los tres volúmenes del *Prodromus Florae hispanicae*, siguen siendo obra de consulta obligada para todos los

²⁵ Edmond Boissier (1810-1885) científico, botánico y explorador suizo, fue discípulo de Augustin Pyrame De Candolle. Recorrió en sus interminables viajes gran cantidad de países, tales como España, Argelia, Grecia, Siria, Egipto, Australia y llegó a reunir uno de los mejores herbarios de Europa, con gran cantidad de publicaciones (Pezzi, 1995).

²⁶ Heinrich Moritz Willkomm (1821-1895) Catedrático de Historia Natural en la Real Academia Forestal de Tharandt (Alemania).

estudiosos de las plantas vasculares españolas y portuguesas. Fueron publicados en colaboración con el danés Johan Martin Christian Lange (Willkomm y Lange, 1861). Apoyó a un grupo importante de botánicos locales e ingenieros a los que prestaría su apoyo, marcó un hito en la botánica española y, gracias a él, muchos naturalistas y botánicos pudieron reconocer las plantas de los parajes de su entorno ya que publicaron adiciones o completaron el área geográfica de los taxones recogidos (González Bueno, 1997). Gran número de los taxones incluidos en el *Podromus* habían sido descritos previamente por él en las diversas publicaciones en las que dio a conocer sus hallazgos, fruto de las expediciones botánicas por el territorio español. Más adelante hablaremos de su paso explorando las tierras de Murcia y de su relación profesional y de amistad con el profesor Ángel Guirao, catedrático de Historia Natural en el Instituto Provincial de Segunda Enseñanza de Murcia.

1.4. Consolidación y evolución de la disciplina: de la botánica clásica a la ecología y la fisiología.

La diferenciación de la botánica se desarrolló siguiendo un periodo de ideas revolucionarias que llegó a un punto crucial en 1859 con la obra de Darwin *On the Origin of Species*. Hasta este momento la taxonomía de las plantas había dominado la investigación y la enseñanza, una taxonomía dominada por la constancia de las especies. El establecimiento de la evolución orgánica no solo transformó la taxonomía, también dio lugar a nuevas fases de la botánica (Monroe, 1915). Las observaciones acerca de la estructura, la organización y los fenómenos vitales de las plantas se habían mirado hasta entonces como cosa accesoria, mientras el fin principal era la descripción y clasificación sistemática de las formas vegetales. Se amplió el campo de las observaciones debido a las plantas recogidas en los viajes y estudiadas con algún detalle en gran parte de Europa. La tendencia de los botánicos a la formación de grupos naturales por la comparación de las plantas hizo que la atención fuera fijándose en las cuestiones de anatomía y fisiología vegetal, que en breve llegaron a constituir nuevas disciplinas botánicas (Lázaro e Ibiza, 1886).

La obra de Humbolt²⁷ *Essai sur la géographie des plantes* de 1805 estudiaba las relaciones de las plantas con los suelos, las variables físicas, las condiciones de luminosidad y la distribución de las especies naturales. Exploraciones como la de Humbolt dieron los primeros pasos hacia la geobotánica y fueron secundados por los estudios geográfico-botánicos de Schouw²⁸, De-Candolle y Wahlenberg²⁹. Las divisiones botánicas de las asociaciones de las plantas y su distribución geográfica de Humbolt nada tenían en común con las clasificaciones de los botánicos sistemáticos (De Pedro, 1999). En opinión de Odón de Buen estos trabajos recibieron un considerable impulso con la aparición de la teoría de Darwin, “diferentes sabios estudiaron las relaciones entre la planta, el suelo que habita y el clima en que vive; interpretando en su verdadero sentido las asociaciones vegetales como medio de defensa contra las influencias externas, y comprendiendo debidamente las emigraciones de plantas a través de dilatados continentes” (De Buen, 1883: 421).

Los planteamientos de Darwin, basados en sus observaciones y estudios experimentales, no solo cambiaron la imagen de los organismos como algo estático, también pusieron de relevancia las relaciones de los organismos con su entorno, impulsando entre las décadas de 1860 y 1870 la emergencia del nuevo paradigma ecológico (López-Ocón, 2003). Como apunta Santos Casado no toda la biología darwinista es ecología pero la influencia de este nuevo marco teórico parece estar en el origen de la nueva disciplina, tal y como sucedía en España (Casado, 1998). Ernst Haeckel en 1866 puso el nombre de ecología a esa parte de la biología que se ocuparía de las relaciones de los seres vivos entre sí y con el medio desde la nueva perspectiva del evolucionismo darwiniano, las mutuas interdependencias y los procesos de cambio y reajuste en la naturaleza.

En nuestro país debemos destacar los trabajos de Blas Lázaro Ibiza, reconocido como uno de los botánicos españoles más relevantes de finales del siglo XIX y

²⁷ Friedrich Wilhelm Heinrich Alexander Freiherr von Humboldt (1769-1859) es considerado el padre de la geografía moderna. Fue un explorador y naturalista extraordinario, cuya figura no volvió a repetirse tras su desaparición. Los viajes de exploración le llevaron de Europa a América del Sur, parte del actual territorio de México, EE.UU, Canarias y Asia Central.

²⁸ Joakim Frederik Schouw (1789-1852) fue profesor de Botánica en la Universidad de Copenhague. Su especialidad mayor era la nueva disciplina de la fitogeografía.

²⁹ Göran Wahlenberg (1780-1851) fue catedrático de Medicina y Botánica en la Universidad de Uppsala. Trabajó principalmente sobre la distribución geográfica de las plantas.

principios del XX que contribuyeron a la introducción del paradigma ecológico en España. Fue el primer responsable de las clases de Historia Natural en la Escuela de Estudios Superiores del Magisterio, y ayudante en el Museo de Ciencias Naturales, organizando el primer laboratorio micrográfico de España en el Jardín Botánico de Madrid. Llegó a ser catedrático de Botánica descriptiva y determinación de plantas medicinales en la Facultad de Farmacia, siendo decano de ella en 1917, pero sobre todo fue el creador y maestro de toda una escuela botánica en España. En lo que a sus escritos se refiere, hizo un gran esfuerzo de síntesis con una flora que recopiló a partir de los trabajos de Willkomm, Colmeiro, del Amo y otros autores en un compendio de la flora de España. Publicó gran número de trabajos destacando su *Manual de botánica general* (Lázaro e Ibiza, 1886). También destacaremos su papel en la creación de la Sociedad Linneana Matritense, dentro de la influencia de la ecología y los cambios de las ciencias naturales del siglo XIX al XX (González Bueno, 1997).

En el ambiente de renovación intelectual de España tras la revolución de 1868, destacamos el evolucionismo darwiniano por su repercusión social y significación biológica, que tendrá entre los naturalistas algunos seguidores y difusores como González de Linares, Salvador Calderón o Ignacio Bolívar. Fueron quienes asimilaron e integraron las nuevas corrientes del pensamiento científico en las instituciones académicas. Estos científicos fueron los autores de *Elementos de historia natural* introduciendo cuestiones que preocupaban a los naturalistas y filósofos de la época (Bolívar *et al.*, 1895), e incorporando las importantes novedades científicas modernas como la teoría de la evolución de Darwin sin romper con la botánica descriptiva y taxonómica (Casado, 2001).

Hacia 1880 se produce la primera etapa de trabajos que Santos Casado llama protoecológicos, ya que todavía la ecología no estaba bien definida. Estos trabajos estaban realizados por jóvenes naturalistas formados en los primeros años de la Restauración borbónica vinculados al magisterio de Ignacio Bolívar, como Odón de Buen, José Pérez Maeso o José Gogorza. Pero estos inicios no tuvieron continuidad porque la mayoría de naturalistas optó por el tradicional enfoque de la investigación taxonómica y descriptiva en torno al objetivo común de completar la flora española (Casado, 1997).

No será hasta la segunda década del siglo XX cuando se produzcan nuevos intentos más duraderos por introducir los estudios ecológicos en España, enfrentándose todavía a una fría acogida por parte de la comunidad de naturalistas. Los artículos ecológicos vuelven a aparecer con los trabajos de Celso Arévalo en ecología de aguas continentales y los de Emilio Huget del Villar que realizó los primeros estudios ecológicos sobre la vegetación ibérica y trabajó en el desarrollo teórico de la ciencia de la ecología planteando problemas conceptuales y metodológicos (Casado, 1998). Villar dejó claro que estudios que sólo fueran listas de especies con la clasificación y nomenclatura como únicos datos, no estaban a la altura de la época; decía que era necesario estudiar los caracteres sistemáticos, fisionomía, geografía, ecología y sociología (Casado, 1997).

Desde la segunda década del siglo XIX la investigación biológica se desarrolló en el marco del paradigma fisiológico. El objeto de la fisiología de plantas llegó a tener un papel destacado en la enseñanza y en la investigación, siendo su propósito el estudio de las actividades de las plantas como entramados armónicos de funciones. Esta fase de la botánica se desarrolló con tal rapidez que a principios de siglo XX era la rama de la botánica más relevante (Monroe, 1915). Entre los impulsores de la fisiología cabe destacar a: Dutrochet, Mohl, Nageli, Trecul, Hanstein, Darwin, Hofméiter, Sachs, De Bary, Wiesner, Van Tieghen, Strasburger, W, Schiniper, Pfeffer, Bonnier y Stahl (Lázaro e Ibiza, 1886). En España el desarrollo de los estudios de laboratorio vendrá fomentado por la JAE y algunos trabajos serán publicados por la SEHN; las primeras aportaciones de los pensionados de la JAE estuvieron vinculadas a laboratorios de anatomía o de histología vegetal (González Bueno, 1998).

1.5. La botánica en los planes de estudios universitarios.

La botánica se impartió en la universidad en los estudios de Farmacia y en los de Ciencias. Hasta la promulgación de la Ley Moyano en 1857, los estudios universitarios de ciencias estaban incluidos en la Facultad de Filosofía, que abarcaba los estudios humanísticos y científicos. Tras una serie de reformas, habrá que esperar a 1855 para que se dividiera en dos facultades independientes con sus correspondientes

licenciaturas: Literatura y Filosofía y otra de Ciencias, Exactas, Físicas y Naturales (Viñao, 2009). Con la Ley Moyano se creó la Facultad de Ciencias y la Sección de Ciencias Naturales (Baratas y Fernández, 1992), siendo la única de esta especialidad abierta en España hasta la creación en 1909 de la Sección de Ciencias Naturales de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Barcelona.

En el caso de la Universidad Central de Madrid, en el grado de licenciado de la Sección de Ciencias había asignaturas relacionadas con la botánica: Fisiología Vegetal y Organografía, Fitografía y Geografía Botánica (Baratas, 1997). Tanto el Museo de Ciencias Naturales como el Jardín Botánico entraron a formar parte de la estructura de la Facultad de Ciencias. Tradicionalmente tanto la Fisiología y Organografía Vegetal como la Botánica (Fitografía) eran consideradas cátedras del Jardín Botánico y sus titulares, a veces catedráticos de ambas materias, eran los directores de la institución, como en el caso de José Demetrio Rodríguez³⁰ entre 1839 a 1846, y Vicente Cutanda³¹ de 1846 a 1857.

A Cutanda le sucedió Miguel Colmeiro, procedente de la Universidad de Sevilla, en la que impartía *Ampliación de Botánica*. En el programa de su asignatura reconocía el papel de la fisiología: “es indudable que el estudio de los órganos de los vegetales y de las diferentes formas bajo que se presentan, así como el de las funciones que desempeñan deben preceder siempre al estudio que tiene por objeto distinguir unas de otras las numerosas plantas que cubren la superficie de la tierra” (Colmeiro, 1847a: 3). Colmeiro impartió las dos asignaturas relacionadas con la botánica: Organografía y Fisiología Vegetal y la de Taxonomía, Fitografía y Geografía Botánica. Ambas asignaturas presentes en el programa de 1870 (Colmeiro, 1870). Para estudiar la Organografía y Fisiología proponía una serie de observaciones para la demostración de las células, los vasos laticíferos, las materias contenidas en las células, la epidermis y órganos superficiales del polen y sus principales modificaciones, la estructura de los ovarios y los órganos reproductores de las plantas criptógamas. Esta asignatura estaba centrada en hacer consideraciones generales sobre la vida de los vegetales: fuerzas

³⁰ José Demetrio Rodríguez (1783-1846) fue catedrático de Botánica tras la muerte de Lagasca en 1839, dirigiendo el Jardín Botánico de Madrid desde ese año hasta su muerte en 1846.

³¹ Vicente Cutanda y Jarauta (1804-1866) fue director del Jardín Botánico de Madrid (1846-1866) y catedrático de Organografía y Fisiología Vegetal en esta misma institución (1846-1857).

físicas, químicas y vitales miradas como productoras de los fenómenos que se observan en el organismo vegetal, propiedades de los tejidos de las plantas, propiedades vitales, y clasificación de los fenómenos propios de los vegetales como las funciones nutritivas, funciones reproductoras y fenómenos comunes entre ellas.

En la asignatura de Taxonomía, Fitografía y Geografía Botánica se hacían consideraciones generales sobre el número de las plantas que cubren la superficie de la Tierra y sobre la necesidad de clasificarlas. Los ejercicios de clasificación se hallaban distribuidos según lo permitían las tres estaciones que ocupaba el curso: las lecciones exclusivamente teóricas predominaban en los meses favorables a la vegetación, dejando para los últimos las puramente prácticas (Colmeiro, 1870). En 1897 Apolinar Federico Gredilla y Gauna le sucedió en la cátedra de Fisiología hasta 1919 y Reyes Prosper en la de Fitografía y Geografía Botánica.

A finales de siglo XIX la enseñanza de las ciencias en las universidades españolas no se encontraba en una situación óptima. El testimonio de Odón de Buen³² en su etapa de estudiante ilustra de forma contundente como era la enseñanza que se desarrollaba en la Universidad Central: “La enseñanza de las Ciencias Naturales en España era exclusivamente sistemática y memorista; tendía a hacer clasificadores; el plan, un siglo anticuado. Le remozaba algún tanto el joven catedrático de entomología don Ignacio Bolívar (...) Los zoólogos, excepto Bolívar, eran una calamidad científicamente. Queríamos mucho no obstante a don Lucas Tornos, viejo maestro de una ciencia rancia que nos reunía en derredor de una camilla, en invierno naturalmente (...) Era casi ciego, pero conocía las especies de caracoles y conchas, y hasta los ejemplares de la colección por el tacto” (De Buen, 2003: 35).

Comenta el escaso número de alumnos con que contaba la Sección de Ciencias Naturales, entre dos y cuatro en cada promoción, y las dificultades existentes para la renovación del profesorado: “los profesores se hacían inmortales y no había jubilación

³² Odón de Buen y del Cos (1863-1945) fue uno de los grandes naturalistas españoles que destacó como fundador de la oceanografía en nuestro país. Obtuvo la cátedra de Historia Natural de la Universidad de Barcelona, el 25 de Agosto de 1889 impartiendo las asignaturas de Geología, Mineralogía, Botánica y Zoología. Durante sus primeros años como catedrático organizó la enseñanza teórica y práctica y publicó tratados escolares de geología y botánica (Gomis, 2011).

forzosa (...) En el Botánico estaban Sainz Gutiérrez y Colmeiro que, viejos, no tenían ganas de jubilarse ni de morirse (...) don Miguel Colmeiro, ya caduco, de vieja escuela, pero que nos enseñaba y nos hacía trabajar, y el bueno de Sainz Gutiérrez, que debía explicar Anatomía y Fisiología Vegetal, pero se limitaba a nociones muy superficiales y sin prácticas de laboratorio” (De Buen, 2003: 35-36).

En la Universidad de Madrid se impartía también la asignatura de Mineralogía y Botánica con nociones de Geología³³ a cargo del catedrático Antonio Orio y Gómez³⁴. Una vez que quedó vacante fue ocupada por Salvador Calderón en febrero de 1895, que venía de la Universidad de Sevilla. Gracias a un artículo de Hernández-Pacheco³⁵ sabemos que las condiciones de la Facultad de Ciencias eran pésimas, a pesar de que mejoró con la construcción de pabellones para laboratorios y aulas, y con el aumento del material científico. Pero antes de la llegada de Calderón las condiciones en las que se daba la enseñanza de las ciencias experimentales eran muy deficientes: “Calderón llegó, y con su acostumbrada actividad y perseverancia dedicose a formar y organizar las colecciones necesarias para la enseñanza” (Hernández Pacheco, 1911: 434).

Para que se produjera un cambio en la enseñanza de la botánica en la Universidad Central de Madrid fue decisiva la llegada de Ignacio Bolívar. El diseñó la reforma de la Facultad de Ciencias siendo ministro de Instrucción Pública en 1900 Antonio García Alix³⁶. Se organizó en secciones, creándose la de Ciencias Naturales siguiendo las propuestas de reforma formuladas por la SEHN (Baratas, 1997). Las asignaturas fueron en parte las recomendadas por esta sociedad científica y, en lo que a la botánica se refiere, se impartían clases teórico-prácticas de Técnica micrográfica,

³³ Con anterioridad esta asignatura había sido impartida por Manuel María José de Galdo, catedrático extraordinario de la Universidad Central.

³⁴ Antonio Orio y Gómez (?-1892), doctor en Ciencias Naturales, es nombrado en 1871 catedrático de Mineralogía y Botánica de la Facultad de Ciencias de la Universidad Central. Desempeñó este puesto durante veintiún años y publicó el libro *Elementos de botánica*.

³⁵ Eduardo Hernández-Pacheco (1872-1965): en el año de 1907 la RSEHN le designó para acompañar a Salvador Calderón en una expedición a las Islas Canarias, estudiando la vulcanología de Lanzarote. Fue profesor en el Instituto de Segunda Enseñanza de Córdoba, y a partir de 1910 catedrático de Geología de la Universidad de Madrid, en paralelo a la Jefatura de Sección de Geología y Paleontología estratigráfica del Museo de Ciencias Naturales.

³⁶ Antonio García Alix (1852-1911) fue el primer titular del recién creado Ministerio de Instrucción Pública y Bellas Artes, ocupando la cartera ministerial desde el 18 de abril de 1900 al 6 de marzo de 1901 en un gobierno presidido por Francisco Silvela, durante la regencia de María Cristina de Habsburgo-Lorena.

Organografía, Fisiología Vegetal y Fitografía en el Jardín Botánico de Madrid. También se enseñaban Mineralogía y Botánica con cuatro lecciones semanales, de las que tres eran teóricas y una práctica con excursiones (García Alix, 1900).

También contribuyó Bolívar a la creación de la Facultad de Ciencias de Barcelona, otra mejora importante para el progreso de las ciencias en España (Gomis, 1988). El catedrático de Historia Natural era Odón de Buen, que impartía una nueva enseñanza de las ciencias naturales bajo perspectivas biológica y evolucionista. Comprendía lecciones orales, excursiones al campo para estudiar la naturaleza en la naturaleza misma y prácticas en el laboratorio donde se hacían disecciones y trabajos micrográficos, cortes vegetales con microtomos Krauss y microscopios Zulauf, Vachet y Krauss (De Buen, 1901). Sus excelentes libros de texto, como el *Manual de botánica* editado en Barcelona en 1891, fueron declarados de mérito por el Consejo de Instrucción Pública.

Por la Real Orden de 11 de octubre de 1911 consiguió el traslado a la Universidad de Madrid donde siguió su actividad docente en la cátedra de Mineralogía y Botánica dirigiendo también la Escuela Botánica universitaria (Gomis, 2011). En esta nueva etapa continuó siendo un profesor absolutamente revolucionario en su concepción de la enseñanza de las ciencias naturales, especialmente en lo que se refiere a la formación práctica, ya que además de las habituales “prácticas” de laboratorio dio un enorme valor a las excursiones. En ellas los alumnos podían observar y estudiar los seres vivos en su medio y no solo los conservados en formol o disecados en los museos. La asignatura constaba de 50 lecciones de botánica y en los ejercicios prácticos se realizaban y determinaban preparaciones microscópicas, se estudiaba la morfología de diferentes partes de la flor y la determinación de familias botánicas con clave dicotómica. En el programa de la asignatura también se indicaba que en las excursiones formaban los alumnos el herbario escolar (Gomis, 2011). Odón de Buen pasó a la cátedra de Biología a comienzos del curso 1923-1924 y hasta su jubilación, en el año 1933, organizó un moderno laboratorio de Biología.

En relación a otras asignaturas específicas de botánica, se cursaba Fisiología Vegetal -que comprendía Organografía-, impartida desde 1919 por el catedrático

Antonio García Varela, que lideró el Laboratorio de Fisiología Vegetal en el Jardín Botánico en colaboración con la JAE. En 1922 Arturo Caballero consiguió la cátedra de Fitogeografía y Geografía botánica de la Facultad de Ciencias de Madrid consolidando los estudios de la flora y taxonomía de plantas vasculares.

En cuanto a la presencia de la botánica en la Facultad de Farmacia en la Universidad Central, su estudio estuvo muchos años repartido en dos asignaturas, la de Materia Farmacéutica Vegetal y la de Ejercicios Prácticos hasta el plan de 24 de septiembre de 1886 en el que comenzó a ser impartida la asignatura Botánica descriptiva y determinación de plantas medicinales. El botánico Blas de Lázaro e Ibiza ocupó dicha cátedra en 1892, siendo de una importancia indiscutible para la enseñanza en dicha facultad. En la revista *Farmacia Española*, publicación periódica y profesional de los farmacéuticos, se decía que la clase de Lázaro e Ibiza tenía lugar “en el aula de antiguo destinada a las lecciones de materia farmacéutica vegetal, y cuenta el profesor como medios de enseñanza: 1º con el jardín de la facultad; 2º con herbarios muy completos como el del abate Pourret, el general de la facultad y el de la Sociedad Linneana Matritense; 3º con plantas recolectadas en las excursiones botánicas que el Dr. Lázaro hace en épocas apropiadas, acompañado de sus alumnos, por las cercanías de Madrid y pueblos limítrofes; 4.º con plantas procedentes del jardín botánico” (*La Farmacia Española*, 17-12-1896: 802). Para el estudio del material recolectado de la naturaleza consiguió una instalación para plantas acuáticas, un selecto herbario (27 armarios con 56 divisiones cada uno) en los que se recogía, además de los ejemplares recolectados, el de plantas extremeñas de Rivas Mateos, el de criptógamas celulares de Laguna, las plantas gaditanas de Pérez Lara, y colecciones de hongos en seco y en líquidos especiales de conservación, de agallas, frutos, etc. Poseía incluso material de imprenta para la confección de etiquetas (González Bueno, 1981).

Los alumnos de Lázaro estudiaban la asignatura tomando parte en las excursiones científicas y elaborando los herbarios. Queda testimonio de esta actividad: “los alumnos de Botánica descriptiva y determinación de plantas medicinales han presentado al catedrático numerario que explica dicha asignatura, Dr. Lázaro e Ibiza, los herbarios que han hecho durante el presente curso para que los examine, habiendo sido colocados en la clase destinada a las prácticas de aparatos de física, que está situada

detrás del laboratorio de análisis químico, donde se hallan en armarios el herbario general de la Facultad y el de la Sociedad Linneana” (*La Farmacia Española*, 1-6-1896: 375). Por otro lado, en el jardín de la Facultad de Farmacia se cultivaban unas 400 especies indígenas, dispuestas en escuelas botánicas por el método de familias naturales, según De-Candolle, y otras 100, de las más importantes, en criadero para distribuir ejemplares a los alumnos a medida que se explicaban los temas (*La Farmacia Española*, 17-12-1896:). El trabajo de Lázaro fue ingente, levantó un buen laboratorio micrográfico con microscopios de investigación de las casas Zeiss, Spencer, Reichert, material fotográfico y cámara oscura. Por otro lado, contaba con un completo equipo de material de enseñanza con más de 350 láminas de gran tamaño, una colección por encima de los 200 modelos articulados representando órganos diferentes de plantas, microscopios para alumnos, herbarios destinados a prácticas, colecciones de preparaciones microscópicas y fotografías proyectables (González Bueno, 1981). Lázaro fue sustituido al frente de la cátedra por su discípulo Marcelo Rivas Mateos a partir de 1921, que siguió con la clasificación de De-Candolle. A Rivas Mateos le sucedió en 1931 Josep Cuatrecasas³⁷, y como profesor auxiliar de prácticas de Materia Farmacéutica Vegetal desde 1930 a 1934 Rivas Goday (Izco, 1975).

1.6. La botánica en la segunda enseñanza.

En nuestro país, durante el período comprendido entre 1836 y 1936 se programaron veintiocho planes de estudios para la denominada entonces segunda enseñanza. Su vigencia fue muy variable, algunos tuvieron una duración de sólo un año y otros estuvieron vigentes doce, catorce o incluso, como el de 1903, veintitrés años. La duración de los estudios fue generalmente de cinco, seis o siete años (López Martínez, 1999). La enseñanza de las ciencias naturales fue introducida desde los primeros momentos en los planes de estudio, bien con un carácter genérico a través de la Historia

³⁷ Cuatrecasas (1903-1996) estudió Farmacia en Barcelona, donde fue discípulo del gran botánico Pius Font i Quer. Un aspecto interesante de su enfoque modernizador fue la atención que prestó, junto a los más tradicionales estudios de sistemática y florística, a la ecología. Se convirtió en un apoyo para la modernización del Jardín Botánico madrileño, centro donde el impulso renovador de la JAE no había sido tan eficaz. En 1933, la JAE le nombró jefe de una nueva Sección de Flora Tropical en el Jardín.

natural (1836) o las Nociones de Historia Natural (1845), bien mediante la enseñanza de las Ciencias Naturales en los planes de 1899, 1934 y 1938 como se puede ver en el siguiente cuadro que resume la historia de la disciplina, con las asignaturas relacionadas con la botánica en los diferentes planes de estudio:

Asignatura Plan	Historia Natural	Nociones de Historia Natural	Elementos Historia Natural	Botánica	Biología	Ciencias naturales
1836			*(elemental)			
1845		Elemental 5°.		Superior de Ciencias		
1847		*				
1849	5° curso					
1850		*				
1852	3° curso					
1857			6° curso			
1858		*				
1861		5° curso				
1866		3° curso				
1868		*			*	
1873				*	*	
1880	*					
1894	3° curso			*		
1898				6° curso		
1899						3°, 4° y 7°
1900	5° y 6°					
1901	6°					
1903	6°				2° bachillerato	
1911	3° y 6°					
1926	3°					
1932	6°					
1934						4°, 5°, 6° y 7°
1938						1°, 2°, y 3°

Fuente: elaboración propia a partir de Utande (1964) y el examen de los planes de estudio de enseñanza media. Señalamos con asterisco la presencia de la asignatura pero no se tienen datos del curso en el que se impartía.

El plan de estudios de 1852 programaba lecciones diarias de Historia Natural en tercer curso y establecía que como medios y recursos didácticos en los institutos habría gabinetes, laboratorios, jardín botánico, instrumentos, máquinas, colecciones, y cuanto fuera necesario para la enseñanza de las ciencias³⁸. Los centros debían contar según el Plan de Estudios de 1866 con un jardín botánico y un herbario dispuesto metódicamente. De esta forma, el estudio de la botánica se reforzaba con la adquisición de locales limítrofes a los institutos, donde se instalaba un jardín para prácticas junto al gabinete de Historia Natural (Hernández Nieves, 2009). Los contenidos desarrollados

³⁸ Reglamento de Estudios decretado por S.M. en 10 de septiembre de 1852. Madrid: Imprenta D.J.M. Alonso, p. 43.

debían permitir al alumnado adquirir noticias de los caracteres y clasificaciones generales de los tres reinos de la naturaleza, teniendo cada profesor que detenerse en la parte que se refiere a las producciones que más abundaban en la provincia respectiva (Hernández Nieves, 2009).

En el plan de Estudios de 1898 se trató de ofrecer una enseñanza aplicada en el estudio de las ciencias naturales a través del reconocimiento y clasificación de minerales, animales y plantas, tanto en los gabinetes de Historia natural como en los jardines botánicos y en el campo, entrando necesariamente en el programa de Botánica y Agricultura la fitología y fitotecnia al estudiarse el suelo y la atmósfera en relación con el cultivo de las plantas³⁹. Finalizando el siglo XIX, en 1899, en el primer curso se contemplaba el estudio de los tres reinos de la naturaleza, y en el segundo algunos elementos de botánica, organografía elemental y la clasificación botánica de De Candolle.

La reforma de 1926 de los Institutos Nacionales de Segunda Enseñanza⁴⁰ promulgaba un nuevo plan de estudios de bachillerato. El estudio de las ciencias naturales iba precedido por un apartado de ciencias biológicas y una botánica general con contenidos en citología e histología vegetal, organografía y fisiología. La ecología vegetal tenía un gran protagonismo en el programa estudiando las relaciones de las plantas con las circunstancias fisicoquímicas y biológicas del medio, las relaciones de simbiosis y parasitismo, la ecología de la reproducción de las plantas, la distribución geográfica de los vegetales, las formaciones y asociaciones vegetales, y la división de la tierra en regiones fitogeográficas e indicación de las plantas características con especial atención a las características de la flor ibérica. En cuanto a la botánica especial, se estudiaban las algas, los hongos -con especial atención a las especies parásitas-, nociones generales sobre la constitución de los líquenes y las plantas fanerógamas, con especial atención a la flor y la reproducción.

³⁹ Real Decreto de 13 de septiembre de 1898, con el Plan de Estudios. *Gaceta de Instrucción Pública. Periódico Semanal*. Madrid 17 de septiembre de 1898 mº379, p. 1342. Disponible en la página de internet de la Hemeroteca Digital de la Biblioteca Nacional de España: <http://hemerotecadigital.bne.es/issue.vm?id=0003105204&page=4&search=plan+de+estudios+fitologia&lang=en> (Consultado el 23/05/2014).

⁴⁰ *Institutos Nacionales de Segunda Enseñanza. La reforma de 1926. Estado actual de la enseñanza en España*. Publicado por la Sección de Informaciones, Publicaciones y estadística del Ministerio de Instrucción Pública, Madrid: Talleres Espasa Calpe S.A. 1928.

Desde posiciones institucionistas se proponía que la educación secundaria fuera una continuación de la educación primaria, formativa e integral. Sin embargo, en la mayoría de los institutos de España la enseñanza de las ciencias de la naturaleza tuvo un marcado carácter instructivo, de preparación para los estudios superiores de sólo unos pocos donde se excluía prácticamente a la mujer. Las materias de ciencias experimentales presentaban una estructura compartimentalizada, siguiendo el modelo de las disciplinas universitarias. Esta orientación de los programas conducía inexorablemente a una metodología esencialmente expositiva, basada en libros de texto de carácter enciclopédico y poco actualizados en los que de forma ocasional se utilizaban láminas, grabados o arcaicos aparatos científicos de demostración (Bernal, López y Moreno, 2005).

Habrá que esperar a 1934⁴¹, si exceptuamos el plan llevado a cabo en el Instituto-Escuela de Madrid, para que el estudio de las ciencias naturales fuera afrontado con un carácter cíclico y progresivo a lo largo de varios cursos: Nociones de Ciencias físico-naturales, cursada en 1º, 2º y 3º de bachillerato y Ciencias Naturales en 4º, 5º, 6º y 7º de bachillerato. Había tres cursos de Ciencias Físico-Naturales que formaban un ciclo inicial, de carácter intuitivo, en el que tenía capital importancia la observación directa realizada por los alumnos de los seres o fenómenos naturales. A pesar de la edad y preparación de los alumnos se trataba de fomentar el espíritu de observación, el poder de abstracción y el juicio crítico. El segundo ciclo se dividía en dos períodos: el primero, elemental, durante los cursos de 4º y 5º, en los que se ampliaban los conocimientos adquiridos durante el ciclo anterior, estudiando las distintas ramas de la Historia natural y pretendiendo mostrar a los alumnos el armazón y arquitectura científica de las disciplinas. El segundo período, durante 6º y 7º, tenía el carácter de preparación para los estudios superiores y partía de los conocimientos adquiridos en los años precedentes.

⁴¹ *Colección legislativa de Instrucción Pública*, Año de 1934, Tip. Yagües, Madrid, 1939, pp. 551-559.

1.7. La escasa presencia de las ciencias de la naturaleza y la botánica en la escuela.

En las escuelas de educación primaria la enseñanza de las ciencias estuvo restringida hasta principios del siglo XX al grado superior, que contaba con una escolarización mínima en nuestro país, y no incluía a las niñas. El reglamento de 1838 no hace mención a ninguna asignatura relacionada con la botánica o resto de las ciencias. La obligatoriedad de la enseñanza de la agricultura, que incluiría nociones de botánica, se establece por la Real Orden de 7 de julio de 1849. Su estudio se realizaba por medio de las cartillas agrícolas. Según Narciso de Gabriel (1983: 140), “la obligatoriedad de la enseñanza de la agricultura no tuvo, a corto plazo, repercusiones significativas en la práctica escolar”. La obra seleccionada por concurso para la enseñanza de la agricultura fue el *Manual de Agricultura* de Alejandro Oliván⁴², de 1848, que debía ser utilizada con carácter obligatorio en todas las escuelas públicas⁴³. Según Narciso de Gabriel (1983: 141), “en 1855 solamente el 9% de los niños inscritos en las escuelas públicas y el 8% de las privadas estudiaban agricultura”; por tanto, las nociones de botánica presentes en la asignatura sólo llegaron a este limitado porcentaje. Habría que esperar a que la Ley Moyano de 1857 introdujera en la primera enseñanza superior unas Nociones generales de Física y de Historia Natural acomodadas a las necesidades más comunes de la vida. Para la primera enseñanza elemental se programaban en el sexto curso⁴⁴ unas breves nociones de Agricultura, Industria y Comercio, según las localidades. Ante la falta de contenidos y profesores preparados para impartir estas materias, los libros de lectura escolares trataron de acercar los temas científicos a los niños.

A mediados del siglo XIX los libros de lecciones de cosas tuvieron un gran papel como hilo conductor general de la enseñanza, pero muy especialmente de la enseñanza de las ciencias en la escuela primaria. En nuestro país vinieron a paliar la ausencia de las ciencias físiconaturales en el currículo escolar. El interés por la ciencia aplicada y la difusión de los conocimientos útiles se reflejó de forma temprana en la

⁴² Alejandro Oliván Barruel (1796-1878) fue un personaje polifacético. Político y estudioso, fue miembro del Congreso y del Real Consejo de Instrucción Pública así como del de Agricultura, Industria y Comercio.

⁴³ Con posterioridad a 1849 se adoptaron otras disposiciones en las que se insiste en el carácter obligatorio de la enseñanza de la agricultura, y se recomienda a las autoridades (gobernadores, inspectores, etc.) que se encarguen de hacer cumplir la normativa vigente (de Gabriel, 1983).

⁴⁴ Artículo 2 de la Ley de Instrucción Pública de 1857. *Gaceta de Madrid* del 10 de septiembre de 1857.

declaración de utilidad para la lectura en las escuelas del *Libro de la escuela* o *Catecismo de conocimientos útiles*, *Lecciones sobre objetos*, *Conocimientos útiles*, *Cartilla de conocimientos útiles*, *El mundo*, *Repertorio de conocimientos útiles*, etc. Los muchos libros publicados sobre conocimientos variados y útiles constituyeron, en opinión del profesor Pedro de Alcántara García, verdaderas misceláneas que “tienen por fin suministrar a los niños nociones sobre diversos asuntos en general, por lo común sin pretensiones didácticas y con carácter atractivo, por el interés de estos asuntos y la amenidad con que se exponen; a veces tienen una tendencia moralizadora, y con frecuencia están ilustrados” (Alcántara, 1909: 405).

La lectura era casi la única vía que se ofrecía para adquirir los primeros conocimientos científicos. Baltasar Perales, maestro de una escuela agregada a la Escuela Normal Superior de Valencia, comentaba que a pesar de que los conocimientos comunes relativos a las ciencias de la naturaleza debían ser dominio de todos, no había razón para no haberlos incluido en la escuela elemental. Este maestro manifestaba también que mientras en las escuelas de párvulos, a través de las lecciones de cosas, los alumnos adquirirían las primeras nociones de ciencias, la enseñanza de estas materias se abandonaba en la escuela elemental para continuarla posteriormente en la escuela primaria superior a la que la inmensa mayoría de los niños no asistía, quedándose sin tener la más mínima idea de los objetos de su entorno (Perales, 1910).

Cuando legalmente se declaró la enseñanza superior obligatoria en 1901, se introdujo la asignatura Nociones de Ciencias Físicas, Químicas y Naturales. La administración educativa confirió a las materias científicas un carácter subsidiario, dependiendo su implantación de la consideración y capacidad de los maestros, los cuales solo vieron en la posibilidad de introducir los contenidos de ciencias de la naturaleza una serie de obstáculos. Apegados como estaban a la tradición de las prácticas escolares, no veían la forma de hacer un hueco en los programas y los horarios a la nueva disciplina. Por otra parte, los maestros responsables de impartir las nuevas enseñanzas apenas habían recibido formación científica en las Escuelas Normales (Bernal, 2001). Todas estas circunstancias dificultaron y retrasaron la introducción de los contenidos de ciencias de la naturaleza en las escuelas españolas que, en 1915,

todavía eran en su mayoría, como explicaba Cossío (1915: 110), “nada más que de leer, escribir, contar y rezar”.

El maestro de una escuela de Sevilla, Luis Calatayud Buades, escribió en 1913 que las “Ciencias Naturales han sido las ciencias que por más tiempo han permanecido olvidadas en las escuelas de primera enseñanza”. Explicaba a continuación que “cuando la legislación escolar vino a declarar obligatoria esta enseñanza, los maestros no vieron en ella más que una asignatura más que venía a recargar el ya muy extenso programa de las escuelas”. Más adelante afirmaba: “Hoy mismo puede asegurarse que son pocas las escuelas en donde se da con fruto esta enseñanza” (Calatayud, 1913: 5).

Luis Cañadas, maestro de Olula del Río, decía que en las escuelas nacionales de primera enseñanza estas disciplinas estaban reducidas al estudio memorístico de un librito o a una simple explicación oral a los niños. Sin experimentación, con una ausencia total de actividades prácticas, ante esta situación, señalaba cual podía ser la causa del escaso desarrollo en todos los niveles de la educación científica en España: “Y es que en general no tenemos en España tradición científica. En una de las muchas aulas a que hemos asistido oímos años ha de labios de un querido profesor esta observación: “¡Cuán poco suenan los apellidos españoles en la historia de la ciencia! ¡Qué escasos son los teoremas de Rodríguez, principio de López, ley de Martínez! Quizá sea esa falta de ambiente una de las causas del estado de la enseñanza científica en España” (Cañadas, 1926: 19).

En cuanto a la preparación científica del magisterio, hay que tener en cuenta que el profesorado de las Escuelas Normales, no recibió una formación reglada de carácter superior hasta la creación en 1909 de la Escuela de Estudios Superiores del Magisterio (en lo sucesivo EESM). Vicente Valls decía que la primera causa de precariedad que presentaba la enseñanza de las ciencias naturales en la escuela primaria era la secular desarticulación de nuestra organización docente. Pero las causas directas inmediatas eran, por una parte, la nula preparación didáctica de las ciencias que ofrecían las Normales a los futuros maestros y, por otra, la dificultad de encontrar un material de enseñanza adecuado a las nuevas propuestas metodológicas. Resumía la situación diciendo que “nada indica en la inmensa mayoría de nuestras escuelas que las ciencias

biológicas, con su método experimental y de observación, forman parte del programa escolar. Y en la mayor parte de las escuelas donde se encuentran rastros de estas enseñanzas, éstos no pasan de ser huellas de cosas muertas y memoristas” (Valls, 1928: 166).

En el siguiente capítulo veremos cómo las nuevas orientaciones e iniciativas pedagógicas dieron lugar a que los maestros tuvieran una mejor formación en ciencias, y que se otorgara un mayor protagonismo a los estudios de la naturaleza (que integraban a la botánica) en la primera enseñanza. Por otro lado, las promociones de alumnos formados en la Sección de Ciencias de la EESM aparecerán en todos los frentes innovadores de la enseñanza de las ciencias. Como veremos, conocían las nuevas orientaciones didácticas puestas en práctica en otros países, publicaron numerosos libros y artículos de didáctica de las ciencias y organizaron cursos y seminarios de actualización, pasando a ser los principales impulsores de la renovación de la enseñanza de las ciencias en la educación primaria.

Capítulo II

LA EVOLUCIÓN DE LAS ORIENTACIONES PARA LA ENSEÑANZA DE LA BOTÁNICA

2. La evolución de las orientaciones para la enseñanza de la botánica.

Nuestro periodo de estudio comienza en 1837, una época en la que los responsables del nuevo sistema liberal trataban de restablecer el aparato científico y tecnológico tras el desmantelamiento de la infraestructura y la dispersión de los científicos formados durante el Antiguo Régimen. Durante el reinado de Isabel II (1833-1868) tanto liberales como conservadores coincidieron en la necesidad de dinamizar las instituciones de la época ilustrada y en crear otras, además de acometer la reforma del sistema educativo. En palabras de López-Ocón: “podemos considerar a la ciencia practicada en la España isabelina como una etapa intermedia situada entre un periodo de debilitamiento característico del reinado de Fernando VII y la fase de recuperación científica que tuvo después del Sexenio Democrático” (López-Ocón, 2003: 259). La Revolución de 1868 trajo un nuevo interés por la modernización de las prácticas científicas fruto de las libertades ideológicas y de expresión (Casado, 1998). A partir de 1870, se consolidó la mentalidad positivista en la sociedad española, sentando las bases del cultivo de las ciencias experimentales (López-Ocón, 2003).

En este capítulo hablamos de diversas instituciones e iniciativas de índole educativa y científica que trataron de cambiar la situación de atraso de nuestro país, siendo catalizadoras del cambio y de la introducción y desarrollo de la enseñanza de las ciencias. De forma paralela, también nos ocupamos de distintas personas que fueron protagonistas de las diferentes iniciativas encaminadas a que surgiera una incipiente comunidad científica y educativa que fue superando la falta de apoyo institucional, el atraso en el plano teórico, la baja productividad y el aislamiento social. Estudiamos también cómo los cambios en la concepción de la botánica tenían su reflejo con las nuevas orientaciones para la enseñanza de las ciencias, analizando las diferentes experiencias del profesorado y sus recomendaciones a través de los artículos, memorias y libros publicados.

2.1. Instituciones que favorecieron la renovación científica y pedagógica de la enseñanza de las ciencias.

La creación de la SEHN en 1871 y de la Institución Libre de Enseñanza (en lo sucesivo ILE) en 1876 fomentó los estudios de historia natural e incrementaron su presencia en el sistema educativo. Bajo la influencia de la ILE se emprendió desde los organismos públicos importantes reformas en el terreno jurídico, educativo y social, y se crearon dos organismos cruciales: el Museo Pedagógico Nacional (1882) y la JAE en 1907. La JAE fue el principal instrumento que hubo en la España del primer tercio del siglo XX para desarrollar un ambicioso programa de renovación científica y educativa. En torno a ella, desde 1907 hasta 1936, se produjeron importantes reformas científico-educativas que dieron lugar a iniciativas como el Instituto-Escuela de Madrid, las becas para ampliar estudios en el extranjero, las colonias escolares de vacaciones, la Universidad Internacional de Verano o las Misiones Pedagógicas. La Junta creó el Instituto Nacional de Ciencias Físico-Naturales del que dependían el Jardín Botánico de Madrid, el Museo Nacional de Ciencias Naturales, la Estación Biológica de Guadarrama y la de Santander. Gracias a la actividad que generaron estas instituciones, el primer tercio del siglo XX supuso lo que se ha llamado la edad de plata de la ciencia española (Casado, 2001). Paralelamente, la concesión del premio Nobel a Santiago Ramón y Cajal en 1906 cambió el panorama científico español, siendo una motivación para todos.

Los artículos del *Boletín de la Institución Libre de Enseñanza* (en lo sucesivo *BILE*), los *Anales* y el *Boletín* de la SEHN, el estudio de las *Memorias*, *Informes* y los *Anales* de la JAE, nos permiten conocer los objetivos y las herramientas que se pusieron en marcha con las nuevas instituciones que surgieron a finales del siglo XIX y a principio del siglo XX, analizando su evolución. Recientes publicaciones nos ayudan a completar la visión de estas instituciones como los trabajos de Leoncio López-Ocón (2007) sobre la influencia de Cajal en los laboratorios de la JAE, el de Bernal y López (2007a) sobre la JAE y la enseñanza de la ciencia para todos en España, así como la tesis de Cristina Jiménez Artacho (2000) sobre naturaleza, ecología y enseñanza en España.

2.1.1. La Sociedad Española de Historia Natural y sus propuestas

La SEHN se constituyó en el año 1871, en pleno Sexenio Democrático, y tenía como fines el fomento de la investigación y el estudio de la naturaleza en todos sus campos, la difusión de estos conocimientos, la defensa de nuestro patrimonio natural y la formación del profesorado. Su nacimiento fue el resultado de la necesidad que tenían los científicos que superaron los años isabelinos de comunicar sus resultados entre ellos, y de solicitar auxilio mutuo para sus investigaciones, además de servir de plataforma de defensa de la investigación (González Bueno, 1998). Insignes profesores e investigadores participaron en su nacimiento como Ignacio Bolívar, Miguel Colmeiro, Juan Vilanova, Joaquín González Hidalgo, Pedro González de Velasco, Marcos Jiménez de la Espada, Rafael Martínez Molina, Francisco de Paula, Sandalio de Pereda, Laureano Pérez Arcas, José Solano y Eulate, Serafín de Uhagon, Juan Vilanova y Piera y Bernardo Zapater (*Anales de la SEHN*, 1872).

La Sociedad publicó sus *Anales y Actas* y luego el *Boletín* y las *Memorias*, en las que se contenía la mayor parte de la investigación que se hacía en historia natural. Entre otras iniciativas interesantes destacamos la *Exposición de reformas* que la Sociedad dirigió al Ministro de Fomento el 24 de diciembre de 1885⁴⁵, proponiendo las bases principales para desarrollar la enseñanza de las ciencias naturales en España y superar la organización incompleta y anticuada de los estudios, así como el predominio del carácter teórico sobre el práctico y experimental. A juicio de la Sociedad, el Museo de Ciencias Naturales debería ser un centro independiente, con personal propio y dedicado sólo a la investigación científica, lograr que en la enseñanza ofertada en los institutos dominara el carácter práctico y experimental sobre el teórico y expositivo⁴⁶, fundar estaciones zoológicas y organizar misiones científicas (*Anales de la SEHN*, 1886).

⁴⁵ Esta idea tuvo un gran respaldo por parte de los socios, tomando parte en ella Antonio Machado (Presidente), Martínez Escalera (Secretario), Ignacio Bolívar, Pérez Arcas y Vilanova (*Anales de la SEHN*, 1886).

⁴⁶ Estas medidas hallarían su complemento si en las escuelas se expusieran los conocimientos histórico-naturales más sencillos e indispensables (*Anales de la SEHN*, 1886).

En cuanto a la enseñanza de las ciencias naturales en la escuela, se hizo una serie de peticiones al Conde de Romanones, Ministro de Instrucción Pública⁴⁷. En la sesión de 5 de junio de 1901, Blas de Lázaro e Ibiza, como presidente, explicaba que acompañado de una comisión entregó al gobierno la exposición y los números del *Boletín* de la SEHN en el que constaban las discusiones que se habían tenido.

En los boletines se reflejaba el intenso debate de la Sociedad⁴⁸ a raíz de la cuestión planteada por el socio Manuel Martínez de la Escalera⁴⁹ para que la historia natural figurara en la enseñanza de las escuelas elementales y superiores, ya que hasta entonces sólo se impartía la asignatura de Agricultura en las escuelas primarias superiores. Bajo la moderación de Lázaro e Ibiza, los debates se sucedieron entre los socios, con algunas opiniones del mundo docente. En este sentido, a petición de Ignacio Bolívar, el profesor Agustín Sardá -director de la Escuela Normal de maestros de Madrid- expuso el estado de la cuestión de las ciencias en la preparación de los maestros. Se concluyó que la Sociedad no debía limitarse a hacer su exposición en términos vagos sino que debía presentar propuestas con lecciones de carácter elemental y pedagógico, invitando a todos los socios a presentar trabajos en ese sentido.

En la sesión de 10 de abril de 1901 se dio lectura a una carta de José Hueso, profesor de Física, Química e Historia Natural de la Escuela Normal de Granada, que a petición otra vez de Bolívar, enumeraba los elementos con los que se disponía en aquel centro⁵⁰ para la asignatura, y manifestaba que a su entender “no basta con que se logre una ley que así lo disponga; hoy se tropieza con una gran dificultad, la ignorancia de la mayoría de maestros en esta clase de documentos”. Afirmaba que los alumnos que

⁴⁷ Álvaro de Figueroa y Torres (1863-1950) fue ministro de Instrucción pública y Bellas Artes en el gobierno liberal de Sagasta entre 1901 y 1902, mandato en el que incorporó el sueldo de los maestros a los presupuestos estatales.

⁴⁸ En la sesión de 9 de enero de 1901 Martínez Escalera expuso la conveniencia de que la Sociedad elevase a los poderes públicos una exposición pidiendo que la Historia Natural formara parte de la enseñanza primaria en España: “Después de varias observaciones de los Sres. Cáceres Gómez, Vázquez Figueroa, Bolívar y el Presidente, se acordó que la idea apuntada se madure más despacio y se discuta en otra sesión para ver el modo de realizarla” (*Boletín de la SEHN*, 1901: 72).

⁴⁹ Manuel Martínez de la Escalera y Pérez de Rozas (1867-1949) fue un gran entomólogo de reconocido prestigio explorando zonas de Turquía, Siria, Irán, Iraq, Marruecos y Guinea Ecuatorial.

⁵⁰ Explicaba que cuando a principios de curso se hizo cargo de la asignatura de Ciencias Naturales, todo el material científico se reducía a dos barómetros inútiles, un pequeño imán, una brujulita y unas cuantas láminas de botánica y zoología. Decía que en sus excursiones habían recogido algunos minerales y plantas, pero insistía en que no era suficiente.

salieran con sus profesores a alguna excursión y se hubieran dedicado un poco a observar la naturaleza, estarían conquistados: “el que en el campo ha contado una vez los estambres de una flor o ha seguido con interés el desarrollo de una yema, ese llevará al campo a sus alumnos para enseñarles lo mismo” (*Boletín de la SEHN*, 1901: 191).

Lázaro Ibiza en la sesión de 6 de marzo de 1901 como Presidente de la SEHN, y por su experiencia en la Escuela Normal Central de Maestras, expuso que los libros de lectura científicos en las escuelas primarias constituían un medio de muy escasa eficacia para propagar estos conocimientos, y que los libros para los maestros no eran realmente necesarios pues éstos podían manejar los utilizados en los institutos y universidades para adquirir los conocimientos teóricos necesarios, siendo útil cuanto tendiese a difundir conocimientos prácticos y el manejo del material de laboratorio (*Boletín de la SEHN*, 1901).

Finalmente, en la sesión de 1 de mayo de 1901 se reconoció la conveniencia de que las nociones más importantes de física, química e historia natural -especialmente las que con mayor aplicación pudieran darse en las escuelas primarias elementales y superiores, tanto de niños como de niñas- debían estar al mismo nivel que las asignaturas de Gramática o Aritmética. Mientras no estuvieran listos los nuevos maestros instruidos en las enseñanzas científicas, formados en las escuelas normales, se hacía necesaria la adopción de medidas que facilitarían a los maestros en ejercicio la adquisición de conocimientos científicos relativos al dominio práctico de las manipulaciones y procedimientos de preparación de materiales que la naturaleza podía suministrar. Entre los medios que proponían para conducir a este resultado figuraban:

- La redacción de manuales breves dedicados al magisterio con nociones acerca del estado actual de la ciencia.
- La publicación de lecciones modelo que dieran una idea clara de la forma de iniciar al conocimiento de cuestiones científicas.
- El establecimiento de lecciones prácticas desarrolladas ante maestros y alumnos de escuelas normales por personas de reconocida competencia en las diversas especialidades.

- Cursos breves bajo la dirección del profesorado de las facultades científicas, con especial atención al reconocimiento de los grandes grupos orgánicos, el de plantas útiles y perjudiciales y el manejo del microscopio con pequeños aumentos.
- El establecimiento de misiones científicas para divulgar el conocimiento práctico entre el magisterio alejado de las capitales de provincia.
- El ofrecimiento de la SEHN para ayudar en la determinación de especies y en lo relativo a procedimientos de recolección, preparación y conservación de los seres naturales.

Pidieron también que las cuestiones de ciencias se incluyesen entre las materias de los ejercicios de oposición a las escuelas públicas, tanto elementales como superiores, advirtiéndolo así en las respectivas convocatorias. La Sociedad también acordó que sería muy útil para la formación del personal docente que se autorizase a un profesor de ciencias de una escuela normal de cada distrito universitario para concurrir durante un curso a los laboratorios y trabajos prácticos de las enseñanzas científicas de la respectiva Universidad. La SEHN ofreció al Ministro su cooperación y la de sus secciones de provincias. Finalmente la Sociedad agradeció al Ministro haber atendido sus proposiciones ya que las ciencias naturales empezaron a formar parte de los programas de nuevo reglamento de oposiciones, así como que los museos de historia natural y jardines botánicos provinciales contribuyeran al conocimiento de cada región (*Boletín de la SEHN*, 1901).

La Sociedad también intentaba propagar la afición y los conocimientos de las ciencias naturales en cumplimiento con su propio reglamento. Lázaro e Ibiza, en la sesión del 9 de enero de 1901, invitó a los socios a participar estableciéndose una conferencia mensual (*Boletín de la SEHN*, 1901). De forma paralela se explicaba que se realizarían excursiones a las que se les daría la mayor publicidad posible con el fin de que pudieran concurrir personas que, sin ser socios, se interesaran en el estudio de la naturaleza. Debido al prestigio que alcanzó esta sociedad recibió la protección del estado por medio del Real Decreto del 13 de julio de 1903, denominándose a partir de

ese momento Real Sociedad Española de Historia Natural (RSEHN) recibiendo una aportación de los presupuestos generales del Estado, en concepto de subvención, para sus fines (*Boletín de la RSEHN*, 1904).

2.1.2. La Institución Libre de Enseñanza.

Fue una entidad que cambió el panorama educativo y científico en España. Comenzó su actividad en 1876 para llevar a la práctica la renovación del pensamiento filosófico y pedagógico. Durante su existencia la ILE se convirtió en un organismo que facilitó la llegada a España de las más avanzadas teorías pedagógicas y científicas que se estaban desarrollando en el mundo. Como afirma Antonio Viñao (2004: 27), es difícil hallar una idea renovadora, una innovación o mejora educativa, introducida y difundida en el último cuarto del siglo XIX y durante el primer tercio del siglo XX, detrás de la que no haya estado la Institución o, incluso, en la que la Institución no haya desempeñado un papel relevante.

Tras la Restauración y el ascenso al gobierno de los conservadores se publicaba el decreto que anulaba la libertad de enseñanza que proclamó la Constitución de 1869. Entre otros aspectos, se obligaba a los profesores de instituto y universidad a someter a aprobación los libros de texto y los programas de sus asignaturas, así como a no difundir enseñanzas contra el dogma católico ni la monarquía. Se abrió expediente, detuvo y confinó a algunos profesores como Giner de los Ríos⁵¹, Gumersindo de Azcárate, González de Linares y los hermanos Calderón, entre otros. Con ello germinó en el pensamiento de Giner y de sus colegas la idea de proseguir su tarea educadora al margen de los centros universitarios del Estado, creando la ILE como establecimiento educativo privado orientado en principio hacia la enseñanza universitaria y, después, a la educación primaria y secundaria.

⁵¹ Francisco Giner de los Ríos (1839-1915) obtiene la cátedra de Filosofía del Derecho y de Derecho Internacional de la Universidad de Madrid pero como consecuencia de sus opiniones contrarias a las disposiciones del gobierno es expulsado de su cátedra siendo restituido en 1881. Fue discípulo del profesor Julián Sanz del Río, introductor en España del ideario krausista (de Karl Christian Friedrich Krause, 1781–1832); las ideas e influencia del Krausismo marcarán para siempre tanto el pensamiento como la obra de Giner de los Ríos.

Tras la llegada en 1881 de los liberales al poder, con una actitud más abierta y tolerante, aumentó la influencia de la Institución, empezando a formar parte del cuerpo docente profesores formados en ella. La ILE tenía un excelente plantel de profesorado en relación con las ciencias experimentales: Francisco Quiroga, Edmundo Lozano, Ricardo Rubio, Augusto González Linares, Salvador Calderón, José Macpherson, Blas Lázaro, etc. De ellos se puede afirmar que fueron maestros de maestros, formadores de formadores y que lideraron la renovación en la enseñanza de las ciencias en nuestro país. En su plan experimental del curso 1877-1878 se incluía la botánica dentro de las Ciencias Naturales (Hernández Nieves, 2009).

Augusto González de Linares⁵² fue profesor y el primer secretario de la Institución desde 1876 hasta 1880, enseñando Botánica, Geología y Mineralogía. Su participación fue clave en la creación de una Estación Marítima de Zoología y Botánica experimentales por parte del Ministerio de Fomento en 1886 con la finalidad de estudiar la flora y la fauna de nuestras costas y mares adyacentes, proponiendo su instalación en Santander.

Salvador Calderón⁵³ estaba versado en diferentes ramas de la historia natural, en especial de la mineralogía, pero también poseía extensos conocimientos en fisiología vegetal y zoología. Fue profesor de Mineralogía, Zoología, Fisiología e Higiene y Agricultura elemental en la Institución. Según el testimonio de su ayudante, Hernández-Pacheco, sabía dar a sus enseñanzas mucho atractivo “poseía como pocos el difícil arte de hacer agradable el estudio, estimulándoles y ayudándoles en sus trabajos y transmitiéndoles su entusiasmo por las ciencias naturales (Hernández Pacheco, 1911:

⁵² Augusto González de Linares (1845-1904): en 1870 finaliza el doctorado en Ciencias Naturales y dos años más tarde gana la cátedra de Historia Natural del Instituto de Albacete, que ejerce durante cuatro meses y abandona como consecuencia de haber logrado la cátedra universitaria de Historia Natural en la Universidad de Santiago de Compostela. Realizó viajes de estudios por diversos centros científicos europeos. Así, hizo trabajos botánicos bajo la tutela de Van Thiegen en el parisino Museo De Historia Natural.

⁵³ Salvador Calderón y Arana (1853-1911). Hizo sus estudios en la Facultad de Ciencias, doctorándose en la Sección de Naturales. Fundó, en unión de otros entusiastas jóvenes naturalistas, el Ateneo propagador de las Ciencias Naturales que acabó por refundirse en la SEHN. Fue profesor en el Instituto de Las Palmas pero fue apartado por el ministro Orovio. Tras su paso por la ILE llegaría a dar clases en la Universidad de Sevilla y en la Universidad Central de Madrid.

407). En 1877, Manuel Bartolomé de Cossío⁵⁴ entró en la ILE como auxiliar de Historia Natural del profesor Calderón y pronto se convirtió en el principal colaborador de Giner de los Ríos. Entre los profesores auxiliares destacó también Blas Lázaro e Ibiza. De importancia para el desarrollo de la enseñanza de la ciencia en la Institución fueron Cossío y Ricardo Rubio que, junto a otros, afianzaron el proyecto institucionista y garantizaron su continuidad hasta 1936.

La Institución trabajó por una educación activa, neutra y no dogmática, basada en el método científico, y pretendía una formación completa abierta a todos los ámbitos del saber. Desde 1876 hasta la guerra civil de 1936 la ILE se convirtió en el centro de gravedad de toda una época de la cultura española para la introducción en nuestro país de las más avanzadas teorías pedagógicas y científicas que se estaban desarrollando en otros países. Por desgracia, todos los organismos pedagógicos y científicos que reflejaban el espíritu de la ILE desaparecieron con el régimen dictatorial franquista.

2.1.3. El Museo Pedagógico Nacional.

El Museo Pedagógico Nacional fue creado por Decreto Ley de 6 de mayo de 1882 durante el primer gobierno liberal de la Restauración. Su denominación inicial fue Museo de Instrucción Primaria y Manuel Bartolomé Cossío obtuvo por oposición la plaza de director y Ricardo Rubio la de secretario. La aparición del Museo hay que relacionarla con el movimiento de creación de museos de educación por toda Europa en la segunda mitad del siglo XIX. El Museo trató de recoger y difundir las distintas propuestas de las corrientes pedagógicas europeas innovadoras una vez adaptadas a las peculiaridades de nuestro país. Trató de dar respuesta a las carencias detectadas en distintos ámbitos del sistema educativo español de forma general y, en particular, en la educación primaria y escuelas normales.

El Museo Pedagógico fue un lugar de referencia sobre las nuevas orientaciones pedagógicas, un foco de renovación que, centrado en las ideas de Cossío, tuvo como

⁵⁴ Manuel Bartolomé de Cossío (1857-1935) se licenció en Filosofía y Letras en la Universidad Central de Madrid en 1874, donde es discípulo de Leopoldo Alas, Marcelino Menéndez Pelayo y Joaquín Costa, a través del cual conoce a Francisco Giner de los Ríos. En 1885 leyó su tesis doctoral sobre el *Timeo* de Platón, y en 1904 fue nombrado catedrático de Pedagogía Superior en el doctorado de Filosofía y Letras de la Universidad Central de Madrid.

objeto el cambio y la modernización del sistema educativo. Incidió de forma muy especial en las personas que trabajaron en el proceso de introducción y desarrollo de la didáctica de las ciencias naturales en nuestro país en el primer tercio de siglo XX. Su relación con la ILE fue fuerte y constante no solo por la figura de Cossío, sino también por el profesorado colaborador que en su mayoría pertenecía también a la Institución (Bernal, 2001).

El Museo contaba con modelos, proyectos, planos y dibujos de establecimientos españoles y extranjeros destinados a la primera enseñanza general y especial, material científico integrado por colecciones de objetos empleados en las lecciones de cosas, y una biblioteca de instrucción primaria (Alcántara, 1909). El material de botánica era de dos clases: uno, que se podía emplear directamente, y otro, que solo de un modo indirecto contribuía a dicho fin. El primero comprendía láminas, herbarios, preparaciones microscópicas, fotografías sobre cristal para proyecciones, y el segundo aparatos para iluminar estas proyecciones, microscopios, lentes, microtomos y cajas para herborizaciones. Entre los materiales citados por Ricardo Rubio había algunos preparados por el Museo Educativo de Tokyo, once colecciones de láminas de botánica como las de historia natural de Deyrolle, una breve relación de las preparaciones microscópicas de Von R. Wolfensberger, fotografías sobre cristal transparente, y textos y disposiciones sobre asuntos científicos tomados del *Ministère d'Instruction Publique* de Francia (Rubio, 1892c).

El Museo poseía una biblioteca que se conserva en parte en la actualidad en la Residencia de Estudiantes de Madrid, y se compone de cerca de 35.000 libros, 300 títulos de revistas⁵⁵ y más de 10.000 folletos. Entre los libros más importantes de botánica Ricardo Rubio mencionaba el *Lehrbuch der Botanik*, el manual de botánica del profesor Prantl de 1876, libros de Gastón Bonnier⁵⁶ como *Anatomie et Physiologie végétales* de 1889 y *Éléments de botanique* de 1885, obra de referencia para la moderna

⁵⁵ El Museo también tenía las colecciones completas de las revistas pedagógicas y de historia natural que se editaban en nuestro país como el *Boletín de la Institución Libre de Enseñanza*, la *Revista de Pedagogía*, *La Escuela Moderna*, el *Boletín de la SEHN*, el *Boletín de la Sociedad Española de Excursiones* y los *Anales de la Junta para Ampliación de Estudios*, entre otros títulos.

⁵⁶ Gastón Bonnier (1853-1922) fue profesor de la Universidad de París desde 1887, miembro de la Academia de Ciencias de Francia y fundador del laboratorio de investigaciones botánicas de La Sorbonne y del de biología vegetal de Fontainebleau, del que era director.

didáctica de los vegetales junto a Louis Mangin⁵⁷, el *Course of practical instruction in Botany* de Bower y algunos folletos como los de Élie Marchal o los del profesor Bosschere sobre la enseñanza de la botánica en la escuela primaria.

Las limitaciones que encontraban los profesores a la hora de optar por actividades de enseñanza que implicaran la utilización de algún tipo de material distinto al libro de texto suponían un obstáculo para la introducción de nuevos enfoques metodológicos, y tenían una especial incidencia en el caso de las asignaturas relacionadas con las ciencias experimentales. Por eso una de las mayores preocupaciones y líneas de actuación en relación con la modernización de la enseñanza de las ciencias fue la organización de cursos prácticos de laboratorio dirigidos a maestros y profesores de las normales. De esta manera tuvieron la oportunidad de completar la escasa preparación científica recibida en estas instituciones educativas, sobre todo en el aspecto práctico.

Se establecieron una serie de cursos prácticos y de laboratorio sobre física, química e historia natural. En el caso de la botánica, bajo la responsabilidad de Ricardo Rubio, secretario del Museo, en el curso 1890-1891 se impartieron una serie de lecciones con el objeto de orientar la enseñanza elemental de la botánica en la escuela destinados a un grupo de alumnos de la Escuela Normal Central de maestros y de maestras, algunos de los cuales no habían cursado la asignatura de Nociones de Ciencias Físicas y Naturales (Rubio, 1891a). Otro tipo de actividades organizadas por el Museo fueron las excursiones y colonias de vacaciones, así como conferencias y cursos (Alcántara, 1909). En el artículo *Una excursión escolar de botánica* publicado en el *BILE* por Ricardo Rubio se recogen las reflexiones sobre dichas excursiones (Rubio, 1892b).

En lo relativo al uso de material en la enseñanza de las ciencias, las propuestas del Museo inciden en la adecuada formación y perfeccionamiento del profesorado, siendo éste el factor más importante de mejora en la educación primaria. Según Cossío

⁵⁷ Louis Alexandre Mangin (1852-1937) fue profesor de ciencias naturales en el Lycée Louis-le-Grand en París y profesor de ciencias naturales en La Sorbonne. De 1904 a 1931 fue profesor de botánica criptogámica en el Museo Nacional de Historia Natural.

(1906: 259): “no es lo urgente comprar aparatos para nuestras escuelas, sino poner a todos nuestros maestros en situación de manejarlos”. Decía que el material de enseñanza era un fetiche de primera magnitud para el cuerpo docente “casi todos los profesores y maestros nos quejamos de la falta de material y casi ninguno dejamos de achacar a esta falta el éxito dudoso de nuestras tareas” (1906: 261). En su opinión maestros, autoridades escolares y patronos de fundaciones privadas pedían material esperando de forma ingenua la inmediata transformación y mejora de la enseñanza. Dado su cargo de director del Museo quiso romper esta tendencia dejando claro que no estaba en contra del uso del material pero que, dado el estado de las escuelas, no era la primera necesidad que se debía atender. Solía decir paradójicamente que la misión del Museo Pedagógico Nacional debía consistir en desacreditar el material de enseñanza (Cossío, 1906).

2.1.4. La Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas.

Entre las nuevas instituciones de renovación científica destacaba la JAE, creada en 1907 para coordinar la política científica, siendo el liberal Amalio Gimeno ministro de Instrucción Pública. La JAE estimuló la creatividad de los científicos y la internacionalización de la ciencia española; estuvo presidida desde 1907 hasta 1932 por Santiago Ramón y Cajal. En palabras de Leoncio López-Ocón (2007: 68) la Junta fue la “primera obra seria y constructiva de renovación científica, educativa y pedagógica de carácter oficial, realizada dentro del aparato institucional del Estado en la época moderna”. En su ideario se indicaba que “debía ser el organismo iniciador de una renovación intensiva y rápida de nuestra educación superior y nuestras investigaciones científicas, sobre la base de la comunicación con el extranjero, el trabajo desinteresado y la libertad de elección en materias y procedimientos” (Junta para Ampliación de Estudios, 1908).

Antonio Moreno explica que aunque la investigación científica fuera lo más resaltado de las iniciativas desarrolladas por la JAE su existencia estaba presidida por un afán educativo esencial (Moreno González, 2007). En los últimos años con motivo de la conmemoración del centenario de la Junta en 2007, se han celebrado numerosos

encuentros, seminarios y reuniones científicas en España que, a su vez han generado una serie de publicaciones valiosas sobre el tema y han reactivado la investigación y el interés por la ingente labor desarrollada por la JAE en su intento de conseguir la renovación científica y educativa española. Como la celebración del XIV Coloquio de la Sociedad Española de Historia de la Educación⁵⁸ dedicado a las relaciones internacionales de la JAE, la edición de distintos monográficos en revistas, como el número extraordinario de 2007 de la *Revista de Educación* y el número 63-64 del *BILE* en diciembre de 2006. La difusión de otros trabajos y estudios dejan patente este interés por el papel de la JAE (Sánchez Ron, 1988; Sánchez Ron y La Fuente, 2007; Puig-Samper, 2007 y Sánchez Ron y García-Velasco, 2010).

En 1910 se creaba el Instituto Nacional de Ciencias Físicas y Naturales con fines docentes y de investigación. Agrupó bajo una sola dirección los laboratorios, museos y demás instituciones dedicadas a la investigación con el propósito de facilitar su gestión y colaboración, y creó otras de acuerdo con las necesidades y recursos. Se incorporaron al Instituto el Laboratorio de Investigaciones Biológicas, dirigido por Ramón y Cajal, los museos Nacional de Ciencias Naturales con Ignacio Bolívar, el Antropológico, el Jardín Botánico con Federico Gredilla, las Estaciones marinas de Santander y Baleares, fundadas por Augusto González de Linares y Odón de Buen, y el Laboratorio de automática con Leonardo Torres Quevedo (Junta para Ampliación de Estudios, 1912).

El Instituto se creó para facilitar la preparación de los becados en el extranjero, aprovechar los conocimientos de los que regresaban, dar ocasión a los egresados de las universidades y escuelas superiores para dedicarse a estudios especiales, y reunir en una colaboración intensa elementos antes dispersos. Para este género de estudios era necesario un material costoso y variado por lo que la Junta demandaba que “debían hacerse los mayores esfuerzos por ahorrar gastos, siempre que fuera posible utilizar el de los Centros y Laboratorios ya existentes, sin perturbar sus servicios propios, al mismo tiempo que convenía procurar la solidaridad de éstos en la obra científica común” (Junta para Ampliación de Estudios, 1912: 150).

⁵⁸ La Sociedad Española de Historia de la Educación dedicó a ese tema el XIV Coloquio: Relaciones Internacionales en la historia de la educación. Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas (1907-2007).

La institución dentro de la Junta con más relevancia en relación con la investigación y la enseñanza de la botánica fue el Jardín Botánico de Madrid que, como vimos anteriormente, estaba vinculado a la enseñanza universitaria y que a partir de 1907 pasó a estar integrado en la JAE. La prolongada dirección de Colmeiro -desde 1868 a 1901-, ligada a la cátedra de Botánica de la Facultad de Ciencias de Madrid, no suele interpretarse de manera muy positiva para el desarrollo de la institución (Josa, 1992). La incorporación del Jardín a la JAE no supuso un cambio inicial positivo ya que su director, Apolinar Federico Gredilla, con una actitud inmovilista, tuvo serios incidentes con Lázaro e Ibiza y José Madrid Moreno, ambos vinculados a la ILE, que terminaron por ser trasladados. Tras la muerte de Eduardo Reyes Prosper, sucesor de Gredilla, se nombró director del Jardín a Ignacio Bolívar. Con su llegada, la gestión del Jardín dio un giro radical, entrando en una fase de desarrollo institucional y experimental con el establecimiento del Laboratorio de Fisiología Vegetal (Baratas, 1997), del que hablaremos más adelante al referirnos a los cursos de especialización a profesores e investigadores.

En relación a la botánica, otra aportación importante fue la construcción de la Estación de Biología Alpina entre 1910 y 1911, dedicada al estudio integral del medio. Se estableció en la Sierra de Guadarrama, a cuatro kilómetros y medio del puerto de Navacerrada, a 1.300 metros de altitud, al lado de la carretera y en lugar accesible todo el año. La situación era de interés para los naturalistas que tuvieran que estudiar la región central de la península. Su fauna y flora ofrecían un campo inexplorado y el número de especies exclusivas de la sierra era relativamente grande, lo cual, unido a la facilidad de sus comunicaciones, hacía que fuese uno de los puntos más interesantes de la cordillera. Según las memorias de la JAE “la Estación cuenta con tres hectáreas y media de terreno, cedidas generosamente por el Ministerio de Fomento. Se ha construido hasta ahora un pabellón de dos pisos, con laboratorio capaz para cuatro micrógrafos y otros cuatro naturalistas más, dormitorios, comedor y dependencias consiguientes. Está amueblado tiene material para micrógrafo, y el necesario de preparación, tanto botánico como entomológico” (Junta para Ampliación de Estudios, 1912: 156). El centro fue utilizado como lugar de recolección para el Museo de Ciencias

Naturales, para los cursos organizados por la Junta y para las excursiones de los alumnos de la Facultad de Ciencias y del Museo. Quizás la idea más sugerente de esta Estación desde el punto de vista educativo y botánico era la realización de un jardín botánico alpino, pero la necesidad de atender los trabajos de la instalación y el no tener cercado el terreno imposibilitó hacer las plantaciones proyectadas (Junta para Ampliación de Estudios, 1912).

Dentro de las actividades de la Estación también se hizo un estudio preliminar de la historia natural de la Sierra de Guadarrama bajo la dirección de Francisco de las Barras. Los trabajos de más importancia fueron botánicos y entomológicos, tanto en el Museo de Ciencias Naturales como en el campo. Se formaron en el Museo una sala y un laboratorio de botánica general con material micrográfico suficiente para histología vegetal sobre plantas de la sierra y alrededores de Madrid y con una colección micrográfica. También se reunió un herbario fanerogámico muy numeroso de plantas de las mismas zonas que se iba preparando y clasificando al mismo tiempo. Las excursiones fueron constantes, con mucha incidencia en la geografía botánica, y recogiendo no sólo ejemplares botánicos sino de las demás ramas de la historia natural, que se conservaron en las secciones correspondientes del Museo y que sirvieron para que los alumnos hicieran sus trabajos especiales (Junta para Ampliación de Estudios, 1912).

Finalmente, consideramos la labor desarrollada en otra de las instituciones bajo la dirección de la JAE, el Instituto-Escuela de Madrid. Este centro nació el 10 de mayo de 1918 como impulsor de la reforma de la enseñanza pública, y también se concibió como centro de formación del profesorado pues los autores del proyecto conocían la necesidad de que hubiera unos docentes adecuados al nuevo sistema. Se ofrecía a los profesores de ciencias un modelo pedagógico alternativo y una experiencia contrastada de la que podían extraer nuevos planteamientos para el desarrollo de sus enseñanzas y, sobre todo, se mostraba la nueva concepción de la finalidad que debía tener la educación científica en la enseñanza secundaria: más formativa y de preparación para la vida que propedéutica (Bernal y López, 2007a).

Según Antonio Moreno, aunque el espíritu pedagógico que subyace en los planteamientos del Instituto–Escuela tiene que ver con el institucionismo de Giner de los Ríos, parece necesario situar este proyecto en relación con las corrientes europea y americana de la Escuela Nueva (Moreno González, 2007). En 1988, con motivo de la celebración de su 70 aniversario encontramos numerosas publicaciones relevantes sobre el tema (Palacios Bañuelos, 1988; Moreno González, 1988; Ontañón, 1988a, 1988b). Posteriormente, los trabajos de Martínez Alfaro (2009), Viñao (2010) y Ontañón (2010) constituyen una aportación valiosa para conocer la labor desarrollada por Instituto-escuela.

Las ciencias naturales en la sección preparatoria incluían la botánica dentro de la biología. La parte descriptiva y clasificadora que los niños debían hacer mediante dibujos al natural y colecciones se completaba con observaciones y experimentos de fisiología. Además de pretender que conocieran los grupos principales de seres vivos, los profesores aspiraban a que los estudiantes adquirieran una clara conciencia de los criterios que servían para clasificarlos, así como las líneas fundamentales de la evolución de las especies (Junta para Ampliación de Estudios, 1925).

En la sección de Preparatoria, en el primer grado, Josefa Castán enseñaba botánica con la pretensión de conocer primero la planta llegando a distinguir con bastante detalle las diferentes partes de la misma y el papel que desempeñaban. Hacía fijar la atención en aquellas que eran más conocidas por su aplicación como alimento y como material industrial: “ven varias semillas y les hablo breve y sencillamente de la germinación; es un hecho que interesa a los niños y despierta su afición hacia las plantas; hablamos de la vida de algunas de ellas, trabajo que realizan, de donde proceden y batallas que libran” (Junta para Ampliación de Estudios, 1925: 85). La profesora Juana Moreno indicaba que en la enseñanza de segundo grado de Ciencias Naturales su fin principal era que sus alumnos aprendieran a observar. Afirmaba que no era muy difícil conseguirlo ya que a esa edad la curiosidad de los niños era insaciable, “y todo lo preguntan porque todo lo quieren saber”.

En el grado tercero la profesora Marta Cejudo explicaba que siempre que podía empleaba el método intuitivo para la enseñanza de la botánica, utilizando láminas tan sólo en el caso de no poder presentar el mismo objeto que se estudia: “con varias plantas delante, les doy idea de lo que son, sus partes y funciones que realizan. Al hablarles de la germinación examinan algunas semillas, y algunas de ellas las hago germinar en clase para que todos los días aprecien el proceso de la misma” (Junta para Ampliación de Estudios, 1925: 89). Para darles una idea de los vegetales inferiores les enseñaba los más cercanos, para deducir los caracteres más corrientes. Y se efectuaban varias salidas al campo en busca de plantas, de las que los niños clasificaban hojas y flores.

Con respecto a la enseñanza de la Biología para los alumnos entre 11 a 17 años, el encargado era el catedrático Antonio Marín que opinaba que “la enseñanza de la Botánica sin plantas y de la Zoología sin animales son pequeños crímenes, que no por cometerse frecuentemente son menos condenables... las cosas, bien y directamente observadas, serán bien aprendidas, porque lo que el alumno ha visto, tocado, etc., serán para él realidades vivas y no retazos de prosa aprendidos en un libro” (Junta para Ampliación de Estudios, 1925: 209). En la enseñanza práctica de la botánica el profesor se limitaba a hacer preguntas sobre los puntos a observar procurando no limitar la espontaneidad del alumno con estudios morfológicos, utilizando el dibujo científico y la realización de excursiones frecuentes.

En el Instituto-Escuela destacaba también la figura de Luis Crespi⁵⁹, catedrático de Agricultura desde 1918 a 1936. En la programación de la materia, Crespi hacía una relación de los contenidos que iba a desarrollar en el curso. Para él tenían especial importancia los contenidos relativos a las cuestiones teóricas o a los fundamentos de la agricultura, la planta como productora de sustancias orgánicas, la multiplicación, variabilidad, variedad y forma de los vegetales; las modificaciones de éstos producidas por el suelo, el hombre y el clima; la tierra vegetal, los abonos; las cosechas, las características agrícolas de España y los diferentes tipos de cultivos (Masip, 2011).

⁵⁹ Luís Crespi fue nombrado por la JAE en marzo de 1933 jefe del Laboratorio de Ecología del Museo Nacional de Ciencias Naturales.

En el actual Instituto Isabel la Católica de Madrid (heredero del Instituto-Escuela), se conservan elementos constitutivos del patrimonio del Instituto-Escuela. Martínez Alfaro y Masip (2012) informan de la existencia de los materiales con los que se estudiaba botánica: una caja de herborización alemana para recoger muestras en el campo, un herbario de 1912 realizado por los botánicos C. Vicioso y F. Beltrán -que trabajaron en la Estación Alpina de Guadarrama-, y un herbario de 128 pliegos de plantas y 17 de algas que fue preparado en el Jardín Botánico y en el Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid. También se conserva la colección francesa de modelos didácticos de flores y frutos del doctor Auzoux de 1915 (Martínez y Masip, 2012).

2.1.5. La Escuela de Estudios Superiores del Magisterio.

Creada en 1909 con el nombre inicial de Escuela Superior del Magisterio, y posteriormente como Escuela de Estudios Superiores del Magisterio (EESM) fue el resultado de las demandas realizadas desde círculos políticos y educativos progresistas de nuestro país para una mejor formación de los futuros profesores de las Escuelas Normales e inspectores de primera enseñanza, llevando a cabo la magna obra de difundir los beneficios de la educación e instrucción primarias por todo el territorio nacional (Moreno González, 2007). Véase sobre el tema entre otros trabajos (Molero y Pozo, 1989) y (Ferrer y Maura, 1973).

Desde la Sección de Ciencias de la EESM se trató de llevar a cabo una enseñanza rigurosa y actualizada de las materias relacionadas con las ciencias experimentales y se intentaba dar, dentro de los límites impuestos por la falta de tradición y presupuestos, un enfoque experimental a estas enseñanzas. Se propuso una mayor y mejor preparación pedagógica del futuro profesorado de Normales y de los inspectores, tratando de difundir las corrientes renovadoras europeas y los nuevos planteamientos didácticos. Especial relevancia tuvo el énfasis puesto en la introducción de las metodologías específicas. Además, se puso especial atención en el desarrollo de las prácticas de enseñanza porque se asumió que tan importante como la formación científico pedagógica de los futuros profesores también lo era la formación profesional mediante la realización de prácticas en el aula (Bernal, López y Moreno, 2005).

El primer plan de estudios de la EESM incluía la asignatura de Historia Natural en primer curso y la de Ampliación de Historia Natural en segundo. Las asignaturas cambiaron de denominación con las numerosas modificaciones de los planes de estudio, siete en veintidós años de funcionamiento: Historia Natural (1909 y 1919), Metodología de la Historia Natural (1911 y 1913), Historia Natural y Agricultura (1914). La reforma de 1919 suponía una ampliación de los estudios específicos de la Sección: junto a la Historia Natural general que se impartía en primer curso, aparecían por vez primera como asignaturas independientes, la Geología en segundo y la Biología con cierto carácter descriptivo (Bernal y López, 2005). Los cambios de profesorado eran continuos, sin embargo, los encargados de la cátedra de Historia Natural y Metodología de la Historia Natural tuvieron un gran prestigio profesional. Eran Blas de Lázaro e Ibiza, que fue el responsable de las primeras clases de julio de 1909 hasta abril de 1910, Emilio Rivera y Gómez de 1910-1916, Francisco de las Barras y Aragón de 1919 a 1920, Enrique Rioja de 1922 a 1932, Pio Vidal Compaire de 1911 a 1932 como profesor auxiliar interino y Julia Morros Sardá de 1927 a 1932 como ayudante de clases prácticas.

Pese a la brevedad de su paso por la EESM destacamos la figura de Lázaro e Ibiza, creador y maestro de toda una escuela botánica española que, como vimos en el primer capítulo, llegó a ser catedrático de Botánica en la Facultad de Farmacia en la Universidad Central de Madrid. Sus ideas supusieron una ruptura con los planteamientos tradicionales. Los rasgos más destacados de sus orientaciones didácticas suponían la necesidad de realizar actividades en el medio natural y excursiones instructivas dirigidas al desarrollo de la capacidad de observación científica, de introducir la intuición como fundamentación teórica del aprendizaje de las ciencias naturales, teniendo una visión global y comprensiva de la materia y, por último, de conseguir una buena preparación científica y didáctica de los maestros.

En sus seis años como profesor numerario de la EESM, Emilio Ribera y Gómez⁶⁰ pudo contribuir a elevar el nivel científico y didáctico de los profesores de las Normales, por su experiencia previa de treinta años como profesor en el Instituto de Valencia y por su buena preparación científica. Tuvo una visión más cercana a la enseñanza tradicional, tal y como podemos ver en su libro los *Elementos de Historia Natural*, del que aparecieron quince ediciones entre 1879 y 1926. No renunciaba al conocimiento taxonómico porque, según Ribera, era preciso que todo el que se dedicara al estudio de la historia natural tuviera el convencimiento de que no iba a aprender una fatigosa serie de nombres raros o una porción de conocimientos, necesarios tan sólo para aprobar en un examen o para hacer gala de erudito, sino que debía conocer todos los seres del entorno (Ribera, 1893).

El profesor Enrique Rioja Lo Bianco⁶¹ fue uno de los profesores de la EESM con más implicación en la didáctica de las ciencias. Durante diez años desempeñó su tarea docente en la formación científica y didáctica de los profesores de ciencias de las escuelas normales, dedicándose con intensidad a la vertiente pedagógica con numerosas publicaciones. Impartió muchos cursos en el Museo de Ciencias Naturales y en el Museo Pedagógico. Las ideas de Rioja tuvieron gran difusión, con altos niveles de aceptación entre los profesores de ciencias de las Normales, los maestros y los inspectores. Apostó de forma clara por la selección y organización de contenidos desde un enfoque ecológico⁶² y propuso estudiar los seres vivos desde el acercamiento a la naturaleza como todo un continuo, tal y como se presentan en el entorno natural del alumno. Esto implicaba romper con la forma clásica de enseñar la historia natural, basada en la descripción, reconocimiento y clasificación de organismos, que propiciaba una enseñanza centrada en la exposición de conocimientos y la memorización. Decía que el maestro debía comprender las verdaderas relaciones de los seres vivos olvidando las disciplinas aisladas como la zoología y la botánica. Sus propuestas se pueden

⁶⁰ Emilio Ribera y Gómez (1853-1921) obtuvo el grado de doctor en Ciencias Naturales en 1879, fue catedrático de Historia Natural en el Instituto de Segunda Enseñanza de Almería y desde 1877 hasta 1904 en el de Valencia. Recorrió numerosas zonas de España y de Europa occidental y Norteamérica y realizó estudios en museos de historia natural.

⁶¹ Enrique Rioja Lo Bianco (1895-1963) además de profesor en la EESM fue catedrático de Historia Natural en el Instituto San Isidro de Madrid. Fue también jefe de sección del Museo de Ciencias Naturales, estando estrechamente vinculado a todas las actividades del mismo.

⁶² Decía que el maestro debe olvidar las disciplinas antinaturales como la zoología y la botánica y comprender las verdaderas relaciones de los seres vivos entre sí y con el medio ambiente.

resumir en el nuevo papel del profesor como orientador y guía en la realización de actividades, en una enseñanza de las ciencias naturales fundamentada en la actividad del alumno con la naturaleza como el principal material de trabajo y en la experimentación para adquirir habilidades y destrezas en investigación.

Entre las distintas promociones de la Sección de Ciencias destacaron algunos de los protagonistas de la renovación pedagógica y la introducción de la didáctica de las ciencias en España como Margarita Comas, Vicente Valls, Modesto Bargalló, Aurelio Rodríguez Charentón, Julia Martínez Álamo, Luisa Bécares, Antonio J. Onieva, Juan Bautista Llorca, Domingo Abellán, Catalina Vives, Federico Doreste, Julia Morros, Juan Comas, Juan Roura, Herminio Almendros, etc.

En 1914 comenzó el movimiento de renovación de las Escuelas Normales con la progresiva incorporación a estos centros del profesorado procedente de la EESM, y con la llegada a la docencia de algunos de los becados por la JAE para hacer estudios en el extranjero. Esta difusión de ideas hizo que entre 1914 y 1931 se pudieran dar los primeros pasos en la introducción de una nueva visión de la enseñanza de las ciencias en la formación de los maestros. La puesta en marcha del Plan profesional de 1931, con la introducción de la Metodología de las Ciencias Naturales y la Agricultura en primer curso, supuso mejorar la formación científica y didáctica del profesorado.

2.2. Las iniciativas para la renovación científica y pedagógica de la enseñanza de la botánica.

Dentro de las iniciativas específicas llevadas cabo para propiciar la renovación pedagógica vamos a centrar nuestra atención en aquellas que contribuyeron al intercambio de ideas, experiencias, cooperación científica y pedagógica en relación con la enseñanza de la botánica. Los cursos de especialistas internacionales y los cursos especiales de distintas materias como fisiología y botánica descriptiva fueron una herramienta de formación adicional y un revulsivo para modernizar los laboratorios, motivando a los nuevos investigadores y profesores. Por otro lado, analizamos la actividad y las conclusiones de los pensionados para la realización de estudios en

centros extranjeros, centrándonos en los que aprovecharon su estancia en países principalmente europeos para observar y aprender otras metodologías. Una tercera iniciativa que estudiamos son las revistas de diferentes instituciones como elementos de difusión del conocimiento que se iba generando, la influencia del movimiento de innovación pedagógica que se desarrollaba en Europa con la extensión de las ideas de la *Escuela Nueva* (crucial en el caso de la renovación de la enseñanza de las ciencias en España), y la labor de difusión de los nuevos materiales escolares realizada por algunas revistas desde cuyas páginas se proporcionó al profesorado una información bibliográfica exhaustiva (Bernal, 2001).

2.2.1. Los cursos de formación del profesorado y de investigadores.

Los primeros cursos de formación que vamos a tratar son los del Museo Pedagógico. Durante los años 1890 y 1891 se realizaron cursos de botánica bajo la dirección de Ricardo Rubio destinados a alumnos de la Escuela Normal Central de Maestros de Madrid, algunos de los cuales aún no habían cursado las Nociones de Ciencias Físicas y Naturales que se daban en dicho centro, por lo que fue preciso ir ofreciendo simultáneamente las lecciones de botánica y las de su metodología. También asistieron alumnas de la Normal Central de Maestras. Se comenzaba con unas nociones generales de biología general a partir del estudio de la célula vegetal desde su origen, para luego estudiar de forma cíclica la vida de la planta, la histología vegetal y las especies vegetales siguiendo la clasificación de Van Thieghem. El curso proponía actividades prácticas como observaciones, cortes microscópicos transversales y longitudinales, experimentos de fecundación cruzada, excursiones formativas, el uso de material de enseñanza y recomendaciones de bibliografía (Rubio, 1891a).

Después de haber enviado pensionados al extranjero durante un decenio y de haber constituido en España algunos grupos que alcanzaron un buen nivel científico, creyó la JAE que era el momento de invitar a dar cursos a algunos profesores especialistas de otros países (Junta para Ampliación de Estudios, 1918). Estos cursos sirvieron como elementos irradiadores, contribuyendo a transmitir las nuevas tendencias en sus respectivos centros de trabajo y poder adecuar sus instalaciones a las nuevas

corrientes metodológicas. En el año 1917, la JAE invitó al profesor Leclerc du Sablon, de la Universidad de Toulouse. El interés de la Junta era explorar cómo podrían fomentarse en España los trabajos prácticos de fisiología vegetal, fundamentales para el progreso agrícola y para la constitución de una ciencia biológica. Se dividió el curso en dos secciones: una de trabajos de laboratorio, destinado a un corto número de alumnos, y otra de conferencias de vulgarización superior, para público numeroso. Se habilitó un laboratorio para su celebración -el de la Residencia de Estudiantes de Madrid- y se dotó del material más indispensable siguiendo las indicaciones de Leclerc du Sablon. Las prácticas comenzaron el 22 de enero y terminaron a finales de marzo. Los trabajos de laboratorio tenían lugar tres días a la semana. Entre el alumnado figuraba Dolores Cebrián, profesora de la Escuela Normal de Maestras de Madrid, que años antes había sido pensionada para estudios análogos en el Laboratorio de Fontainebleau. También asistió Luis Crespí, catedrático de Agricultura del Instituto-Escuela de Madrid.

Los experimentos tomaron como problema capital la permeabilidad de las membranas y sus aplicaciones a la fisiología vegetal, desarrollando el siguiente programa:

- Ósmosis a través de las membranas permeables.
- Constitución de la célula vegetal; plasmólisis y turgescencia.
- Absorción del agua y de las sales por las raíces; circulación del agua y de las sales. Mecanismo de la ascensión de la savia.
- Mecanismo de la emisión del agua líquida por las plantas y el néctar.
- Emisión del vapor de agua, métodos de medida e influencia de las condiciones externas.
- Papel desempeñado por la permeabilidad de las membranas.
- Significación fisiológica de la emisión de vapor de agua; adaptación de las plantas, tendiendo a reducir la transpiración.
- Mecanismo de los cambios gaseosos de la respiración y de la asimilación del carbono; papel de los estomas y de la cutícula; el caso de las plantas acuáticas.

Las conferencias del segundo curso teórico y divulgativo se impartieron en el Museo Nacional de Ciencias Naturales, con la asistencia de numerosos alumnos y profesores de la Facultad de Ciencias, de la Escuela de Ingenieros Agrónomos y de la Escuela de Estudios Superiores de Magisterio. Fueron “cuatro conferencias, en los días 9, 13, 16 y 22 de febrero, versaron sobre las leyes de la hibridación y de la herencia, exponiendo el profesor Leclerc du Sablon los interesantes estudios modernos sobre mendelismo; una conferencia el día 9 de Marzo, se dedicó a la simbiosis del blastofaga y de la higuera; otra, el 16 de marzo, trató de la viña y sus enfermedades” (Junta para Ampliación de Estudios, 1918: 192-194).

Con una estructura similar, también de duración trimestral y organizado en dos secciones acordes con la preparación de los matriculados, la Junta invitó a Lewis Knudson, director del Laboratorio de Fisiología vegetal de la Universidad Cornell (Estados Unidos). Hubo necesidad de habilitar un local que permitiera el mayor aprovechamiento de sus enseñanzas en el Jardín Botánico. Se trataron principalmente las cuestiones siguientes: “antagonismos, alimentación vegetal, transpiración, período de reposo en las plantas, crítica de las experiencias sobre alimentación vegetal, con trabajos de laboratorio sobre soluciones de cultivo, plasmólisis, soluciones antagónicas, cultivos asépticas, extracción de la clorofila y demostraciones respecto de los pigmentos vegetales y sus propiedades, diastasas y fermentaciones, germinaciones del polen” (Junta para Ampliación de Estudios, 1922: 168). El curso resultó muy interesante, terminó el 10 de mayo, manifestándose deseos unánimes de que tuviera una continuación en fechas próximas. Así nació el nuevo Laboratorio de Fisiología vegetal, en constante relación con el profesor Knudson, espléndido en donativos de libros y publicaciones, de consejos y estímulos. El Laboratorio continuó abierto haciendo la JAE grandes esfuerzos para facilitar medios y que tuviera continuidad. Durante el verano de 1920 allí trabajaron Abelardo Bartolomé y del Cerro, Antonio Esteban de Faura, Adolfo Vázquez Humasqué y Luis Crespí Jaume, que coordinaron durante el verano de 1920 un curso elemental sobre las mismas materias. (Junta para Ampliación de Estudios, 1922: 167).

En la primavera de 1921 volvió a repetirse el curso trimestral realizado por Lewis Knudson el año anterior. Las instalaciones utilizadas para el desarrollo de estos cursos fueron reubicadas en 1922 en el remozado Real Jardín de Madrid, ya bajo la dirección de Ignacio Bolívar, dando comienzo con una sección de trabajo a cargo de Antonio García Várela y con la colaboración de Juan Rodríguez Sardina y Eduardo Balguerías. Se iniciaba así una línea de trabajo férreamente apoyada desde la JAE a través de la concesión de pensiones en el extranjero. A esta línea de investigación se incorporaron, tras su formación en otros centros europeos, Enrique García Subero, J. Eleizalde y Florencio Bustinza en 1928. Pese a los esfuerzos realizados no se consiguió crear una escuela de investigación en torno a la fisiología vegetal por la inestabilidad del Laboratorio y las limitadas oportunidades de seguir investigando para los pensionados (Baratas, 1997).

La Facultad de Ciencias de la Universidad Central organizó con la colaboración de los profesores del Museo y de la JAE un curso sobre parásitos de las plantas y la necesidad de combatirlos, celebrándose durante los meses de marzo y abril de 1923. El profesor Romualdo González Fragoso contribuyó al cursillo con seis conferencias sobre patología vegetal sobre "Las enfermedades producidas por las, hongos, su importancia y profilaxis", "La roya de los vegetales ", "El carbón y la caries de los insanos", "Las enfermedades producidas por los hongos ascomicetos, ascomicetos útiles, fermentaciones ", "Oidios, manchas y moteados de las hojas" y " El mildiu de los vegetales y las hernias y tumores de tallos y raíces". Se dio también una conferencia sobre "Flores e Insectos" a cargo del catedrático de la Universidad Central Antonio García Varela (Junta para Ampliación de Estudios, 1922).

Los cursos ofrecidos por la JAE no eran solo de fisiología. También se realizaron diversos cursos prácticos de fanerogamia como el de Joaquín María de Castellarnau⁶³, con José María Cogolludo de ayudante, durante una sesión a la semana los meses de marzo y abril, dedicándose principalmente al estudio del microscopio

⁶³ Joaquín María de Castellarnau (1848-1943) fue un ingeniero forestal implicado en el tratamiento y administración del pinar de Valsaín. Realizó importantes trabajos de anatomía microscópica vegetal, entre ellos varios sobre la histología de maderas de coníferas. Fue traductor de la obra del profesor Arthur Meyer, que ofreció generosamente a la JAE.

como preparación indispensable para el estudio anatómico de los vegetales. (JAE, 1916). También se realizaron ejercicios prácticos de recolección, preparación y clasificación de plantas bajo la dirección de José María Cogolludo durante los meses de mayo y junio del curso 1914-15, haciéndose una excursión semanal para visitar localidades de la Sierra del Guadarrama, estepa de Madrid y alrededores (JAE, 1916). Este tipo de excursiones pedagógicas siguieron realizándose durante los cursos de 1916-17 y 1918-19: “asistieron a estas prácticas alumnos de procedencias muy diversas, especialmente de las Facultades de Farmacia y Ciencias, y Escuelas de Agricultura y Superior del Magisterio“ (Junta para Ampliación de Estudios, 1918: 155). Como resultado de estas excursiones, de otras realizadas por Cogolludo en los Montes de Toledo y riberas del Tajo, y de las plantas clasificadas de otras procedencias, el herbario del Museo Nacional de Ciencias Naturales aumentó considerablemente.

Dentro de la estrategia de la JAE por introducir las orientaciones microscopistas a los estudios botánicos, durante el curso 1910-11 el micrógrafo Ernesto Caballero Bellido⁶⁴ fue invitado para impartir un curso de iniciación al alumnado del Museo de Ciencias en técnicas microscópicas para el estudio de las algas diatomeas con carácter exclusivamente práctico. Cada uno disponía individualmente de un microscopio simple y otro compuesto (Junta para Ampliación de Estudios, 1912). A este curso le siguió uno sobre el estudio sistemático de diatomeas a cargo de Florentino Azpeitia y Moros con una introducción a estas algas y su situación en las clasificaciones, idea de sus dimensiones, recolección de ejemplares vivientes y fósiles, clasificación, nomenclatura, caracteres y modo de apreciarlos con el microscopio, estudio de los principales géneros, fijándose en la etimología del nombre, caracteres, variaciones, afinidades y yacimientos. (Junta para Ampliación de Estudios, 1912).

A instancia de la sociedad de jardineros La Gardenia se realizó un cursillo de botánica orientado hacia la jardinería por el profesor García Varela y los conservadores Uruñuela y Balguerías del Jardín Botánico (Junta para Ampliación de Estudios, 1927).

⁶⁴ Ernesto Caballero Bellido, (1858-1935) fue catedrático del Instituto de Pontevedra, reputado especialista en diatomeas, realizó trabajos de divulgación en la revista de la SEHN y multitud de preparaciones comerciales de diatomeas con su método. Fue becado por la JAE, en 1910, durante once meses para la preparación y el estudio de las diatomeas de las provincias gallegas.

A finales de 1925 y principios de 1926 hubo otro curso novedoso acerca de la criptogamia por Arturo Caballero ayudado por González Guerrero y Ruiz de Azúa (Junta para Ampliación de Estudios, 1927).

En el Laboratorio de Fitografía del Jardín Botánico, Arturo Caballero, jefe de la Sección de herbarios, explicó un curso de botánica a maestros nacionales, dándole un carácter puramente práctico, versando los ejercicios sobre las cuestiones siguientes “germinación de semillas y esporas, respiración, transpiración, asimilación y circulación, estudio de estructuras vegetales, fenómenos de reproducción, formación y maduración del fruto y de la sernilla, tipos vegetales e idea general de la clasificación botánica” (Junta para Ampliación de Estudios, 1925: 207). En el año de 1923 a 1924 se restableció en el Jardín Botánico el curso de Botánica que antes se daba en el Museo, encargándose voluntariamente de su desarrollo Arturo Caballero, siendo tal el número de solicitantes que hubo necesidad de seleccionarlos.

Se siguieron desarrollando cursos de fisiología vegetal, como el dedicado a los fermentos, realizado en el Laboratorio de Organografía y Fisiología Vegetal del Jardín Botánico durante los meses de febrero y marzo de 1934 por el profesor Florencio Bustinza. También se realizaron sendos cursillos de geografía botánica, explicado por el profesor Arturo Caballero, y de botánica para jardineros por Julio Uruñuela, conservador interino del Jardín (Junta para Ampliación de Estudios, 1935). Del 24 de junio al 21 de julio se celebraron unos cursos en la Estación Alpina de Biología de Navacerrada para demostrar las relaciones entre los insectos y las plantas con la asistencia de gran número de alumnos, no sólo becarios de la Junta, sino también de la Facultad de Ciencias. Los profesores fueron Cándido Bolívar, Gabriel Martín Cardoso y Carlos Vicioso (Junta para Ampliación de Estudios, 1935). Durante el cursillo se realizaron diversas excursiones geológicas, botánicas y entomológicas, explorándose el pinar de Balsaín, Peñalara, Siete Picos y el Espinar, recogiendo abundante material de estudio sobre el que versaron las explicaciones y ensayos realizados en el laboratorio de la Estación. También se hizo un estudio ecológico de los animales y plantas más característicos de la región.

2.2.2. Los pensionados de la Junta para Ampliación de Estudios.

La JAE contribuyó a la renovación de la enseñanza de las ciencias por medio de una doble vía de actuación: por una parte, permitiendo estancias a profesores en el extranjero, dando a conocer las orientaciones científicas y didácticas con que estas enseñanzas se desarrollaban en Europa; y por otra, con su labor en el interior, fundamentalmente a través de la creación del Instituto Nacional de Ciencias, que facilitó la difusión de las ideas innovadoras procedentes del exterior y el perfeccionamiento del profesorado en sus laboratorios (Bernal y López, 2007a). La formación en el trabajo y en las técnicas de laboratorio en relación con la enseñanza era uno de los motivos que más aducían los maestros y normalistas al solicitar una pensión para realizar estudios en el extranjero (López Martínez *et al.*, 2012). Los becados eran maestros, profesores o inspectores que tuvieron alguna relación con la ILE o con organismos de alguna forma relacionados con ella como el Museo Pedagógico Nacional, el Museo de Ciencias Naturales o la propia la EESM (Bernal y López, 2005). Entre los becados es importante la contribución de las mujeres, maestras y profesoras, a la construcción de la didáctica de las ciencias experimentales, a pesar de partir de una situación nada favorable para el desarrollo de su vocación pedagógica, logrando adquirir una adecuada formación científica y participar en los principales foros de actualización científica y pedagógica (Delgado, 2009).

En cuanto a los pensionados, nos interesa conocer en especial aquellos que estudiaron la didáctica de las ciencias e hicieron aportaciones sobre biología y experiencias relacionadas con la práctica de botánica. Uno de ellos, Teodosio Leal Quiroga, decía acerca de la enseñanza de otros países que “todavía se siente con más fuerza la necesidad de que el profesorado de una nación visite y estudie las instituciones educativas de otras naciones más adelantadas, cuando se regresa de cumplir esta misión con la experiencia de las dificultades que hay que vencer y el provecho que puede lograrse” (Leal Quiroga, 1909: 381). Las propuestas y opiniones de los pensionados

acerca de las innovaciones y material científico de la enseñanza de la botánica aparecerán a lo largo del texto.

Las figuras de los pensionados de la JAE y su actividad con la enseñanza de las ciencias ha sido tratada en profundidad en otros trabajos (Bernal, 2001; Bernal y Comas, 2001, Bernal y Delgado, 2002, Bernal y López, 2005; Bernal y López, 2007a; Delgado, 2009). Destacamos en el siguiente cuadro resumen la relación de los pensionados estudiados por incluir aspectos relacionados con la botánica dentro del estudio de las ciencias naturales.

Pensionados relacionados con la docencia de la botánica

Pensionado	Lugar/Año	Tema	Actividad docente
Dolores Cebrián Fernández de Villegas.	Inglaterra, 1908 (2 meses)	Métodos y prácticas para la enseñanza de las ciencias naturales.	Profesora Escuelas Normales de Salamanca, Toledo y Madrid
Teodosio Leal Quiroga	Inglaterra, 1908 (2 meses)	La enseñanza primaria en Londres y el estudio de la naturaleza.	Profesor EESM
Dolores Cebrián Fernández de Villegas	Inglaterra, 1909	Estudio de la exposición franco-británica de Londres en su sección de pedagogía.	Profesora Escuelas Normales de Salamanca, Toledo y Madrid
Dolores Cebrián Fernández de Villegas	Inglaterra, 1912-1913 (6 meses)	Formación de maestros de ciencias naturales en Training Colleges	Profesora Escuelas Normales de Salamanca, Toledo y Madrid
Rosa Sensat Vila	Bélgica, Alemania y Suiza, 1912-1913 (9 meses).	Metodología de las ciencias físico-químicas y naturales en las escuelas de Bélgica, Suiza y Alemania.	Maestra de la Escuela Normal de Alicante y de la Escuela del Bosque de Barcelona
Margarita Comas Camps	Inglaterra, 1920-21 (9 meses)	La enseñanza de las ciencias en Universidades y centros de educación primaria y secundaria de Reino Unido	Profesora de Ciencias de la Escuela Normal de Santander
Aurelio Rodríguez Charentón	Francia, Suiza y Bélgica, 1933 (4 meses)	Metodología de las ciencias físico-naturales.	Profesor de Escuela Normal
Vicente Valls Inglés	Bélgica y Francia, 1922 (2 meses)	Metodología de las ciencias físico-naturales en la escuela primaria	Inspector de primera enseñanza
Félix Martí Alpera	Francia, Suiza, Holanda, Dinamarca y Noruega,	Estudió la enseñanza agrícola y las escuelas rurales.	Maestro de la escuela pública de Cartagena
Abilio Rodríguez	Alemania, 1935 (3 meses)	Curso experimental de fisiología vegetal y estudiar los jardines escolares	Catedrático en el Instituto de Cáceres

Fuente: memorias de la JAE y Bernal (2001).

En el estudio realizado por Tomás Gallardo y Antonio González Bueno indican que las pensiones de tipo formativas en laboratorios tuvieron bajo impacto en el desarrollo de la botánica practicada en España, aunque encontramos que la formación recibida pudo aportar mucho a la hora de conocer métodos experimentales y de

enseñanza. El contacto entre la JAE y los botánicos centroeuropeos quedó preparado tras el viaje-pensión que Lázaro e Ibiza realizó durante 1909 a diferentes laboratorios europeos, afianzándose tras la participación española en el III Congreso Internacional de Botánica celebrado en Bruselas (1910) (Gallardo y González, 1988). La presencia de catedráticos en ejercicio y de futuros catedráticos de instituto visitando centros educativos y de investigación científica del extranjero y participando en actividades de formación, actualización e investigación científicas dentro de España fue fundamental para orientar adecuadamente la enseñanza de las disciplinas científicas en los niveles no universitarios. Más de treinta catedráticos de Ciencias Naturales y Agricultura en ejercicio durante el período 1908-1936 fueron becados para viajar al extranjero para mejorar y ampliar su formación científica y pedagógica (López Martínez, 2010).

Una prueba evidente de la labor realizada era la producción científica de los profesores del área de ciencias de secundaria. Los trabajos de investigación, reseñas o notas bibliográficas que realizaron se publicaron en el *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, en la colección de *Trabajos del Museo Nacional de Ciencias Naturales* o en los *Cuadernos de Trabajos* que editaba la propia Junta (Gomis, 1998) y (Casado, 2006). En el siguiente cuadro mencionamos algunos de los pensionados a los laboratorios extranjeros que tuvieron responsabilidades docentes en nuestro país.

Pensionados relacionados con la docencia y la investigación en botánica

Pensionado	Lugar / año	Tema	Actividad docente
Blas de Lázaro e Ibiza	Francia, Austria, Alemania, Bélgica y Suiza 1909.	Laboratorios y métodos de observación y reconocimiento de las criptógamas susceptibles de aplicaciones médicas, agrícolas e industriales.	Profesor EESM y catedrático de la Universidad Central de Madrid.
Blas de Lázaro e Ibiza	Bélgica, mayo 1910.	III Congreso Internacional de Botánica celebrado en Bruselas.	Profesor EESM y catedrático de la Universidad Central de Madrid.
José Madrid Moreno	Bélgica, mayo 1910.	III Congreso Internacional de Botánica celebrado en Bruselas.	Catedrático de la Universidad Central.
Abilio Rodríguez Rosillo	Suiza 1925.	La nutrición de los vegetales.	Catedrático en el Instituto de Cáceres.
Francisco de las Barras	Inglaterra, Francia, Suiza y Saboya, 1909.	Estudio práctico de los procedimientos especiales aplicables al cultivo de las plantas alpinas, acuáticas, crasas, humícolas y parásitas.	Catedrático de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Oviedo.
María Dolores Cebrián	Francia, 1912-13 (un año y 11 meses).	Matriculada como alumna oficial en la Facultad de Ciencias de la Sorbona en los cursos de	Profesora de la Escuela de Maestras

		Molliard de Fisiología Vegetal y el de Botánica con Bonnier.	de Madrid.
Arévalo Carretero, Celso	Francia y Mónaco, 1912-13.	Laboratorios hidrobiológicos.	Catedrático de Historia Natural Instituto Cardenal Cisneros de Madrid.
Fermín Bescansa Casares.	Alemania, 1909-10. (un año).	Estudios en ficología en Munich y Kiel sobre algas.	Catedrático en el Instituto de La Coruña.
Abilio Rodríguez	Suiza 1925.	La nutrición de los vegetales.	Catedrático en el Instituto de Cáceres.
Bustanza, Florencio	Suiza, 1927.	Biología de las plantas superiores en el laboratorio de R. Chodat sobre fermentos y fermentaciones.	Catedrático del Instituto de Oviedo.
Gonzalo Pérez Casanova,	Suiza, 1921, (3 meses).	Estudio de talofitas y metodología de las ciencias naturales bajo la dirección del profesor R. Chodat.	Catedrático de Historia Natural en el instituto de las Palmas de Gran Canaria.
N. Esteban Martín Lecumberri.	Francia, Mónaco, Alemania, 1912-13 (8 meses).	Algas diatomeas marinas y procedimientos oceanográficos.	Catedrático de Agricultura en el Instituto de Alicante.
Junquera, Miguel A.	Suiza, Austria / 1932-33 (11 meses).	Fisiología vegetal.	Catedrático de Historia Natural de Reus.
Crespí Jaume, Luis	Francia, 1917-18 (9 meses).	Ciencias naturales. Líquenes. Enseñanza agrícola en escuelas, estaciones y granjas.	Catedrático de Agricultura del Instituto-Escuela de Madrid.
Arévalo Carretero, Celso	Suiza, Alemania y Francia en 1921 (3 meses).	Examinar las instalaciones de algunos centros especializados en la investigación hidrobiológica.	Catedrático de Historia Natural Instituto Cardenal Cisneros de Madrid.
Alvarado, Salustio	Alemania, 1921-23 (año y medio)	Citología e histogénesis vegetal en el Pflanzenphysiologisahen Institut de la Universidad de Berlín, bajo la dirección de G. Haberlandt.	Catedrático del Instituto de Gerona y el de Tarragona y de la Universidad Complutense.

Fuente: memorias de la JAE.

2.2.3. Las revistas profesionales difusoras de las nuevas orientaciones para la enseñanza de las ciencias.

Como instrumentos de difusión científica y pedagógica especialmente dirigidos al magisterio primario tenían una gran relevancia el *BILE*, la *Escuela Moderna*, la *Revista de Pedagogía*, la *Revista de Escuelas Normales*. El papel de estas publicaciones fue crucial a la hora de plantear nuevas orientaciones didácticas para la enseñanza de las ciencias.

El *BILE*, además de informar sobre la marcha de la Institución, incluía artículos para conocer el movimiento intelectual contemporáneo. Fue una publicación singular en el mundo editorial español por su carácter cosmopolita y multidisciplinar. En cuanto a la botánica aparecía, por ejemplo, la contribución a la didáctica de la botánica de Ricardo Rubio, con artículos donde, de forma sistemática, iba difundiendo el contenido de sus cursos (Rubio, 1891). También llegó a ser un vehículo de expresión a favor de la

reforma universitaria (Baratas, 1997), con valoraciones de la situación y diversas propuestas como la serie de artículos del *Estado actual de nuestras universidades* de Lázaro e Ibiza en varios números de 1902. En el *BILE* se pueden consultar las distintas excursiones que se hacían para que el alumnado obtuviera una visión global del lugar, con breves programas e informes de profesores y alumnos donde se puede apreciar el interés concedido a la observación del medio y al estudio de la vegetación de la zona, con un enfoque más amplio que el puramente sistemático o coleccionista.

Algunos artículos del BILE relacionados con la botánica.

Año	Título	Autores	Contenido
1881	El arte de las excursiones instructivas: la enseñanza de la naturaleza.	Blas de Lázaro e Ibiza	Introduce la visión ecológica en las excursiones. Habla de la necesidad de contar con buenos profesores capaces de hacer ver las complicadas relaciones de los fenómenos naturales.
1886	La enseñanza de la botánica.	Blas de Lázaro e Ibiza	Metodología basada en la indagación sobre botánica general.
1891	La botánica y su enseñanza.	Ricardo Rubio	Metodología basada en la indagación sobre botánica general. Con recomendaciones prácticas y de uso del material.
1892	Una excursión escolar de botánica.	Ricardo Rubio	Ejemplo de excursión que se hacía en el Museo Pedagógico.
1892	El material de botánica en el Museo Pedagógico Nacional.	Ricardo Rubio	Recomendaciones del mejor material para el estudio de la botánica con preferencia del material hecho en la escuela.
1901	Importancia educativa del jardín escolar.	O. W. Beyer	Relaciona la pedagogía con la jardinería presentando la naturaleza de forma paralela al aprendizaje de actitudes.
1906	Conferencias normales sobre la enseñanza de párvulos. La enseñanza de la botánica.	Blas de Lázaro e Ibiza	Habla de la botánica como elemento privilegiado práctico en los primeros grados educativos.
1925	El jardín botánico de una escuela inglesa.	Dolores Cebrián	Ejemplo de forma de trabajar en el <i>Nature Study</i> enseñando botánica práctica.

Fuente: elaboración propia consultando los números del *BILE* en la biblioteca del Departamento de Teoría e Historia de la Educación y la colección de micrografías del Archivo de la Biblioteca General de la Universidad de Murcia.

La revista *Escuela Moderna*, fundada por el pedagogo español Pedro de Alcántara García en 1891, representó para el panorama educativo español una voz importante a la hora de proponer reformas. Fue órgano y vehículo de difusión de los nuevos principios, métodos y tendencias de la pedagogía moderna y medio de transmisión de ideas nuevas, de intercambio de prácticas y de actualización pedagógica del magisterio primario español. Vio la luz el 20 de abril de 1891 y publicó su último número en 1936.

Algunos artículos de la Escuela Moderna y su relación con la botánica.

Año	Título	Autores	Temática
1892	Experiencias botánico-agrícolas que pueden hacerse en las escuelas.	Joaquín Sama	Nociones de botánica relacionadas con la agricultura.
1895	Los árboles.	Pedro de Alcántara García	Introducción a la botánica.
1896	Una lección en el jardín de la escuela.	Eugenio Bartolomé y Mingo	Botánica general usando plantas cercanas.
1896	Carlos Linneo (fragmento inédito de una excursión).	Alejandro de Tudela	Botánica y sistemática.
1901	Información pedagógica.	Teodosio Leal y Quiroga	Menciona los cursos de botánica del profesor Reyes Prosper a los párvulos.
1903	Las escuelas de Zúrich.	Félix Martí Alpera	Incluye una descripción de los jardines escolares de las escuelas de Zúrich.
1903	Campos escolares de experimentación agrícola.	Antonio Iniesta	Incluye nociones de botánica relacionadas con la agricultura.
1914	Lecturas ideógenas: Transformismo vegetal.	Juan Caballero Rodríguez	Evolución y botánica.
1910	Las escuelas bajo las arboledas.	Feliso Díez	Descripción de las primeras escuelas al aire libre.
1912	Flora de Barcelona. Tres excursiones del Instituto de la Mujer.	Juan Caballero Rodríguez	Descripción pedagógica de las excursiones botánicas impartidas por Manuel Llenas.

Fuente: elaboración propia consultando los números en la Biblioteca Nacional.

La *Revista de Pedagogía* se creó en 1922 y fue una prestigiosa revista mensual que se mantuvo hasta la guerra civil. Alcanzó eco internacional y fue uno de los hitos del periodismo educativo a principios de siglo en España (Checa, 2002). La revista facilitó la publicación de numerosos trabajos de didáctica de las ciencias, realizados tanto por los que podríamos considerar hoy expertos como por los que se ocupaban de una fundamentación teórica de la disciplina, estableciendo las líneas a seguir en la enseñanza de las ciencias. A partir de 1923 la revista inició la publicación de una serie metodológica con gran difusión acerca de las nuevas formas de organizar la actividad escolar: *Cuadernos de trabajo*, de Vicente Valls; *Cómo se enseñan las ciencias naturales*, de Enrique Rioja (1933) o *El libro de la vida* (Rioja, 1933b) que comentamos más adelante. Era un intento por parte de la de facilitar a los maestros algunas informaciones básicas sobre la enseñanza de las ciencias.

Algunos artículos de la Revista de Pedagogía y su relación con la botánica.

Año	Título	Autor	Contenido
1891	La Botánica y su enseñanza.	Enrique Rioja	Modelo de enseñanza basado en la observación directa del medio natural.
1892	Una excursión escolar de botánica.	Enrique Rioja	Las excursiones se plantean teniendo en cuenta la ecología. Con el estudio detallado de los materiales recogidos.

1892	El material de botánica en el Museo Pedagógico Nacional.	Enrique Rioja	Recomendaciones de los mejores materiales para la enseñanza de la botánica.
1922	Las ciencias naturales y su enseñanza.	Modesto Bargalló	El estudio de la naturaleza de forma activa.
1922	La iniciación agrícola en la escuela rural.	Capo, J.	Cómo realizar un cuaderno de campo basado en el método experimental.
1922	Los campos agrícolas anejos a las escuelas nacionales.	Nogués Sardá, A.	Botánica aplicada.
1923	Cómo se enseñan las ciencias naturales.	Enrique Rioja	Propone para el estudio de las plantas y su coloración como actividad modelo de la botánica en la escuela.
1925	Las ciencias en la escuela.	Margarita Comas	Propuestas de experiencias de botánica dentro de la biología.
1927	Metodología de los estudios de la naturaleza. La labor dentro y fuera de la escuela.	Enrique Rioja	Habla de la necesaria coordinación del trabajo de observación y experimentación en la escuela con la necesidad de salidas y excursiones para observar en vivo la naturaleza.
1927	La enseñanza de las ciencias.	Margarita Comas	Habla del <i>Nature Study</i> y actividades como las excursiones y cultivo de plantas en clase.
1928	El coleccionismo y la enseñanza de las ciencias naturales.	Enrique Rioja	La observación y la experimentación con plantas del entorno como medios preferentes a las viejas colecciones de herbario.
1929	La escuela al aire libre.	Rosa Sensat Vila	Nos habla de la interacción de los alumnos con el medio con varios ejemplos con plantas.
1929	La enseñanza de la biología.	Margarita Comas	Habla de la necesidad del estudio biológico de las plantas con inventiva huyendo del estudio clásico memorístico y pasivo.
1930	Un ensayo del método de proyectos.	Bayón, D.	El trabajo en equipo en una huerta escolar
1930	La actividad escolar en el campo agrícola.	Hernández Tabera, J.	Ensayo práctico de la enseñanza agrícola.
1930	El material y la enseñanza de las Ciencias físico-naturales en la Escuela Activa.	Valls y Anglés, V.	Lecciones con direcciones prácticas. De modos, de material, y manipulaciones
1932	El jardín de la escuela.	Félix Martí Alpera	Exposición de los trabajos de niños y maestros del grupo escolar.
1936	Las ciencias naturales en la escuela.	Margarita Comas	Propone varias experiencias en el aula relacionadas con la germinación y la observación de los cultivos en clase.

Fuente: elaboración propia consultando los números de la *Revista de Pedagogía* en la biblioteca del Departamento de Teoría e Historia de la Educación de la Universidad de Murcia.

Otra iniciativa muy importante fue la *Revista de Escuelas Normales*, órgano oficial de la Asociación Nacional del Profesorado Numerario de Escuelas Normales, que desempeñó un gran papel de renovación de las instituciones españolas de formación del Magisterio (Diez *et al.*, 1988). Es continuadora del *Boletín* de las Escuelas Normales. Al frente de la revista estuvo Modesto Bargalló, uno de los principales impulsores de la renovación pedagógica en la España del primer tercio del siglo XX a través de sus libros de texto, de sus cuadernos de prácticas científicas, de su labor al frente de la revista y de su colaboración en las reformas educativas de la II República. La revista editó desde 1923 hasta 1936 un total de 120 números, con periodicidad

mensual, excepto de julio a septiembre. Además de en Guadalajara, fue editada también en Cuenca, Córdoba y Madrid.

Algunos artículos de la Revista de las Escuelas Normales y su relación con la botánica.

Año	Título	Autor	Temática
1923	Alimentación y respiración de las plantas. Experiencias.	Modesto Bargalló	Lecciones prácticas, con experimentos sobre la absorción del agua, circulación de la savia, la respiración y la función clorofílica.
1923	El cursillo de orientación de Santander.	Modesto Bargalló	Habla de plantaciones escolares, confección de un herbario regional y un curso de fisiología vegetal.
1923	Trabajos prácticos de ciencias naturales.	Sixto Menéndez (Escuela Normal de Ávila)	Sobre materiales preparados por los alumnos.
1924	La enseñanza de la biología.	Enrique Rioja	Sobre evolución y las variaciones funcionales y adaptaciones anatómicas de los órganos.
1924	Indicaciones prácticas para la enseñanza elemental de los protozoos II.	Enrique Rioja	Instrucciones para el montaje y observación de preparaciones microscópicas y donde se habla de algas.
1926	La forma infantil de las plantas y su importancia para la sistemática.	Salustio Alvarado	Introducción a la botánica taxonómica.

Fuente: elaboración propia consultando los números en la hemeroteca digital de la Biblioteca Nacional.

Con cargo a los presupuestos de la JAE se editó una *Serie Botánica*, constituida por monografías dedicadas a las investigaciones del personal adscrito a esta institución. Junto a ella patrocinó la colección *Flora Ibérica*, sin duda el proyecto editorial más novedoso e interesante promovido por la JAE en el ámbito botánico. Los textos de esta serie, no muy extensa en títulos aunque sí de gran calidad científica, están dedicados a trabajos taxonómicos cuyo ámbito geográfico es el peninsular. Sólo se publicaron los volúmenes correspondientes a uredales y briófitos, aunque la serie pretendía abordar todos los grupos sistemáticos vegetales, de forma similar al seguido por la pareja *Fauna Ibérica*. Los números publicados de *Flora Ibérica*, homogéneos en su formato, aportaban además de la taxonomía del grupo tratado datos biogeográficos, ecológicos y claves de determinación.

Artículos de los Anales de la JAE y su relación con la botánica.

Año	Título	Autor	Temática
1908	Estudio de los laboratorios y de los métodos de observación y reconocimiento de las criptógamas susceptibles de aplicaciones médicas.	Blas de Lázaro e Ibiza	Analiza las diferentes metodologías de trabajo práctico de algas, hongos, líquenes, hepáticas y musgos.
1908	La enseñanza primaria en Londres y el estudio de la naturaleza.	Teodosio Leal Quiroga	Metodología de trabajo en el <i>Nature Study</i> en las escuelas británicas.
1909	Métodos y prácticas para la enseñanza de las ciencias naturales.	Dolores Cebrián	Incluye lecciones de observación y estudio de la naturaleza en las escuelas

			británicas y francesas.
1909	Escuelas al aire libre.	Domingo Barnés Salinas	Habla de la relación de los huertos escolares, el ambiente y los estudios de la naturaleza en estas escuelas.
1911	Noticias sobre los cultivos alpinos.	Francisco de las Barras de Aragón.	Historia específica de establecimientos botánicos alpinos de Europa.
1911	Notas botánicas.	Francisco de las Barras de Aragón	Sobre cultivo de helechos, micrografía, conservación de vegetales, excursiones por Fontainebleau y plantas observadas en Suiza y Saboya.
1926	Noticias acerca de Kew Gardens y otros establecimientos botánicos de Europa.	Francisco de las Barras de Aragón	Análisis didáctico de distintos jardines botánicos europeos.

Fuente: elaboración propia consultando los números de *Anales* en los archivos de la JAE de la página de internet de la Edad de Plata, de la Residencia de Estudiantes de Madrid <http://www.edaddeplata.org/> (Consultado el 21/01/2014).

2.3. Nuevas orientaciones en la enseñanza de la botánica.

Analizamos a continuación las orientaciones que más influencia tuvieron en la enseñanza de la botánica a nivel internacional y los intentos de ser aplicadas en Europa. Entre ellos destaca el *Nature Study*, las escuelas al aire libre, las excursiones, las colonias escolares y la aplicación de la observación con técnicas como el dibujo científico. Paralelamente al desarrollo de estas nuevas orientaciones surgió la necesidad de utilizar nuevos materiales de enseñanza, muchos de ellos creados en los propios centros a partir de los materiales recolectados y otros comprados a casas comerciales de material pedagógico moderno.

2.3.1. El *Nature Study*.

La enseñanza de las ciencias naturales se realizaba en algunos países siguiendo el procedimiento de los estudios de la naturaleza o *Nature Study*. En esta modalidad de estudios se condensaban y compenetraban observaciones y experimentos relativos a los fenómenos naturales corrientes tratados de un modo integral. En el caso del estudio de la botánica, no estaba separado de la zoología ni de la geología, aunque su objeto era en gran parte el mismo de estas ciencias. Las ventajas de este método eran eminentemente prácticas ya que ayudaba a la familiarización de los alumnos con la naturaleza. Anna

Botsford⁶⁵, especialista en los estudios de la naturaleza, decía que este método cultivaba en los chicos la imaginación, así como la percepción y un respeto por lo verdadero, además de la posibilidad de expresarlo (Botsford, 1911). Durante la segunda mitad del siglo XIX, el eminente y popular naturalista Louis Agassiz⁶⁶ pronunció conferencias a maestros en Massachusetts, “estudiar la naturaleza, no los libros” fue su lema, animando a que los escolares tomaran los campos y los caminos para aprender de la naturaleza de primera mano (Kimberley, 1994).

En Estados Unidos la vida de las plantas se enseñaba generalmente en las escuelas elementales. En los cursos organizados con la metodología del *Nature Study*, las plantas tenían gran protagonismo al ser la parte dominante de los materiales de trabajo. En algunas escuelas primarias el trabajo consistía exclusivamente en responder de forma didáctica a las preguntas de los alumnos sobre los especímenes que tenían la oportunidad de encontrar. Por lo general recibían atención temas tales como la distribución de semillas, la germinación, los tipos de formas de hojas y los árboles locales.

En palabras de James Welton⁶⁷, uno de los grandes defensores del *Nature Study* en el Reino Unido, “los estudios de la naturaleza en su más amplio sentido, eran un ensayo para descubrir por uno mismo todo lo posible acerca de los seres y los fenómenos naturales corrientes; estos estudios traían al niño a una relación directa entre el mundo objetivo y lo que le rodea, incrementando su poder de percepción y expresión, desarrollando sus actividades y haciendo trabajar la mente. Ampliando su visión de las cosas, permitiéndole vivir una plena y mejor existencia” (Welton, 1909: 361). En el Reino Unido, según Margarita Comas, la enseñanza elemental de la biología estuvo mejor orientada ya que para los británicos la biología equivalía a los estudios de la

⁶⁵ Anna Botsford Comstock (1854–1930) fue una educadora y conservacionista de Estados Unidos, y una de los líderes del movimiento del *Nature Study* junto a Liberty Hyde Bailey, Louis Agassiz y Wilbur S. Jackman. Su libro *The Handbook of Nature Study* fue un manual generalizado para profesores y traducido a ocho idiomas con más de 20 ediciones.

⁶⁶ Era su costumbre distribuir saltamontes vivos a su audiencia, un hecho que causaba gran emoción y entusiasmo. Cada uno de sus alumnos tenía que mantener al saltamonte y examinarlo cuidadosamente para describir su estructura y hábitos (Kimberley, 1994).

⁶⁷ James Welton (1854–1942), profesor de Educación en la Universidad de Leeds en el Reino Unido y autor de obras de gran calado en el sistema educativo británico como *Logical Bases of Education* y *Principles and Methods of Teaching*.

naturaleza. Según las sugerencias de la Junta de Educación londinense, el fin principal de esta asignatura debía ser respetar y aumentar el interés por la vida de las plantas, animales y la naturaleza entera mientras que se estudiaban los fenómenos más comunes y los grandes principios científicos que le servían de base (Comas, 1929).

El *Nature Study* en el Reino Unido fue el sucesor de la práctica tradicional de las lecciones de cosas que, pese a estar muy extendidas en el 95% de las escuelas británicas, pasaron a ser consideradas de poco valor como instrumento para conocer los objetos y fenómenos que rodeaban a los niños; por ejemplo, hablaban de animales y plantas exóticos como la jirafa o la cica en vez de hablar de mirlos y campanillas típicos de los jardines del entorno. Otro de los problemas de las lecciones de cosas es que los temas estaban desconectados unos de otros. Estos problemas eran palpables en los casos de listas de temas de lecciones que se podían encontrar en la mayoría de las escuelas, donde una lección sobre la goma índica podía ser precedida por una sobre los glaciares y sucedida por otra acerca del carbón. El profesor impartía diversos artículos de información general que se esperaba que los pupilos recordaran. A consecuencia de estos problemas las lecciones de cosas eran tediosas, formales, y opacas, el interés rara vez se despertaba y no se recurría a la capacidad de observación y construcción de los niños (Welton, 1909). Margarita Comas recogió esas apreciaciones hablando en *la Revista de Pedagogía* de esa falta de estructura y de la ambigüedad que solían presentar los programas basados en lecciones de cosas (Comas, 1925).

En las clases los objetos a estudiar estaban al alcance de los alumnos, en especial las plantas comunes. Una de las tareas que los alumnos debían aprender era identificar, en cualquier estación del año, los árboles del barrio y sus partes: corteza, ramas, brotes, hojas, flores, frutos, semillas y las *seedlings* (plantas de semillero). Los alumnos debían descubrir los distintos hábitats de las plantas con flores más comunes y, eventualmente, ser capaces de predecir si en un determinado barrio era posible encontrar algunas especies como campanillas, dedaleras, primulas o brezo. Los hechos y principios que regulan la respiración y la nutrición de la planta se podían tratar incluso en los cursos inferiores, intermedios y superiores con los elementos generales de fisiología vegetal y con el material para el trabajo de experimentación (Welton, 1909).

Como tendencia general podemos decir que en el sistema educativo inglés las ciencias naturales y el estudio de las plantas ocupaban un lugar destacado desde los primeros niveles, ya que el estudio del medio natural y el fomento de actitudes de respeto hacia la naturaleza se consideraban objetivos de primer orden de cara a una adecuada formación de los ciudadanos. Además, la selección de los contenidos se realizaba teniendo en cuenta la funcionalidad de los mismos en cuanto a la consecución de futuros aprendizajes. En consonancia con esto, el método de enseñanza estaba centrado en la acción del alumno y en el descubrimiento más o menos guiado por el profesor.

Con respecto a las valoraciones de este método por parte del profesorado español interesado en la renovación pedagógica, el pensionado de la JAE Teodosio Leal Quiroga explicaba que los discípulos debían tomar parte en el trabajo con el maestro, trabajando juntos en la recolecta de datos y observaciones de primera mano y la realización de experimentos, todo bajo la guía del maestro durante el proceso sin dar instrucciones. El objeto de este método era el estudio del medio: “sugerir e inculcar en la mente del niño, por el estudio de los seres vivos comenzando por las plantas familiares y animales domésticos primero, un conocimiento de los procesos sencillos que gobiernan los organismos, y después una percepción simpática del método científico” (Leal Quiroga, 1909: 402).

Otra de las valoraciones era de Enrique Rioja en la *Revista de Pedagogía*, quien decía que era el método más adecuado para introducir en la escuela el cambio de paradigma biológico, es decir, el paso de estudiar la historia natural desde la descripción y la sistemática hasta lo ecológico. Decía que en la enseñanza, para suministrar una visión completa del fenómeno que quiere ser estudiado o del ser cuya vida y costumbres se pretende desvelar, es necesario no desdeñar las dos fases prácticas que son el trabajo de clase o laboratorio y el que se desarrolla en el campo: “la labor de detalle y fina observación de dentro de la escuela no puede suplirse por la contemplación del fenómeno en la naturaleza, ni la visión de conjunto que ésta suministra por la paciente y menuda experimentación hecha por el maestro y sus discípulos en la escuela” (Rioja,

1927: 9). Rioja proponía como ejemplo relacionado con la enseñanza de la botánica la germinación de las plantas, pero al hacer la práctica en la escuela sólo se conseguiría que el niño tuviese una noción parcial del fenómeno ya que la planta al germinar en un medio artificial, crece en clase sin el vigor que el ambiente natural le imprime. Decía Rioja que si abandonamos el recinto escolar y se sigue el proceso de la germinación en el campo, se podía observar la influencia en el crecimiento de las condiciones climáticas, las características físico-químicas del suelo, abonos, tipos de labores, etc. Se hacía necesario observar el fenómeno en su ambiente natural, en el bosque o en la pradera para poder ver en acción los distintos medios y estrategias que utilizan las plantas en la dispersión de sus frutos y semillas (Rioja, 1927).

La maestra Dolores Cebrián fue miembro de la comisión encargada del estudio de la Exposición franco-británica de Londres en su sección de pedagogía, en concreto sobre los métodos y prácticas para la enseñanza de las ciencias naturales. Le parecía destacable la importancia y el carácter que se daba en las escuelas inglesas al estudio de la naturaleza. Durante su estancia en el Reino Unido consiguió visitar algunas escuelas, realizando importantes observaciones acerca de la forma de enseñar la naturaleza, los procedimientos de los laboratorios, las características docentes y el clima reinante en estos centros. Por un lado, apuntaba que los seres vivos no se estudiaban como entidades aisladas e independientes, sino en relación con su medio (enfoque ecológico): “el principal objeto de esta enseñanza, es familiarizar al niño con una observación inteligente y exacta. Por eso se hace fijar su atención en la naturaleza que le rodea” (Cebrián, 1909: 109). Por otro lado, la materia de estudio no era toda la naturaleza, se introducía la dimensión espacial limitando el estudio al ambiente que rodeaba a los niños: “Se les da a conocer de un modo preferente los animales y plantas más comunes en la localidad, relacionados con la industria de sus habitantes. Este conocimiento de seres se completa con el estudio del medio natural en que se producen” (Cebrián, 1909: 109). Creía esta profesora que propiciar en los niños una actitud favorable a la naturaleza era más importante que las distintas organizaciones que se pudieran dar a los contenidos en el programa de ciencias: “yo encuentro que la razón para que se desenvuelva de un modo tan acertado el *Nature Study* en la escuela se halla en que los

maestros, como la mayoría de los ingleses, aman el campo, las flores, el aire libre, y desean que sus alumnos conozcan y amen lo que ellos” (Cebrián, 1909: 110).

La profesora Margarita Comas publicó varios artículos en los que explicaba el *Nature Study* y propuso líneas de trabajo en este sentido. Sus estudios se realizaron durante nueve meses en el *Bedford College* de la Universidad de Londres y en el *London Day Training College*, con el objeto de estudiar aspectos prácticos y experimentales de las ciencias y las nuevas orientaciones de la didáctica de las ciencias (Bernal, 2001). Para ella estaba claro que las materias de ciencias en las escuelas primarias, sobre todo en las áreas rurales, debían centrarse en el estudio de la naturaleza, con una perspectiva semejante al método inglés. Comparaba las tres etapas en la evolución de la enseñanza de la naturaleza con la enseñanza que se realizaba en España, Francia e Inglaterra. En el caso de nuestro país “la enseñanza se basaba en la explicación del profesor o la lectura del libro de texto, ayudándose todo lo más de unos grabados; en el caso de Francia las explicaciones se solían hacer con el ejemplar a la vista; y en Inglaterra se llevaba a cabo el estudio del ejemplar que vivía en la clase y se anotaba todo lo observado, que luego se comentaba con el profesor” (Comas, 1926: 453). Defendía que podía proporcionar en los primeros cursos la base para la formación científica con excursiones, cultivo de plantas en clase procediendo siempre con la observación directa y llevando de forma cuidadosa el cuaderno de notas y dibujos (Comas, 1927).

Una de las propuestas más interesantes de Margarita Comas, publicada en la *Revista de Pedagogía*, fue un curso del estudio de la naturaleza basado en la resolución de diversas cuestiones relacionados entre sí. Ponía como ejemplo una serie de lecciones sobre el estudio de semillas, sus condiciones de germinación y crecimiento. Se podía partir de una legumbre de haba o de judía que los alumnos pudieran mirar, tocar, abrir, describir, y dibujar; también se podían estudiar con la adición de agua, observando el embrión y los cotiledones; después del examen proponía experimentar con el cultivo de las semillas en diferentes medios (tierra vegetal, serrín húmedo, tubo de ensayo con papel secante, con luz, oscuridad, etc.); a lo largo del proceso irían surgiendo diferentes

preguntas: “...¿Por qué se hincha el haba al ponerla en el agua? ¿Por dónde entra el agua? ¿Germinan las semillas sin humedad? ¿Es necesaria la luz?” (Comas, 1925: 60).

La observación de una determinada planta durante un cierto periodo de tiempo era otra actividad que se proponía: insectos que visitan las flores de la planta (donde se colocan, néctar, polen), movimientos que experimenta (se cierran por la noche o cuando va a llover, no se cierran, se inclinan), crecimiento de las plantas, dispersión de los frutos, etc. Añadía que era interesante conocer los modelos propios de cada estación que marcaba la dinámica de las clases en base al estado de las plantas. Por ejemplo, explicaba que en invierno los elementos a estudiar por los alumnos podían ser la corteza de los árboles y los bulbos en su primer estado de desarrollo cultivados en la escuela en macetas o cajones. En primavera se podía observar el desarrollo de las yemas de los árboles hasta tener las hojas y flores completas una vez que la primavera llegaba a su etapa intermedia. Comas proponía la utilización de un diario o calendario de la naturaleza como herramienta auxiliar. Este podía tener las formas más variadas, pero la esencia del mismo era la anotación de los fenómenos interesantes observados como la aparición de las hojas en un determinado árbol o la fructificación de una planta (Comas, 1925).

2.3.2. Escuelas al aire libre.

Las escuelas al aire libre fueron concebidas en principio con la finalidad esencial de mejorar la salud de los niños e irían evolucionando progresivamente en sus objetivos iniciales. Las características propias de estos centros, localizados siempre en un entorno natural y sujetos a horarios y programas más flexibles, constituyeron un marco favorecedor de cara a la introducción de las ciencias naturales en los programas escolares: incorporaban los contenidos de la ciencia desde una nueva orientación de la enseñanza superando enfoques tradicionales.

La enseñanza de las ciencias en estas escuelas se desarrolló mediante la puesta en práctica de los principios pedagógicos de la escuela activa y el estudio de la

naturaleza desde la proximidad al alumno. Como señalaba Fournié⁶⁸, más aire en los pulmones debería significar también más aire en los programas y en los horarios, más libertad en el pensamiento y acción de los niños. En el reglamento que redactó para las escuelas al aire libre de Montevideo, establecía que toda la enseñanza debería tener un carácter eminentemente práctico y, dado que estas escuelas se ubicaban en parques o entornos naturales, se tendría que prestar especial atención a los contenidos en ciencias naturales (Fournié, 1928: 34).

Estos centros surgieron a principios del siglo XX en el contexto del movimiento internacional higienista, como una forma de cuidar la salud y la educación de los niños débiles y enfermizos pertenecientes a las clases populares: “la escuela al aire libre es un establecimiento que tiene por fin instruir a los niños delicados o ligeramente enfermos, incapaces de asistir a las escuelas ordinarias” (Domoutet, 1925: 189). La gran ambición de estas escuelas era la de permitir el desarrollo de la medicina social preventiva, protegiendo a los niños y asegurándoles un futuro. Estaban diseñadas desde el punto de vista arquitectónico con la tentativa permanente de hacer vida al aire libre con “pabellones, terrazas, quioscos, muros de vidrio y paredes retráctiles” (Chatelet, Lerch y Luc, 2004: 133) dejando a la vista jardines y espacios abiertos llenos de vegetación.

La primera experiencia de escuela al aire libre fue planteada por el médico Baginsky en Berlín⁶⁹, y en Francia la primera clase *au plein air* por el maestro Gastón Lemonnier tuvo lugar en 1890 (Dumoutet, 1925). En Alemania el primero fue la *Waldschule*, una escuela del bosque fundada en 1905 en Charlottenburg cerca de Berlín, donde los niños podían hacer actividades en el bosque y en los terrenos destinados a jardines escolares. En 1907 el Consejo del Condado de Londres inició la primera *Open Air School* en el Bostall Woods en 1907 donde un prado extenso estaba rodeado por una fila de bancos, árboles y dos barracones. “Las flores y plantas salvajes, y los pájaros e insectos, ofrecen abundante fuente de instrucción y goce” (Barnés, 1909: 78).

⁶⁸ Emilio Fournié fue una de las mayores autoridades sobre la organización de la enseñanza primaria y normal en Uruguay. También estuvo al frente de la dirección de la biblioteca del Instituto Internacional Americano de Protección a la Infancia y organizó la investigación sobre el niño indígena americano.

⁶⁹ Adolf Aron Baginsky (1843-1918) fue un médico alemán que se dedicó al tratamiento de las enfermedades de los niños. Fue director del *Kinderkrankenhaus*, un hospital para los niños con enfermedades infecciosas que fundó en Berlín, con la asistencia del famoso médico y microbiólogo Rudolf Virchow, en 1890.

La delegación española que fue a Londres para el estudio de la Exposición franco-británica de 1908 llegó enamorada de las *Open Air Schools*, y en todos sus componentes surgía la idea de trasladar este modelo a nuestro país⁷⁰. Entre los materiales expuestos había incluso un modelo de escuela al aire libre al natural (García del Real, 1909). En las escuelas al aire libre la sinergia entre la necesidad de una actividad sana y el contacto con la naturaleza hizo que los huertos escolares fueran una herramienta esencial, tal y como pudo comprobar Domingo Barnés visitando la escuela de Forest Hill en los suburbios de Londres, donde algunos niños se dedicaban a trabajar en el huerto, en el cual tenía cada alumno una pequeña parcela de cuyo cultivo era el único responsable (Barnés, 1909).

Domingo Barnés explicaba que las escuelas al aire libre eran una buena oportunidad para introducir el estudio del conocimiento natural por medio del *Nature Study* en los programas escolares de los primeros niveles. Según sus observaciones: “el estudio de la naturaleza, la jardinería y los trabajos manuales, que de un modo tan interesante pueden realizarse en las escuelas al aire libre, ponen al niño en contacto con las cosas reales, como la vida misma” (Barnés, 1909: 82). Esta interacción con el medio podía propiciar cambios metodológicos y didácticos pasando del estudio memorístico a una enseñanza centrada en la observación y la experiencia. En sus conclusiones Domingo Barnés recomendó la creación en nuestro país de escuelas al aire libre como complemento a la labor realizada por las colonias escolares, siguiendo el modelo de la del Museo Pedagógico (Barnés, 1909).

Una de las escuelas al aire libre más importante en nuestro país fue la *Escola del Bosc* de Montjüic. Para su directora, Rosa Sensat, era necesario aproximar el niño todo lo posible al medio natural que le fuera más propio, como los espacios libres, jardines, campos de juego y campos de cultivo. El acceso de los niños al aire puro, a la luz del sol y al ejercicio físico no solo reportaba mejoras en la salud, también era una oportunidad única para estudiar el medio que los rodeaba, que era el campo, el aire libre, lleno de luz y calor. Había amplias plazoletas, jardines cuajados de flores, gran variedad de árboles,

⁷⁰ Rosa Sensat comentaba que el clima dulce y suave del este y sur de España era ideal para este tipo de escuelas (Sensat, 1934).

bosquetes de pinos, y parajes sin cultivar donde crecían plantas silvestres. Para Rosa Sensat “la Naturaleza es el ambiente más adecuado a la normal evolución del niño, asegurando el derecho que éste tiene al aire puro, a la luz del sol, al agua, al ejercicio físico y a la libertad y alegría” (Sensat, 1921: 73).

Entre las cuestiones que Sensat planteaba en la *Revista de Pedagogía* estaban la adaptación del núcleo escolar a las nuevas condiciones, la interacción de los alumnos con el medio considerando la afirmación de Rousseau de que “la mejor escuela es la sombra de un árbol”, a la que ella añadía “siempre que el árbol estuviera cerca de un apacible y confortable refugio” (Sensat, 1929: 15). Para Sensat, la clase era un lugar de meditación y estudio, el gabinete de trabajo donde se ordenaban y clasificaban los materiales recogidos. Sin embargo, la clase se desarrollaba en el exterior, donde el alumno interactuaba con una infinita variedad de fenómenos, elementos naturales, energía, y seres vivos. Todo estaba en saber lo que convenía en cada momento. Sobre ello decía que: “no era la lectura lo que la maestra debía empeñarse en seguir cuando una mariposa al pasar interrumpía este ejercicio, no era la escritura cuando una hoja al caer del árbol posándose en el papel podía dar origen a otras sugerencias” (Sensat, 1929: 18).

En la actualidad se hace necesaria la reformulación del concepto de escuela al aire libre, pudiendo constituir un objetivo educativo de primer orden (Bernal, 2000). Estos centros pueden ser considerados un precedente de las actuales aulas de la naturaleza, pudiendo favorecer la puesta en práctica de metodologías que estimulen la actividad de los alumnos en las tareas de aprendizaje, realizando la selección y organización del currículum desde una perspectiva globalizadora, en relación con los intereses y problemas de la vida cotidiana, y considerando los aspectos referidos a la educación ambiental y la enseñanza de las ciencias.

2.3.3. Excursiones botánicas: trasladar el aula a la naturaleza.

Para enseñar por la vista es preciso que estén presentes los objetos en la escuela o que sea conducido el alumno al lugar donde pueda verlos. Esta manera de enseñanza

comenzó siendo una aplicación de las lecciones de cosas hechas en determinados días, fuera de la escuela y mediante paseos en los que los maestros llevaban a sus alumnos a que vieran sobre el terreno, en presencia de la realidad, en vivo, de una manera genuinamente intuitiva, los asuntos relacionados con las lecciones. En palabras de Pedro de Alcántara (1909) “lo que los niños aprenden en estas excursiones, lo aprenden no sólo intuitiva, sino también prácticamente, en cuanto que, además de ver, ven hacer, hacen ellos por sí mismos, forman colecciones (de insectos, de minerales, de plantas o herbarios), comparan, clasifican, etc.; y lo que de semejante modo se aprende difícilmente se olvida”

Las tradicionales excursiones de botánica tenían como finalidad fundamental la recolección de muestras y ejemplares para formar colecciones, una vez clasificado e identificado por el maestro lo recogido. Con el avance de las ciencias biológicas, las excursiones pasaron de centrar sólo la atención en la estructura de las plantas a estudiar también su manera de vivir y aprender a observar. Pese a los cambios, los alumnos no dejarían de manifestar su curiosidad por las plantas y sus nombres. De esto encontramos un buen testimonio en el libro *El estudio de la naturaleza en la escuela* de Vilhelm Rasmussen, director de la Escuela Normal de Maestros de Copenhague en 1933. Rasmussen apuntaba en referencia a las excursiones botánicas y a su experiencia propia que si el maestro hacía hincapié en las formas de la vegetación y las particularidades biológicas, los alumnos no se sentían inclinados a descuidar el estudio clásico de las especies y géneros: “los muchachos están, por el contrario, mucho más interesados ahora en el conocimiento de las especies de lo que estaban en la época en que se insistía sobre ello y traía a las lecciones numerosos ejemplares” (Rasmussen, 1933, 78). Esta orientación hacia la observación de las formas de la vegetación y el análisis de para qué sirven las partes de una planta, su significación biológica, servía de gran ayuda a la hora de salir al campo. Muchos de sus alumnos se sentían inclinados a salir al campo y herborizar plantas que fijaban después en sus cuadernos.

Blas de Lázaro e Ibiza nos dejó una reflexión acerca de lo que debía ser el objeto de las modernas excursiones escolares: no era la amplitud de conocimientos sino la adquisición de las primeras nociones y de una idea general sobre la naturaleza la que

facilitaría en el futuro la adquisición de nuevos conocimientos. Acerca de los resultados que podíamos esperar decía: “La medida exacta de los resultados de una excursión no es el mayor o menor caudal de pormenores y de hechos que los alumnos hayan adquirido en ella, sino el desarrollo que mediante ella hayan alcanzado sus facultades de observación y las nociones que hayan penetrado claramente en su inteligencia (Lázaro e Ibiza, 1881b: 163).

Para Enrique Rioja el objeto principal de las excursiones era conocer las relaciones entre los seres vivos y de éstos con el medio, viendo las relaciones de las plantas o los animales con su ambiente natural desde un punto de vista general. En su trabajo sobre la metodología de los estudios de la naturaleza indicaba que las actividades en el medio debían de estar plenamente relacionadas con el resto de las actividades de enseñanza que se hicieran en el aula, planificando una secuencia (Rioja, 1927). Explicaba que el complemento inmediato de una excursión era el estudio detallado de los ejemplares muestreados y del tratamiento de los datos observados y recopilados en plena naturaleza. “Las excursiones consistirán en visitas a la campiña, laguna, a la costa o a otros parajes en los que se muestren claramente las relaciones de las plantas y animales con su ambiente natural” (Rioja 1927: 11).

En esa línea, encontramos recomendaciones y obras que tenían por objeto inspirar a los maestros a realizar excursiones. Por ejemplo, Modesto Bargalló proponía una serie de paseos y excursiones escolares con nociones para la exploración del terreno, confección de itinerarios, actividades para el maestro y el alumno y bibliografía para el conocimiento geográfico de España. El objeto esencial de los paseos y excursiones era realizar el estudio de la naturaleza directamente, sobre ella misma: “antes que llevar la naturaleza a la escuela, ha de ir ésta a aquella” (Bargalló, 1932: 7). Bargalló recomendaba en el primer grado la observación sin grandes disquisiciones de la relación entre las plantas y el clima, dejando para la escuela el estudio anatómico de las plantas y la observación en macetas, y en el jardín la germinación y crecimiento de los vegetales. En el segundo grado, además de estas observaciones en la escuela se podían hacer otras análogas en el campo, con paseos en distintas estaciones, estudiando también ya las plantas inferiores como helechos, musgos, setas, etc. (no menciona las

algas), las épocas de foliación, la floración y la maduración de frutos. En el tercer grado proponía el estudio anatómico y el de las funciones fundamentales: adaptaciones al medio, asociaciones con las zonas de vegetación según la altitud, influencias de la humedad, de la falta de ella, y del sol (la ribera, la umbría, la solana), las distintas formas de plantas acuáticas y de terrenos secos y su adaptación a dichos medios, la influencia de la naturaleza del suelo como arenales, roquedas, pantanosos, salinos, de cultivos, etc., asociaciones vegetales en monte, pradera, estepa y sus plantas respectivas: pinar, hayedo, robledal, castañar, jaral, romeral, etc. (Bargalló, 1932).

Pese a las grandes posibilidades de aprendizaje, las excursiones al campo eran vistas por muchos profesores como un viaje precario, a caballo entre algo ocioso, caro e improductivo. Este peligro podía desaparecer si el profesor planteaba bien el trabajo antes de empezar y demandaba ciertos resultados. Era un error pensar que pasar medio día fuera de clase era necesario para una excursión; si estaba bien planteada podía durar incluso entre diez o quince minutos. Algunas cuestiones y líneas de investigación era importante plantearlas a los estudiantes antes de empezar, haciendo de alguna manera que estuvieran más interesados en el descubrimiento de los hechos.

La profesora Botsford contaba que cierto maestro en el Estado de New York estudió todas las plantas y árboles comunes en las inmediaciones de la escuela entusiasmado a los alumnos. Incluso media hora de excursión debería ser precedida por una charla acerca de los propósitos a conseguir, la manera de hacer las observaciones y que cosas no estaban permitidas, dando a entender que una excursión de campo sólo era, como es natural, para aquellos que desearan ver y entender la vida al aire libre. El cuaderno de campo debía ser la herramienta principal en el equipo de los pupilos (Botsford, 1911).

En nuestro país uno de los problemas para el desarrollo de las excursiones escolares era que no abundaban los profesores naturalistas formados en la pedagogía moderna. Era necesario contar en las escuelas con personas que, versadas en los estudios superiores, poseyeran una idea clara y exacta de las complicadas relaciones de los fenómenos naturales (Lázaro e Ibiza, 1881b). Para los nuevos profesores de ciencias

naturales del primer tercio de siglo XX , como Enrique Rioja y Blas de Lázaro e Ibiza, la excursión de botánica y las actividades de campo en la enseñanza eran necesarias pero desde una nueva perspectiva: “Hay que reconocer que no abundan en España los profesores que, sin haber hecho estudios superiores de la naturaleza, dominen fácilmente esos conceptos fundamentales para hacerlos llegar con sencillez y claridad a la inteligencia del niño. Sin estas circunstancias especiales, y mientras no exista un personal de profesores naturalistas formado en los sanos principios de la pedagogía moderna, creemos que no puede cumplirse bien esta misión sino por personas que, además de estar versadas en los estudios superiores, y dotadas de cultura general y de recto sentido para resolver los mil problemas que surgen sobre el terreno, hayan meditado mucho y posean una idea clara y exacta de las complicadas relaciones de los fenómenos naturales” (Lázaro e Ibiza, 1881b: 163).

Pese a la falta de tradición, surgieron algunas iniciativas interesantes en nuestro país para dar a conocer la naturaleza. La ILE introdujo en 1879 las excursiones educativas a los alrededores de Madrid, especialmente a la Sierra de Guadarrama, y organizó colonias escolares, realizadas por iniciativa del Museo Pedagógico a partir de 1887. Las excursiones practicadas por los alumnos de la Institución se daban a conocer en el *BILE*, en ellas aprendían a ser objetivos y expresar por escrito sus ideas, ordenar, sistematizar sus recuerdos, reflexionar sobre ellos y crearse un estilo propio. Tras cada excursión debían redactar un informe acerca de lo que habían visto y se les había explicado en ella, para ser luego evaluado por el profesor que había dirigido la excursión. Así lo relataba Joaquín Costa en el *BILE*: “el profesor, en presencia de los alumnos, va haciendo un detenido examen crítico de cada uno de los informes presentados, a fin de que puedan notar sus errores y sus omisiones y despertar más vivamente en ellos la reflexión, corrigiendo y completando las noticias retenidas por los unos con las de los otros, y en suma, reproduciendo la exposición teórica de la excursión en sentido regresivo y crítico” (Costa, 1880a: 6).

En una sección del *BILE* se insertaban algunos de los informes. En este sentido, se podía ver el partido que se podía sacar a las excursiones en favor de la educación y el

desarrollo del espíritu. Decía Costa que estos ensayos eran un auxilio muy eficaz para fijar su vocación y sus aptitudes. Con estos informes se notaba que en una misma excursión se producían memorias diferentes: “tal alumno presta atención tan sólo a uno de los aspectos de la materia sobre que diserta, desatendiendo todos los demás como cosa baladí; tal otro se apodera únicamente de éstos, y hace abstracción del que cautivó la atención de su compañero; atribuye a éste gran importancia al pormenor; aquel no contempla sino el conjunto sintéticamente; cuál se distingue por la clasificación y el organismo; cuál por el proceso interno de la idea; cuál otro amplifica, acudiendo a su memoria y enlazando con la materia de la excursión los conocimientos adquiridos en la vida común” (Costa, 1880a: 6). Hay algunos ejemplos de informes redactados por los alumnos en el *BILE* con referencia expresa a cuestiones de botánica, como el dedicado a la nutrición vegetal en una excursión de agricultura al Parque del Retiro (A. G. Ch., 1880). El *BILE* también recoge los anuncios de las diferentes excursiones y sus objetivos como la del domingo 6 de marzo y 10 de abril de 1880 a la Moncloa y la Florida bajo la dirección de Costa para estudiar la flor, la fecundación de semillas, la hibridación de vegetales, multiplicación, la comparación de una semilla con un huevo de ave, la germinación y la mejora de los vegetales con el injerto, haciendo varios ejemplos delante de los alumnos (Costa, 1880b).

A partir de 1880 la Institución organizó excursiones educativas todos los veranos. Ese fue el origen de las colonias escolares de vacaciones. Además, durante las vacaciones de verano, el alumnado debía realizar una serie de trabajos, unos de carácter general y otros relacionados con las distintas asignaturas. Veremos a modo de ejemplo las indicaciones que se daban a los alumnos para realizar el trabajo: “Con los datos de su cuaderno y lo hecho en clase durante el curso, pueden por sí solos hacer los siguientes ejercicios: Observar y anotar el aspecto del campo; si es árido o frondoso; si hay mucha variedad de plantas, o muchos ejemplares de pocas especies; cuáles son las plantas dominantes; si el terreno está muy cultivado, o si es mayor la extensión de la flora espontánea o cultivada; cultivos principales y la formación de un herbario”⁷¹. La interpretación de la naturaleza y del paisaje propuesta por los institucionistas se puede considerar precursora de los planteamientos de la educación ambiental, que llegaría a España en la década de los 80 del siglo XX (Jiménez Artacho, 2000). En este sentido

⁷¹ Cita en el *BILE*, 1902: 123-125.

Ricardo Rubio, secretario del Museo Pedagógico, decía que el medio más práctico y asequible en todas las localidades para el estudio de la fanerogamia era, sin duda alguna, la salida al campo.

En el Instituto-Escuela las excursiones se realizaban en el campo de los alrededores o en el Jardín Botánico y Museo Nacional de Ciencias Naturales. El motivo para realizarlas se hallaba relacionado con las cuestiones tratadas en clase y con fines de comprobación u observación de los ejemplares allí expuestos, cuyo conocimiento era necesario para la comprensión. Siempre que se podía la excursión tenía un fin previsto (con un programa), procurando que no fuera un mero paseo. Las limitaciones del espacio y del tiempo obligaban a realizar otras excursiones extraordinarias que permitían observar mayor cantidad de seres en otros lugares. Se realizaban aprovechando las tardes de los sábados o los días de vacaciones, con salidas a la Dehesa de la Villa, Moncloa, orillas del Manzanares, Fuencarral, Torreldones, Sierra de Guadarrama, etc. (Junta para Ampliación de Estudios, 1925). En la asignatura de Agricultura Luis Crespí pretendía fomentar entre los alumnos la afición a la vida campesina y el gusto por el cuidado de las plantas y de los animales útiles. Las visitas a museos y centros de producción, así como las excursiones al campo, eran actividades formativas muy importantes en el Instituto-Escuela. Los alumnos realizaban visitas a centros agrícolas de Floricultura, a La Granja y Escuela Central de Agricultura o a las estufas del Jardín Botánico (Masip, 2011).

2.3.4. El dibujo científico como herramienta de observación.

El dibujo del objeto natural debe ser iniciado una vez que la observación de las principales características del objeto se haya completado. Mientras se realiza el dibujo algunos detalles pasados por alto en la observación surgirán, volviendo a consultar el objeto las veces que sea necesario. Los dibujos no deben ser al principio idealizados o completados a partir de varios ejemplares sino que deben ser delineaciones precisas de un ejemplar seleccionado entre varios de una muestra, el mejor conservado o el que esté

más completo. Ganong⁷², uno de los autores más seguidos en la enseñanza de la botánica, recomendaba trabajar con objetos fáciles de estudiar y dibujar sin ayuda, aunque la reacción de la mayoría de los estudiantes en estas al enfrentarse al dibujo era la desesperación producida al no saber o no poder dibujar. Ante esta situación se debía fomentar y estimular el talento de las personas como prioridad, junto a la de obtener diagramas precisos de la estructura real acerca del objeto natural (Ganong, 1899).

Rasmussen apuntaba que el dibujo era un poderoso auxiliar en el estudio de la botánica. Hacía que el alumno prestara una mayor atención en las observaciones, realizando de este modo un trabajo más acabado y perfecto. A su vez, al profesor le daba la seguridad de que el discípulo había efectuado de forma provechosa el trabajo que le fue encomendado, en especial si el dibujo se acompañaba de una descripción escrita del asunto. Podía dar la impresión de que un estudiante se había estudiado a la perfección la materia de la lección cuando en realidad lo había hecho de forma superficial, cosa que no ocurría cuando realizaba un dibujo científico o realizaba una descripción: “un dibujo histórico-natural tiene por sí mismo una importancia especial en relación con la observación de la naturaleza. Un dibujo es un testimonio breve y enérgico hecho con unos pocos rasgos que permiten una fácil comprensión” (Rasmussen, 1933: 56). Según Rasmussen, el interés en hacer un dibujo residía en que era una descripción en términos científicos y claros, de forma que fueran fácilmente comprendidos e interpretados por otra persona. Por esto, una cierta enseñanza del dibujo la estimaba indispensable en todo aquel que emprendiera estudios biológicos, sin confundir dibujo científico con una obra de arte: “el dibujo científico consiste básicamente en la realización de trazos esquemáticos, hechos de tal modo que dan la forma idealizada de la estructura del objeto representado” (Rasmussen, 1933: 55). Es frecuente que un dibujo esquemático venga acompañado de una leyenda que ofrezca una idea mucho más real que una pintura artística acabada del mismo. Margarita Comas proponía que en el cuaderno escolar los alumnos hicieran una ilustración para cada

⁷² El botánico canadiense William Francis Ganong (1864-1941) fue profesor instructor de Botánica en la Universidad de Harvard; posteriormente fue profesor de Botánica en el Smith College en Northampton, Massachusetts durante 36 años. También fue director del Jardín Botánico del Smith College. Sus publicaciones acerca de la enseñanza de la botánica alcanzaron mucha fama: *The Teaching Botanist*, *A Laboratory Manual for Plant Physiology*, *The Living Plant*, y *A Textbook of Botany for Colleges* son obras de referencia a nivel internacional.

lección. Al principio se podrían calcar hojas y otros objetos fáciles poniendo debajo el nombre para, poco a poco, pasar a hacer verdaderos dibujos, primero a lápiz o con colores, luego a pluma y con esquemas, siempre con explicaciones y notas aclaratorias (Comas, 1925).

Rioja manifestaba que para que las observaciones quedaran consolidadas un procedimiento muy eficaz, recomendado por los educadores ingleses, era hacer registros gráficos en los cuales se iban señalando con dibujos o esquemas, más o menos perfectos, en relación con la capacidad de los escolares, aquellos hechos o seres representativos de la estación, un acontecimiento o de un fenómeno. “La representación de una golondrina, de una hoja seca, de una espiga de trigo, o la yema de un árbol, pueden evocar una serie de circunstancias, a veces muy complejas, que coinciden con el momento de su aparición o su existencia” (Rioja, 1927: 10).

En la escuela activa el material para el trabajo diario podía consistir en un cuaderno del alumno, en el cual se iban ordenando las notas sobre las observaciones y experiencias realizadas junto con los dibujos y gráficas correspondientes. Para Rioja era conveniente que los alumnos elaboraran su propio libro y, para ello, condensar en notas y resúmenes sus observaciones y experiencias, que fueran acompañadas de las ilustraciones hechas por ellos mismos, tomadas directamente del natural: “el mejor procedimiento para hacer estos dibujos es trazar los rasgos fundamentales de la figura, prescindiendo de todo sombreado, y después ir dibujando los distintos pormenores, para lo cual el dibujo será de suficiente tamaño, con el fin de que los detalles no aparezcan confusos. Será útil, una vez hechos a lápiz, pasarlos a tinta, con lo que se consigue que ganen en limpieza y claridad y no se borren con el tiempo. Si fuese posible, es muy instructivo dibujar las diversas partes o porciones con lápices o tintas de colores, procurando siempre una armonía estética. El maestro cuidará que los detalles superfluos no resten claridad a los rasgos o caracteres fundamentales” (Rioja, 1933a: 22-23).

Capítulo III

LA ENSEÑANZA DE LA BOTÁNICA EN LA REGIÓN
DE MURCIA

3. La enseñanza de la botánica en la Región de Murcia.

Los orígenes de los estudios reglados de la botánica en la Región de Murcia podemos situarlos a finales del siglo XVIII con la creación del Real Jardín Botánico de Cartagena, junto con su Academia y Escuela de Medicina. La inauguración de los estudios de botánica en dicha ciudad tuvo lugar en una de las salas del Real Hospital de Marina a cargo del catedrático de Botánica, Gregorio Bacas⁷³, en 1787. Durante sus veinticinco años de historia esta institución científica mostró un alto nivel tanto en sus actividades docentes como en la realización de trabajos prácticos. Del desaparecido Jardín quedan los reglamentos, listados de las colecciones (herbarios y plantas) y referencias de los manuales y libros utilizados. Hay mucha información sobre el desarrollo de los estudios de botánica en los Estatutos de la Real Cédula de 1787, por los que se le dotaba de un reglamento provisional para el gobierno económico y método de enseñanza de la botánica. Todos los años se realizaban dos cursos semestrales, coincidentes con la primavera y el otoño. El curso principal de primavera duraba desde el mes de marzo hasta junio. Se explicaba por la mañana o por la tarde, comenzando a la hora más cómoda para la asistencia del mayor número de discípulos.

La primera lección consistía, a modo de discurso preliminar, en ofrecer una idea de la botánica y de sus utilidades con el objetivo de aficionar a sus estudios a los alumnos (Bacas, 1787). En las demás lecciones el catedrático se ayudaba en su disertación de plantas que repartía entre los discípulos para que se formaran una idea clara de las partes de cada vegetal. Las clases duraban cuarenta y cinco minutos y se dedicaba también un tiempo a repasar lo tratado el día anterior. En los meses de abril, mayo y junio se limitaban las clases a tres días alternos cada semana para que todos pudieran desecar y colocar en el herbario las plantas que se les distribuían.

Para las prácticas se recurría preferentemente a las plantas de uso conocido, recorriendo las diferentes clases, órdenes, géneros y especies desde el principio hasta el

⁷³ Gregorio Bacas y Velasco (1752-1792) fue boticario y visitador de las Boticas de los Obispados de Cartagena y Almería, realizó sus estudios de Farmacia y acudió a la Escuela de Botánica. Allí fue discípulo del segundo Catedrático del Jardín, Antonio Palau y Verdera, sus estudios fueron fructíferos aprobando el examen en 1786 obteniendo del Protomedicato el título de Boticario con la adición de Botánico (Merck Bañón, 1948).

fin del sistema, descubriendo los más convenientes. En el último día se trataban todas las lecciones impartidas. Tres alumnos, previamente designados, las resumían y señalaban las posibles dudas que el catedrático resolvía. Aprovechaban las tardes de los días festivos para hacer demostraciones botánicas por los campos de los alrededores de Cartagena, en el Jardín y, en otras ocasiones, para explicar durante una hora las plantas officinales. El curso de otoño, el correspondiente al mes de octubre, era una repetición de las lecciones teóricas del período anterior, ilustradas con los ejemplos de las plantas propias de la estación (Ferrándiz, 1990).

Se utilizaba el texto de Casimiro Gómez de Ortega, primer catedrático del Real Jardín Botánico de Madrid, “*Curso Elemental Teórica de Botánica*” (Gómez de Ortega, 1785), que definía la botánica como la ciencia que enseña el método de conocer y distinguir los “*Vegetables*” y todo lo perteneciente a ellos. A su vez define los “*Vegetables*” como un cuerpo orgánico que vive prendido a la tierra o a otro cuerpo, del cual atrae su alimento, y posee la facultad de reproducir su especie sin movimiento libre o voluntario. Los distribuye en siete familias: hongos (*Fungi*), algas (*Algae*), musgos (*Musci*), heléchos (*Filices*), gramas (*Gramineae*), palmas (*Palmae*), y plantas (*Plantae*).

Es su intención dar un soporte teórico que huya del dictado. Además, la existencia de un manual de prácticas complementario al libro teórico nos da una idea de lo completo y avanzado del método: “En la formación de este curso, a que ha movido el deseo de facilitar la instrucción y aprovechamiento del tiempo de los aplicados a la Botánica, excusándoles así el tedioso trabajo de escribir las lecciones que hasta ahora se dictaban, como el riesgo de frecuentes equivocaciones en las copias; no me he propuesto abrazar todas las doctrinas publicadas por el insigne Linneo y otros apreciables escritores de instituciones, sino ceñirme a aquellos principios fundamentales más precisos para los que empiezan este estudio, y para cuya inteligencia se considera menos indispensable la viva voz del Catedrático” (Gómez de Ortega, 1795: 8).

Otro de los primeros casos de la enseñanza relacionada con la botánica está vinculado con la Real Sociedad Económica de Amigos del País de Murcia y su interés especial por la agricultura, principal fuente de riqueza en la provincia. La Sociedad estableció una cátedra de Agricultura en 1792 y en 1816 una de Historia Natural, las

clases se impartían en la Plaza Fontes (Escribano y López, 1879). La Sociedad celosa siempre por el fomento de la agricultura, llevó a cabo diferentes iniciativas: la plantación de pinos, el cultivo a gran escala de plantas barrilleras, aclimatación de especies foráneas como el arroz, el añil, y ensayos con la caña de azúcar. También haría los primeros comentarios acerca de un jardín botánico en Murcia: “iniciado por la Sociedad Murciana el proyecto de establecer en esta capital o sus inmediaciones un jardín botánico que sirviese de escudo a los que se dedicasen a esta ciencia, dio por terminadas sus tareas en 1826” (Escribano *et al.*, 1879: 67). Posteriormente, tanto la cátedra de Agricultura como el futuro Jardín Botánico estarían dentro del Instituto Provincial como veremos más adelante.

3.1. La Escuela de Magisterio de Murcia. Nociones de Agricultura: la botánica para los maestros.

En 1844 se crea la Escuela Normal de Murcia (masculina) en virtud de la R.O. de 13 de diciembre de 1840, que disponía la apertura en cada provincia de una Escuela Normal. El Reglamento Orgánico de 1843 estableció el primer plan de estudios por el que se regirían estos centros educativos. Aparecían seis asignaturas obligatorias de carácter muy tradicional como Religión, Lectura y Escritura, Gramática y Aritmética, entre otras, pero se dejaba abierta la posibilidad de ampliar la formación cursando otras cuatro asignaturas. Una de estas nuevas disciplinas o materias que podríamos calificar de adorno era las Nociones de Física, Química e Historia Natural (López Martínez *et al.*, 2012).

La materia de Agricultura, íntimamente relacionada con la botánica agrícola, formó parte de los planes de estudio de las escuelas normales hasta bien entrado el siglo XX, y aún se conservan instrumentos y modelos de máquinas agrícolas, así como los museos industriales, mostrando plantas utilizadas para alimentación y textil, que hoy se conservan en el CEME. Entre los fondos bibliográficos también se puede consultar una colección muy importante de catálogos y manuales, algunos de ellos utilizados o comprados para la Escuela Normal. En la actualidad las colecciones del CEME son utilizadas en las prácticas de los alumnos de la Facultad de Educación y en los diferentes seminarios sobre la Historia de la enseñanza de la ciencia.

Como decíamos, en la formación de los futuros maestros se concedió especial importancia a la Agricultura. De hecho, en 1849 se declaró su enseñanza obligatoria en las escuelas normales superiores. En la documentación consultada sobre la Normal de Murcia se aprecia que en septiembre de 1852 figuraba como una de las obras adquiridas el *Manual de Agricultura* de Alejandro Oliván, en el que venía recogida la vida de las plantas y las especies más frecuentes en agricultura. A partir de 1857 la Escuela Normal de Murcia pasó a impartir también el grado superior. La asignatura Conocimientos comunes de ciencias físicas y naturales, establecida en el plan de 1858 y vigente hasta el de 1898, se debía impartir únicamente a los maestros del grado superior, en tres clases semanales de hora y media.

En 1900 la disposición del Ministro de Instrucción Pública, Antonio García Alix, ampliaba la extensión de los estudios para la preparación de los maestros de grado elemental pero limitaba y reducía los estudios del grado superior. La única asignatura relacionada con las ciencias de la naturaleza era la Física, Química e Historia Natural, que se debía impartir en ambos grados. Los estudios para la obtención del título de maestro del grado elemental se ampliaron a tres años, en este nuevo tercer curso se introdujeron tres asignaturas del área de las ciencias experimentales: Física, Historia Natural y Química aplicada. Dos años después, el 24 de septiembre de 1903, el gobierno conservador con Gabino Bugallal como responsable de la cartera de Instrucción Pública, propuso una nueva reforma que, básicamente, consistió en la simplificación del programa de estudios.

Las Ciencias Físicas y Naturales con aplicaciones a la Industria y a la Higiene fue la única asignatura del área de ciencias que se mantuvo tanto en el grado elemental como en el superior, además de las Nociones de Agricultura en el superior, ambas impartidas por Lorenzo Pausa Martínez y Jaime Ferré, respectivamente, como queda reflejado en el esquema del Plan de Enseñanza de Historia Natural del año académico de 1905-1906, con los horarios y los profesores de cada asignatura⁷⁴.

⁷⁴ Escuela Normal Superior de Maestros de Murcia (1905). *Plan de Enseñanza de Historia Natural del año académico de 1905-1906*. Consultado en el Archivo Universitario de la Biblioteca de la Universidad de Murcia.

El plan de 1914 contribuyó a la dignificación de estos estudios con la unificación del título y la supresión del de Maestro de grado Elemental. Los alumnos debían estudiar las asignaturas Historia Natural y Física en tercer curso, y Química en el cuarto año. Durante los primeros setenta años de vida de la Escuela Normal de Murcia nos encontramos con diez planes de estudios distintos, algunos tan efímeros que eran modificados poco después de su publicación. Las modificaciones que se proponían rara vez llegaban a afectar a las rutinas y prácticas que constituían el núcleo de la vida académica del centro (López Martínez *et al.*, 2012).

La lectura del inventario del menaje⁷⁵ y demás objetos pertenecientes a la Escuela, iniciado el 1 de mayo de 1852 por el director Fernando Morote, ilustra claramente la deficiente situación del centro en cuanto a la dotación de cualquier tipo de material de enseñanza, mobiliario de aulas, material de oficina, etc. En cuanto al material de enseñanza, únicamente se hace referencia a la existencia de algunos mapas (de España, Europa, Oceanía, etc.) y objetos como un compás, una regla, ocho candeleros y cuatro despabiladores. No hay ninguna referencia en el inventario inicial a materiales o libros relacionados con la enseñanza de las ciencias. Los primeros libros de ciencias aparecen en el inventario del 6 de julio de 1863: *Nociones preliminares de Historia Natural* de Galdo, *Física y Química* de Valledor y *Programa de un Curso de Elementos de Historia Natural* de Ramos. La adquisición de los primeros objetos relacionados con el material científico se realiza entre 1889 y 1899. Aparecen en el inventario un microscopio de 16 centímetros con caja de caoba, una colección de moluscos, armarios para el gabinete de Historia Natural y diversos instrumentos de Física. Entre 1900 y 1907 no hay adquisiciones porque la Diputación no envió el dinero asignado para estos gastos. Entre 1907 y 1911 se produce la dotación de la mayor parte del material científico que se recoge en el inventario.

Domingo Abellán fue el primer profesor especialista en enseñanza de las ciencias de la Normal de Murcia. Formado en la Sección de Ciencias de la EESM, se incorporó en 1917 a la Escuela. Fue el responsable en los años siguientes de las materias científicas hasta que en 1933, con la unión de las Normales masculina y

⁷⁵ Escuela Normal Elemental de Murcia (1852). Registro del menaje y demás objetos pertenecientes a los seminarios. Consultado en el Archivo Universitario de la Biblioteca de la Universidad de Murcia.

femenina, pasó a desempeñar la enseñanza de la Pedagogía y su historia. Fue director del centro entre 1931 y 1936. En 1931 publicó un libro de Historia Natural dirigido a sus alumnos. El libro de Abellán no incorporó las innovaciones en didáctica de las ciencias que plantearon algunos de sus profesores y compañeros en la Escuela Superior del Magisterio como Enrique Rioja, Margarita Comas o Modesto Bargalló. Se trata de un texto tradicional, donde los ejercicios se proponen al final de las lecciones, las clásicas actividades de lápiz y papel se limitan a facilitar el estudio de los contenidos y a propiciar un aprendizaje memorístico sin incluir ejercicios prácticos. (López Martínez *et al*, 2012: 26).

Abellán dividía la materia en un pequeño número de lecciones, seis de ellas correspondientes a botánica: estequiología, citología e histología; organografía vegetal; fisiología vegetal; plantas criptógamas; y fanerógamas repartidas en dos temas. Después de cada tema proponía unos ejercicios: hacer un cuadro sinóptico de la lección y cuestiones del tema que no daban pie a la indagación. Por ejemplo, cuestiones del tipo “cítense algunos abonos o alimentos de las plantas”, “distíngase en un melocotón las diversas partes”, o preguntas cerradas como “¿por qué se dice, sin razón, que las plantas respiran durante el día dejando oxígeno en libertad?” (Abellán, 1931: 150).

La Escuela Normal Elemental de Maestras de Murcia fue creada en 1860. Tuvo un profesorado poco estable durante un largo período de tiempo, careciendo en ocasiones del mínimo para poder impartir las materias del plan de estudios. Primitiva López Gómez desarrolló su actividad docente durante más de cuarenta años. Accedió a la Normal femenina como profesora auxiliar de ciencias en 1907 y se incorporó en octubre de 1911 ya como profesora numeraria de Física, Química e Historia Natural. Fue directora del centro desde 1911 a 1931, fecha en la que se produce la fusión de las Escuelas masculina y femenina. Cuando Primitiva López accede a la Normal de maestras de Murcia estaba vigente el plan de 1903. Con este plan de estudios se estudiaba Ciencias Físicas y Naturales con aplicaciones a la Industria y a la Higiene en el segundo curso, tanto en el grado elemental como en el superior, con una dedicación de tres clases semanales, es decir, cuatro horas y media a la semana. Con la

incorporación de Primitiva López⁷⁶ a la Normal femenina de Murcia la docencia en ciencias empezó a adquirir estabilidad y calidad, y comenzaron a realizarse actividades extraescolares, salidas y excursiones, como reflejaba la prensa del momento (Delgado y López, 2012).

Hemos podido estudiar el programa de la asignatura de Historia Natural⁷⁷ del curso de 1928-29 de la Escuela Normal de Maestras de Murcia consultado en el Archivo de la Universidad de Murcia. Los temas de botánica y zoología vienen precedidos por uno general de biología sobre las características comunes de los seres vivos, elementos simples, principios inmediatos, la célula, su organización y multiplicación. Las lecciones de botánica -de la 11 a la 21- tratan los siguientes temas:

- Diferencia entre animales y vegetales. Organización de los vegetales, la célula vegetal, sus características y tejidos vegetales.
- Organografía vegetal, estudio de la raíz, el tallo y la hoja, y ejemplos.
- Órganos de reproducción de las plantas. La flor y sus partes, cáliz, corola, estambres, pistilo y óvulo, estudiando diferentes tipos.
- Funciones de nutrición de las plantas, absorción, circulación, respiración, reducción clorofílica, asimilación y desasimilación.
- Reproducción vegetal, fecundación, diseminación, la germinación y sus condiciones, efectos de la luz y el calor sobre las plantas.
- Botánica descriptiva, clasificación, las criptógamas y su división, caracteres de los hongos y algas, especies importantes de musgos y helechos.
- Fanerógamas sus caracteres y división: gimnospermas coníferas, angiospermas y su clasificación, caracteres y especies más importantes de las monocotiledóneas.
- Dicotiledóneas: caracteres y clasificación. Plantas apétalas, su división y mención especial de las más importantes.
- Plantas polipétalas y gamopétalas. Caracteres y especies más importantes de estas plantas.

⁷⁶ Primitiva López fue Directora de la Escuela Normal de Maestras de Murcia y fue vocal de la Junta Local de Instrucción Pública (*El Magisterio de Murcia*, 01-11-1924: 5).

⁷⁷ Escuela Normal de Maestras de Murcia (1928). Programa de Historia Natural 1928-1929. Consultado en el Archivo Universitario de la Biblioteca de la Universidad de Murcia.

- La flora, agentes que influyen en la vegetación, trabajo del hombre, regiones y zonas botánicas de España.

Por último, tenía un capítulo dedicado a la metodología, procedimiento y material que se debía emplear en la enseñanza de la Historia Natural.

En relación a la agricultura en la huerta de Murcia, uno de los profesores de la Escuela aneja a la Normal, el maestro José López Almagro, dio importancia a la naturaleza como transmisora de conocimientos y de valores éticos⁷⁸. En su libro *La Educación del Porvenir* de 1925 destacaba los mensajes de gran influencia ecológica que escapan del antropocentrismo imperante de su época: “somos como la hierba y el grillo y el sapo... una cosa más de la naturaleza, una parte humildemente solidaria con todo lo demás; y es por eso que sentimos su realidad, su magna poesía, como no aciertan a hacerlo los recursos de nuestra razón” (López Almagro, 1986: 71). Por otro lado, criticaba el modo de vida en la ciudad, afirmaba que “el hombre, mientras está en íntimo contacto con la tierra es invencible; para esclavizarlo, se habrá de arrancar de su medio natural, encerrándolo en el mundo artificioso de la ciudad” (López Almagro, 1986: 85). Opinaba que el verdadero aprendizaje se producía cuando hay un contacto directo con la realidad que rodea al niño, con un conocimiento al que sólo se llega por la intuición sutil que provoca un contacto íntimo y permanente con la naturaleza, afirmando que las percepciones no son algo fuera del ser humano.

3.2. El Instituto Provincial y las cátedras de Historia Natural y de Agricultura.

En 1837 se crea el Instituto Provincial de Segunda Enseñanza de Murcia promovido especialmente por el Ayuntamiento y la Real Sociedad Española Económica de Amigos del País. A través de las memorias del instituto conservadas en el Archivo Regional, el material bibliográfico de la Biblioteca del actual IES Alfonso X, archivos fotográficos y diversos trabajos históricos recopilatorios, hemos encontrado información valiosa sobre la enseñanza de la botánica.

⁷⁸ José López Almagro (1892-1931), además de maestro fundó y dirigió el diario el *Levante Agrario*, órgano de la Federación Agraria del Levante y la revista *Inquietud*. Y fue asiduo colaborador del diario *El Liberal* de Murcia, *El Magisterio* de Murcia y *El Socialista* de Madrid. Junto al periodismo tuvo una intensa actividad política, ya que fue elegido concejal agrario en el Ayuntamiento de Murcia.

A lo largo del siglo XIX y principios del XX destacaron las figuras de Ángel Guirao, Francisco Cánovas Cobeño, José Echegaray y Tomás Museros en relación a esta disciplina. La vida de estos profesores se mantuvo estrechamente ligada al desarrollo de los gabinetes, atesorando excelentes colecciones de materiales y haciendo progresar el Jardín Botánico junto al Malecón gracias al esfuerzo compartido de las cátedras de Agricultura e Historial Natural.

3.2.1. Ángel Guirao, un botánico de primer nivel.

Guirao sustituyó a Manuel Alarcón por Real Orden de 23 de abril de 1842, ocupándose de la cátedra de Historia Natural⁷⁹ durante 38 años, hasta su muerte en el mismo laboratorio de la cátedra en el curso 1889-90 (Segura, 1987). A partir de 1857 fue director del centro, abriendo un periodo muy interesante para el instituto, una verdadera época dorada llena de proyectos e inversiones. Guirao interrumpió su docencia los años que ocupó cargo como diputado y como senador en Madrid, concretamente durante los cursos 1876/1877 al 1886/1887, años en los que fue sustituido por los profesores auxiliares Francisco Garcerán y Juan López según consta en las memorias del centro⁸⁰. Tras su muerte, le sucederán hasta 1910 Francisco Cánovas Cobeño, entre los cursos 1892-1893 y 1897-1898, y Miguel Rivera Ruiz, entre el curso 1904-1905 y principio de la década de los veinte.

Su relación con el instituto llegó a ser en cierto modo paternalista y peculiar, ya que costeó de su bolsillo los gastos de un mantenedor y conservador del museo de Ciencias Naturales. Además, donó al centro una amplísima colección de insectos, numerosos libros y, gracias a las relaciones que tenía con el poder establecido, consiguió muchos beneficios para el instituto. Entre las iniciativas llevadas a cabo bajo el mandato de Guirao destaca el reforzamiento bibliográfico de la biblioteca así como la de los gabinetes (Jiménez Madrid, 1987). La enseñanza de la asignatura impartida por Ángel Guirao estuvo basada en el *Manual de Historia Natural* de Galdo y en el *Curso*

⁷⁹ Por Real Orden del 4 de diciembre de 1837 se creó la cátedra de Historia Natural para la cual fue designado Manuel Alarcón (Segura, 1987).

⁸⁰ Instituto Provincial de Segunda Enseñanza de Murcia. (1880). *Memoria leída en la solemne inauguración del curso académico de 1879 a 1880*. Murcia: Imprenta de Anselmo Arques.

de *Historia Natural* de Pereda. Las lecciones de botánica se dividían en morfología, fisiología y taxonomía, siguiendo para la clasificación de plantas el sistema binomial de Linneo y el perfeccionado por De-Candolle. La parte práctica se apoyó en las constantes excursiones que hacía con sus discípulos por la huerta y por las sierras cercanas según relataba Codorniu (1909a).

Guirao fue nombrado en 1848 director de la comisión para la habilitación definitiva del Jardín Botánico para las prácticas (López Fernández, 2001), “posee el Instituto un pequeño jardín botánico, establecido, costado y sostenido por el que suscribe; y aunque no tiene herbario todavía, se suple con el numeroso que tiene el catedrático de la asignatura, que es uno de los más perfectamente determinados de España, por haber sido examinado y corregido por muchos de los principales botánicos de Europa”⁸¹. El herbario de Guirao también será motivo de nuestro análisis en el *Capítulo VI* como testigo de la práctica habitual en las clases de botánica y de las plantas del entorno de la ciudad. Durante la segunda mitad de 1853 realizó a sus expensas un viaje para adquirir plantas a países como Inglaterra, Bélgica, Holanda y Alemania, siendo felicitado por la reina. En 1863 consigue la devolución del Jardín junto al Paseo del Malecón (López Fernández, 2001).

Ángel Guirao⁸² repartió sus esfuerzos entre la educación y la política, además de una intensa actividad como naturalista. Fue socio fundador y presidente en 1881 de la Sociedad Española de Historia Natural (1881: 1): “El señor Macpherson, después de dar las gracias a la Sociedad por lo que le ha facilitado el desempeño de su cargo, invita al Presidente del año actual, Sr. Guirao, a ocupar supuesto”. La presidencia de la Sociedad es indicativa del peso científico de Guirao, que además mantuvo contactos con importantes botánicos a nivel internacional, quienes utilizaron sus pliegos e información sobre plantas de Murcia para realizar importantes aportaciones a la flora de la Península Ibérica.

⁸¹ Instituto Provincial de Segunda Enseñanza de Murcia (1859). *Memoria leída el 1º de noviembre en la inauguración de 1859 a 1860*. Murcia: Imprenta de Anselmo Arques. p. 11.

⁸² Ángel Guirao (1817-1890), doctor en Medicina y licenciado en Ciencias Naturales. Entre sus múltiples facetas destacó por ser Comendador de la Real y distinguida Orden de Carlos III, académico correspondiente de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Madrid y Barcelona, socio corresponsal del Museo de Ciencias Naturales de Madrid y de las sociedades y academias de Leipzig, Lyon, Maguncia, Bamberg y Rastisbona. También fue socio de la Academia Quirúrgica Matritense y de la Real Sociedad Económica de Murcia y corresponsal de las de Cádiz y Cartagena.

En el año 1873 el botánico sajón Willkomm realizó una corta estancia en Murcia en la que tuvo la oportunidad de conocer personalmente a Guirao, después de haber mantenido una colaboración científica por carta durante veinticinco años. Debido a su estado de salud no pudo acompañar a Willkomm en sus correrías botánicas por la región. Guirao había potenciado, según Willkomm, un Museo de Historia Natural en el instituto y había reunido en su casa un gran herbario y ricas colecciones de insectos, conchas de moluscos y aves. También regalaba de modo desinteresado colecciones de plantas raras, insectos y conchas a investigadores nacionales y extranjeros (Devesa y Viera, 2001).

La labor naturalista de Guirao no fue secundada por ninguno de sus hijos, y ni siquiera fue reconocida por sus contemporáneos. Tal y como indica Willkomm, el médico y naturalista murciano era un hombre muy rico, que contaba entre sus bienes no sólo con una importante colección de arte y antigüedades sino también de plantas, muchas de las cuales pasaron a engrosar el herbario de Willkomm, citándolas este en su *Prodromus Florae Hispanicae* (Willkomm & Lange, 1861). Las palabras del científico alemán describían muy bien el atraso de la sociedad murciana en materia científica: “Desgraciadamente, Guirao no encuentra ningún apoyo en sus paisanos, ni interés alguno en la investigación de la historia natural de su provincia; ¡en cambio, es a menudo tratado como un loco, porque como naturalista gasta demasiado tiempo, dinero y trabajo en objetos «inútiles». Ya viejo y enfermo, abandonó el deseo de realizar nuevas investigaciones (Devesa y Viera, 2001: 271). Guirao, como señalaba Willkomm en su obra *Pugillus Plantarum novarum peninsulae pyrenaeicae*, de 1859, era un buen botánico que hasta la fecha estaba olvidado (Devesa y Viera, 2001).

Algunas plantas descubiertas por él recibieron el apelativo de Murcia como nombre específico, como la *Nepeta murcica* Guirao ex Willkomm o la leguminosa *Genista murcica* nombrada por Cosson. El afecto y el reconocimiento de distintos científicos colaboradores o conocedores de la obra de Guirao quedó plasmado en los homenajes que le tributaron nombrando especies de plantas con su nombre, por ejemplo, la *Helianthemum guiraoi* dedicada por Willkomm y la *Campanula guiraoi* dedicada por Sennen, religioso, botánico y explorador francés que trabajó con la flora

de España. Incluso un género recibe su nombre, el que le dedica el botánico francés Ernest Cosson⁸³ en el año 1851, *Guiraoa arvensis*, una planta de la familia de las crucíferas que recibe el nombre común de jaramago menor, una especie herbácea endémica del sureste ibérico de suelos ruderales margo-yesíferos (Sánchez *et al.*, 1997).

Cosson destacaba a Guirao y otros botánicos españoles como Graells o Lagasca en la península ibérica. Sus conocimientos y actividades científicas debieron dar gran valor a sus clases teóricas y prácticas mediante la utilización de su herbario, el jardín y las excursiones como herramientas de trabajo en botánica. A su vez, como político, favoreció al instituto al conseguir la cesión de algunos ejemplares del Museo Nacional de Ciencias Naturales y la llegada de las mejores colecciones privadas presentadas a la Exposición Agrícola de Barcelona de 1875 (López Fernández, 2001).

3.2.2. Francisco Cánovas Cobeño y el coleccionismo en los estudios de la naturaleza.

Cánovas Cobeño fue uno de los grandes naturalistas que ha tenido la Región de Murcia⁸⁴. Realizó importantes aportaciones a las ciencias de la naturaleza, sobre todo a la geología y paleontología del sureste peninsular. Descubridor de varios yacimientos arqueológicos y paleontológicos, Cánovas llegó a reunir en su propia casa de Lorca importantes colecciones que constituyeron durante años el primer y único museo abierto al público en toda la Región. Inició su trayectoria como profesor de Historia Natural en el Instituto de Lorca cuando contaba ya 44 años y abandonó la profesión en el Instituto de Murcia por imposibilidad física con casi 80 años.

⁸³ Ernest Saint-Charles Cosson (1819- 1889), fue un botánico y micólogo francés, doctor en medicina y presidente de la Sociedad Botánica de Francia, su herbario era uno de los más prestigiosos de la época, con muchas aportaciones de botánicos de todo el mundo.

⁸⁴ Francisco Cánovas Cobeño (1820-1904), trabajó como médico durante casi 20 años. Inició su trayectoria como profesor de Historia Natural en Lorca cuando contaba ya 44 años y abandonó la profesión en el Instituto de Murcia por imposibilidad física con casi 80 años. Licenciado en Medicina, Cirugía y Ciencias Naturales, Catedrático de Historia Natural del Instituto de Murcia, fue miembro de la Sociedad Geológica de Francia, y de la Sociedad de Historia Natural de Madrid, corresponsal de la Real Academia de Historia, miembro de la comisión arqueológica de la provincia y socio de mérito de la Económica de Lorca, numerario de la de Murcia y corresponsal de la de Valencia.

Un año después de conseguir la cátedra editó su curso para las clases del instituto dedicadas a la enseñanza de la Historia Natural (Cánovas Cobeño, 1891) que analizaremos en el *Capítulo IV*. Con respecto al debate entre evolucionistas y creacionistas, muy de actualidad en esos años, Cánovas fue uno de los primeros científicos murcianos en manifestar sus discrepancias sobre la teoría de la evolución en el resumen de su conferencia *La prehistoria* de 1897, donde cuestionaba abiertamente la base paleontológica de las teorías de Lyell y Darwin. Una de las personalidades con gran amistad e influencia con Cánovas fue el paleontólogo Vilanova⁸⁵, uno de los científicos españoles que con mayor fuerza criticaron las ideas darwinistas (Romero, 2005).

En cuanto a los materiales científicos de enseñanza, Cánovas tuvo gran interés en que el Instituto de Lorca tuviera buenas colecciones de material científico. Nos queda constancia de ello por sus solicitudes al Jardín Botánico y al Museo de Ciencias Naturales de Madrid para que le enviaran ejemplares “a fin de aumentar las colecciones de este Instituto en beneficio de la enseñanza”⁸⁶.

En el Instituto de Murcia siguió demandando la mejora de medios y recursos, manifestándole al Director del Jardín Botánico de Madrid las siguientes consideraciones: “las economías impuestas a este Instituto por el Gobierno en todo lo relativo a la adquisición y conservación del material científico, me han impedido el dar el catálogo de las plantas cultivadas en el Jardín, ni hacer en él algunas obras necesarias e indispensables”⁸⁷. En la misma carta le solicitaba que le remitiera una lista de especies que deseaba tener en el Jardín Botánico. El año anterior le solicitaba semillas para el mismo fin (Delgado *et al*, 2010). Según Carlos López, en la etapa de Cánovas al frente de la cátedra de Historia Natural (1891-97) no hubo datación de adquisiciones relevantes de material, pero recuerda que esta circunstancia quedó de sobra compensada con la donación al instituto murciano de sus colecciones científicas particulares (López Fernández, 2001), poniendo el coleccionismo al servicio educativo.

⁸⁵ Juan Vilanova y Piera (1821-1893), eminente naturalista que contribuyó enormemente al desarrollo de la Paleontología en nuestro país.

⁸⁶ Carta dirigida al Director del Museo de Ciencias Naturales, 25 de mayo de 1881.

⁸⁷ Carta dirigida al Director del Jardín Botánico de Madrid, 11 de febrero de 1894.

3.2.3. José Echegaray y la cátedra de Agricultura.

La cátedra de Agricultura ocupada por José Echegaray⁸⁸ era la antigua perteneciente a la Real Sociedad de Amigos del País de Murcia, que fue transferida finalmente al instituto (Segura, 1987). En torno a los terrenos de prácticas de esta enseñanza se desarrolló el primitivo Jardín Botánico, que sería la principal herramienta para la enseñanza de las plantas que tendría el centro. El 19 de octubre de 1835 la Sociedad Económica de Amigos del País de Murcia elevó al gobierno una solicitud para que le cedieran el Colegio de la Concepción y el huerto de San Francisco junto al Paseo del Malecón. El 20 de noviembre se concedió la cesión solicitada a condición de que la corporación se obligara a pagar, por justa tasación, el correspondiente canon en favor de los acreedores del Estado respecto al mencionado huerto.

Así la actividad de la cátedra continuó en el huerto del extinguido convento, en cuyos terrenos se dieron lecciones prácticas a la vez que se procuraba la aclimatación de plantas y árboles traídos de América y otros países meridionales. A la par se instruía en el manejo de algunos instrumentos de cultivo, no muy numerosos por la escasez de recursos destinados a esta enseñanza, y se difundían los últimos adelantos en esta ciencia entre la clase propietaria y labradora. Con posterioridad, la cátedra de Agricultura se trasladó al instituto. Sin que en su archivo figure noticia de la causa, dejó de llevarse a efecto la Real Orden que había dispuesto la cesión de la propiedad del huerto a dicha cátedra. Siguió a disposición del profesor Echegaray una pequeña parte del mismo, insuficiente para la cátedra, pese a que la enseñanza iba progresando y aumentaba la necesidad de espacio para ella, mucho más si se tiene en cuenta que en este centro existía otra cátedra implicada como la Historia Natural (Hernández Pina, 1983).

En 1838 ya se encontraba el instituto instalado en el edificio anexo al Seminario de San Fulgencio. En él se explicaban no sólo las cátedras fundadas con el centro, sino

⁸⁸ José Echegaray Lacosta (1806-1869) estudió Filosofía y Humanidades. Por Real Orden de 23 de mayo de 1835, previa oposición, fue nombrado catedrático de Agricultura de Murcia. Su actividad científica fue polifacética destacando el cultivo de las ciencias agrícolas y ganaderas, tanto desde sus cátedras como a través de sus numerosos artículos y trabajos sobre el estudio de la agricultura o el cultivo del gusano de seda. Su hijo, José Echegaray y Eizaguirre, fue laureado con el premio Nobel de literatura en 1904 precisamente sus estudios de secundaria discurrieron en las aulas del instituto murciano.

también las que para la enseñanza de artesanos mantenían la Sociedad Económica de Amigos del País y el Conservatorio de Artes que quedaron agregadas al mismo. Estas eran las de Química, Mecánica, Delineación y Agricultura. Por lo visto, algunas de estas cátedras, como la de Agricultura, que tenían hasta entonces vida precaria, llegarían a tener un considerable número de alumnos. El huerto quedó finalmente vinculado al instituto debido al tesón del claustro y especialmente a Echegaray, que en defensa del espacio para las prácticas hizo saber al claustro que el Estado, como propietario del huerto del convento de San Francisco y edificios anejos estaba dispuesto a anunciar su venta al público, circunstancia que de llevarse a cabo dificultaría en extremo la enseñanza de la asignatura (Verdú, 1958). El claustro acordó que dicho terreno no solo era indispensable para la cátedra de Agricultura sino también para la de Historia Natural, por lo que se decidió actuar para que el Estado cediera el huerto al instituto⁸⁹.

En una conferencia ofrecida en 1958 por el catedrático de Ciencias Naturales, Rafael Verdú Payá, recordaba los orígenes del Jardín Botánico del Instituto y menciona lo siguiente: “Este fue el origen del actualmente mal parado Jardín Botánico. Los 119 años transcurridos desde su fundación , a lo largo de los cuales el Instituto vertió su cariño, predilección y caudal en esta obra cultural que se salía un poco de sus aulas recoletas, no constituyen, por lo visto, suficiente ejecutoria de nobleza y propiedad para determinadas entidades, que haciendo caso omiso de ella pretenden arrebatárselo. Verdadera pena es que por el Estado no se le haya prestado en estos.” (Verdú, 1958: 6). Recordemos que la incorporación definitiva del Jardín al instituto no se consigue hasta 1863 con Guirao en la dirección del Instituto, y la inclusión de la Agricultura como asignatura del bachillerato oficial no se produjo hasta 1876. Durante el curso 1860-1861, con motivo de la visita del Comisario del Rector de distrito, se planteó la conveniencia de establecer los estudios de agricultura por su importancia para la provincia.

En esa visita el Rector de Valencia, José Pizcueta, volvía a recordar la importancia de implantar los estudios de Agricultura y poner a su disposición el Jardín. En una carta dirigida a Guirao decía: “He visto que V. S. posee un pequeño trozo para cultivar las plantas más precisas para las lecciones botánicas: parte del terreno que

⁸⁹ Ya el 20 de diciembre de 1835 y por Real Orden se dispuso la cesión de estas propiedades a la cátedra de Agricultura.

poseía el Instituto, cedido por el Gobierno a la junta de Agricultura para sus ensayos, y que no utiliza. V. S. debe volver a adquirir todo el terreno expresado, ampliar el cultivo botánico, y preparar lo demás para la cátedra de Agricultura que debe establecerse, y lecciones de la Normal”⁹⁰.

3.2.4. Tomás Museros y la consolidación de la cátedra de Agricultura.

Durante el siglo XIX la agricultura murciana vivió una fuerte crisis, en palabras de López Fernández (2005: 68) “caracterizada por el derrumbe de las actividades más arraigadas”. La caída paulatina de la producción de la seda y el aumento en extensión de cultivos como la vid y el esparto eran ejemplos de lo que ocurría en el campo, que se quedaba anticuado ante el desarrollo de nuevas tecnologías y el estudio de las plantas para mejorar la eficiencia en la producción. En este contexto se dieron los estudios de perito agrimensor en el Instituto Provincial de Murcia entre 1869 y 1878. Tomás Museros⁹¹ fue catedrático de Agricultura del Instituto de Lorca desde el 25 de febrero de 1867 a 1877, fecha en la que se trasladó al Instituto Provincial de Murcia. Durante los primeros años de su etapa realizó una gran labor en la adquisición de colecciones, láminas e instrumental para el Gabinete de Agricultura (López Fernández, 2001). Se adquieren colecciones de cactus, modelos de frutas de cera, 131 maderas, microscopios para observar granos, láminas de la Exposición Agrícola de París⁹² y 84 ejemplares de semillas. En 1883, además del citado material, existían tres cuadros con plantas forrajeras, doce plantas variadas, modelos agrícolas, una colección de cuadros de sistema de jardinería, una colección de dibujos de máquinas aplicadas a la agricultura y sus industrias, un cuadro de dibujos iluminados representando los sistemas de irrigación y de drenaje, dos cuadros iluminados del cultivo de setas y otro de raíces alimenticias y

⁹⁰ Instituto Provincial de Segunda Enseñanza de Murcia. (1862). *Memoria leída el 16 de setiembre en la inauguración del curso 1862 a 1863*. Murcia: Imprenta de Anselmo Arques, p. 14.

⁹¹ Tomás Museros (18??-1901) fue profesor de la Escuela Central de Agricultura en 1856, en 1859 ocupó la cátedra de Agricultura en el Instituto de Castellón y en 1867 es nombrado catedrático de Agricultura en el Instituto de Lorca hasta su desaparición y traslado a Murcia donde se jubilará en octubre de 1900 falleciendo meses después.

⁹² La Diputación Provincial de Murcia le comisionó para la visita y estudio de las Exposiciones Agrícolas de Valladolid y Universal de París (1878).

hortalizas de Inglaterra y 38 clases de tierras de cultivo en frascos⁹³. El Gabinete de Agricultura del instituto alcanzó gran fama, según recogía la Memoria del curso de 1886 a 1887. En este sentido, todos los años quedaba abierto durante la Feria de septiembre para ser visitado por numerosos agricultores y hacendados (López Fernández, 1995).

Museros fue uno de los profesores con más interés en el Jardín Botánico debido a quería hacer un bosquejo de granja modelo, que tanta falta hacía en Murcia. Según la prensa Museros tenía un “modelito de campo de prácticas agrícolas, en el mismo salón de su cátedra, dividido en bancales, plantado de variadas especies arbóreas, arbustivas, y sembrado de diferentes cereales, leguminosas, plantas de prado, mieses alimenticias, plantas tintóreas, etc., con lo cual prueba dicho profesor cuanto puede hacerse en este importante ramo si se dispusiera de un campo experimental con la extensión que la enseñanza agrícola reclama” (*Diario de Murcia*, 18-09-1879: 1). En el artículo se mencionaba un sistema de cultivos alternos y de riegos que ponían de manifiesto lo que se podía hacer en la enseñanza agrícola si se dispusiera de un campo experimental con la extensión necesaria. A la prensa le extrañaba que esa actividad no se desarrollara en el Jardín Botánico, animando a Museros a utilizar este recinto por la gran importancia de este sector en Murcia y el enorme retraso técnico (*La Paz de Murcia*, 21-09-1879: 1).

Museros dividía su asignatura en dos partes: la primera comprendía la agricultura general, y la segunda la agricultura especial y la zootecnia. En sus lecciones ofrecía sencillas nociones sobre los órganos de las plantas que más relación tienen en agricultura “si de los órganos vegetales pasamos a sus funciones, observaremos fenómenos tan importantes en la vida de las plantas, que nos harán estimar cuanto debemos a esta ciencia” (Museros, 1880: 16). La asignatura trataba el desarrollo de las plantas y los tipos de suelos, su clasificación, conveniencia que unas y otras ofrecían para determinadas especies vegetales, así como las diferentes maneras de multiplicar las plantas, los tipos de abonos y la influencia de los elementos atmosféricos. Cuestiones que reflejaban el tratamiento de la agricultura desde un punto de vista científico, en relación directa con el estudio del medio ambiente.

⁹³ Instituto Provincial de Segunda Enseñanza de Murcia. (1882). *Memoria leída en la solemne inauguración del curso académico de 1882 a 1883*. Murcia: Tipografía de Anselmo Arques, pp. 109-110.

3.2.5. La botánica en el Instituto con el nuevo siglo.

Tras una etapa de estancamiento y descenso en la incorporación de materiales, entre 1890 y 1905 viene a producirse una reacción con la nueva dirección del centro, con Andrés Baquero, y una mejoría y recuperación de fondos para el instituto. Con el cambio de siglo la cátedra de Historia Natural fue ocupada por Miguel Rivera y Ruiz y la de Agricultura por Pedro Bernal. En su discurso en la apertura del año académico en el periodo de 1910-1911 Baquero explicaba: “ Y aún se hará más con nuevos medios. En el Botánico, por ejemplo, se darán este año clases prácticas, utilizando aquel pabellón, construido *ad hoc* y el variado surtido de plantas raras de aquel hermoso invernadero” ...”y no se tardará mucho en disponer asimismo de un pequeño campo de experimentación para Agricultura, que va anejo al grupo de Escuelas Graduadas del Barrio”⁹⁴.

En 1909 se aumentaron las colecciones del Instituto con un magnífico gabinete de anatomía comparada compuesto por 43 modelos, con los que se enriquecía la clase práctica botánica y de agricultura, llenando una vitrina nueva, para el salón grande del Gabinete de Historia Natural⁹⁵. Durante el curso de 1908-1909 también se consiguieron una serie de lupas⁹⁶. En el curso de 1911 a 1912 se completaron los modelos sobre la germinación de una plantas monocotiledóneas⁹⁷. Por otro lado, el gabinete de Agricultura tuvo una época de recuperación con la adquisición de nuevos materiales y la construcción de un campo de experimentación de cultivos durante el curso 1910-11 (Vidal de Labra y López Fernández, 1987).

El estudio de las memorias del centro posteriores a 1911 no hace mención a nuevas incorporaciones de material, salvo la de material micrográfico. La situación del Jardín fue paralela a este declive, deteriorándose hasta llegar a perder su función y ser

⁹⁴ Instituto General y Técnico de Murcia (1910). *Memoria leída en la solemne inauguración del curso académico de 1909 a 1910*. Murcia: Imprenta Sucesores de Nogués, p. 69-70.

⁹⁵ Instituto General y Técnico de Murcia (1910). *Memoria leída en la solemne inauguración del curso académico de 1909 a 1910*. Murcia: Imprenta Sucesores de Nogués, p. 55.

⁹⁶ Instituto General y Técnico de Murcia (1909). *Memoria leída en la solemne inauguración del curso académico de 1908 a 1909*. Murcia: Imprenta Sucesores de Nogués, p. 51.

⁹⁷ Instituto General y Técnico de Murcia (1912). *Memoria leída en la solemne inauguración del curso académico 1912 a 1913*. Murcia: Imprenta Sucesores de Nogués, p. 53.

ocupado como campamento durante la guerra civil. A iniciativa de los heridos pertenecientes a la brigadas internacionales sirvió de amparo a niños refugiados: “En lo que fue Jardín Botánico, hoy quedan sólo unos árboles, hemos oído unos cánticos de voces infantiles” (*Nuestra Lucha* de Murcia, 08-01-1939: 4). En un escrito el Director del Instituto, Rafael Verdú, explicaba que el Jardín Botánico del Instituto sufrió mucho durante la guerra, “ocupado por las Brigadas Internacionales primero, convertido en lago y piscina popular después, terminó convirtiéndose en un erial, donde aún, por milagro, vivían al acabar la contienda algunas de las plantas aclimatadas a fuerza de años y cuidados” (Verdú, 1956: 1).

Pese a los esfuerzos de Verdú al frente de la dirección del instituto, el Jardín Botánico siguió sufriendo abandono hasta llegar a ser utilizado por el Ayuntamiento como lugar para instalar los pabellones de la feria de septiembre. Verdú informó al Ministerio sobre los hechos explicando que el Jardín pertenecía al Instituto y que las especies allí representadas se habían logrado gracias a los desvelos y cuidados de los catedráticos de Ciencias Naturales y Agricultura. Alegaba que “es un exponente de cultura que dice mucho en favor del buen nombre del Instituto e incluso de la población” (Verdú, 1956: 2). Finalmente el centro propuso que si a pesar de todo lo expuesto, el Ministerio decidiera ceder el Botánico fuese “permutando con terrenos equivalentes al valor del mismo, ... , para la construcción de un nuevo Instituto” (Verdú, 1956: 3).

3.3. Los estudios de botánica y biología en la Universidad de Murcia.

La enseñanza superior de la botánica comenzó en el curso de 1916 a 1917 con los estudios preparatorios de Ciencias y la asignatura de la cátedra de Mineralogía y Botánica con la incorporación de José Loustau, que ganó por oposición en marzo de 1916 iniciando los estudios de biología y el desarrollo de un laboratorio y un gabinete para la enseñanza (figura 1, anexo I). El 23 de abril de 1918 fue nombrado Comisario Regio y el 7 de junio del mismo año Rector de la Universidad de Murcia, cargo que desempeñó, con la excepción del año 1929, hasta abril de 1939. A lo largo de esos años Loustau ejerció un papel crucial en la creación, organización y desarrollo inicial de la Universidad de Murcia.

En su labor como científico, docente y gestor académico destacaron poderosamente dos aspectos: su preocupación por la preparación para la vida profesional y social de los universitarios, y el fomento de los cursos de extensión universitaria como medio de promoción cultural y de difusión de la educación científica fuera del ámbito universitario (Bernal y Marín, 2011). Luis Valenciano –autor de la biografía más completa que conocemos sobre Loustau- opinaba que las circunstancias especiales de su infancia, vivida en plena naturaleza, pudieron influir en su temprana vocación hacia las ciencias naturales. Asimismo, pensaba Valenciano, que el origen de su interés por la pedagogía y la enseñanza pudo estar en Esteban López, su maestro de primera enseñanza, por el que profesaba una gran admiración (Valenciano, 1979).

Loustau cursó la carrera de Ciencias Naturales en la Universidad de Madrid, licenciándose con premio extraordinario en junio de 1910. Terminada la carrera, trabajó en el museo de Ciencias Naturales y en el Jardín Botánico de Madrid (Quiñones *et al*, 1990). En 1914 leyó su tesis doctoral "Las células gomosas y mucilaginosas del *Arisarum vulgare* y de *Arum italicum*" recibiendo por ello el premio extraordinario (Loustau, 1915). Las clases de Loustau eran reflejo de su experiencia investigadora como atestiguan el material micrográfico elaborado por él utilizado en las clases prácticas y que se conserva en el Museo. Sus dibujos del material vegetal publicado en su tesis también ilustran las lecciones de su libro *Biología y Genética* (Loustau, 1925a). Este libro era el manual que utilizaban los alumnos para el seguimiento de las clases teóricas y prácticas correspondientes a la asignatura de Biología, que se impartía en el primer curso de la antigua Facultad de Ciencias como veremos con más detalle en el *Capítulo IV*.

La Universidad de Murcia estuvo enclavada en el barrio del Carmen de esa ciudad desde 1915 a 1935. Allí se instaló el laboratorio, con una gran mesa central para los trabajos con microscopio, y dentro de los armarios acristalados se exhibían los modelos anatómicos vegetales y animales de la casa Les Fils d'Émile Deyrolle (figura 1). Durante su mandato como rector consiguió solucionar el gran problema de dotar a la universidad de unas instalaciones adecuadas ya que el espacio que ocupaba era limitado consiguiendo el traslado a la Merced (Marín, 2004).

En palabras de Francisco del Baño, el aula donde se daban las clases de Biología era “amplia, estaba situada en la primera planta y orientada a poniente. De sus paredes colgaban abundantes láminas que hacían referencia a cuestiones relacionadas con botánica, geología, zoología, micrografía, etc., las cuales, de entrada, estimulaban la curiosidad del alumno primerizo, brindándole la oportunidad de solicitar una consulta o aclaración sobre los asuntos allí expuestos” (Del Baño, 1999: 22). En comunicación con el aula se encontraba el gabinete de ciencias naturales y el laboratorio micrográfico, permitiendo tener próximo el material didáctico preciso e idóneo de apoyo a las clases. Como auxiliar de la cátedra de Biología figuraba Pedro Hernansaez Meoro, excelente botánico y gran amigo de Loustau (Del Baño, 1999). Era el encargado de las clases de micrografía. Para la proyección de diapositivas se contaba con un aparato de proyección universal Leitz, un pequeño epidiascopio Leitz de arco voltaico para proyectar diapositivas y epidiascopios, un aparato Sogeresa de lámpara para proyección epidiascópica, y un aparato Deyrolle de arco voltaico, además de un cinematógrafo más un conjunto de 2000 diapositivas de distintas marcas, de anatomía vegetal y animal, zoología, botánica, y geología.

Un año después de la inauguración del nuevo centro, el estallido de la guerra civil paralizó la vida universitaria. En agosto de 1936 se aplazó la matrícula y en septiembre se decretó el cese temporal de la actividad docente (Segura y Argüelles, 2010). El centro pasó a ser cuartel de brigadas internacionales y hospital de guerra (Del Baño, 1999). Francisco del Baño recordaba que gracias al esfuerzo de Pedro Hernansaez debe la Universidad de Murcia que se salvara la mayor parte del abundante y valioso material micrográfico, manteniéndolo oculto durante toda la contienda (Del Baño, 2003). Durante los tres cursos que duró la guerra no hubo docencia reglada y la Universidad quedó sin Rector, ya que a Loustau la guerra le sorprendió en Extremadura, bajo control de las tropas sublevadas franquistas. Allí fue adscrito a la Universidad de Salamanca y enviado a Cáceres como profesor de instituto. Una vez acabada la guerra, la actividad docente se reinició con la inauguración oficial del curso 1939-40, “el propio Loustau se reincorporó a su cátedra, pero muy disconforme con el ambiente que encontró al regresar a Murcia, renunció taxativamente a hacerse cargo otra vez del rectorado” (Segura y Argüelles, 2010: 202).

3.3.1. Las asignaturas de Botánica y Biología General.

Durante el período 1916-1925 se impartió la asignatura de Botánica junto a Mineralogía. El programa de esta materia se componía de 75 lecciones: 37 de geología y 28 de botánica, que era a su vez dividida en botánica general y descriptiva (Loustau, 1916). En cuanto a la botánica general trataba los siguientes temas o lecciones con los contenidos que se detallan:

- Morfología general de los vegetales. La forma externa y sus diversos grados de complicación, la forma interna, diferenciación, tejidos y miembros. Clasificación de los vegetales en grandes grupos.
- La célula vegetal, su morfología y partes.
- Funciones de nutrición de las células.
- Morfología de la raíz.
- Morfología general del tallo.
- Estructura secundaria de la planta.
- Morfología, origen, estructura de las hojas, principales modificaciones y mecanismo de caída de las hojas.
- Funciones de nutrición de los vegetales. Los elementos que entran en la composición del cuerpo de las plantas, las formas asimilables, su procedencia. La absorción y digestión por las raíces, algún caso particular como las plantas carnívoras. La circulación de la savia bruta y la savia elaborada, los caminos que recorren y la respiración y la transpiración.
- Función clorofílica. Se estudia las propiedades de la clorofila, la absorción de radiaciones y la asimilación del carbono.
- Tema dedicado a los tropismos como el geotropismo, fototropismo, hidrotropismo y quimiotropismo. Movimientos especiales como los ameboideos, por flagelos, contractilidad, espontáneos de las hojas, los provocados y los florales.
- Reproducción en los vegetales. En primer lugar se estudia la reproducción asexual (esporas, zoosporas, esporangios) y después la sexual (isogamia y heterógama)

con las características de los gametos y del huevo (también lo llama gametóspora). Se estudia las principales formas de reproducción sexual en las talofitas, en muscíneas y criptógamas vasculares.

- Los órganos sexuales de las fanerógamas, las partes de la flor y su disposición en inflorescencias (principales tipos), simetría floral, número de verticilos y piezas de cada uno de ellos. Cómo se realiza la floración y duración de las flores, representaciones gráficas, diagramas y fórmulas florales.
- Estudio del periantio: cáliz (principales formas, estructura de los sépalos), corola (dialipétalas, gamopétalas, regulares e irregulares) y estructura de los pétalos. El androceo, estambres (sus partes y variaciones) y anteras.
- Fisiología de la flor, polinización directa, indirecta y cruzada. Plantas anemófilas y entomófilas. Germinación del grano de polen, desarrollo del tubo polínico y la fecundación con el posterior desarrollo del huevo y el embrión.
- El fruto (partes de que consta, dehiscencia y clasificación). La semilla, sus partes estudiando la almendra.

La parte relativa a la fitografía o botánica descriptiva englobaba la taxonomía y sus agrupaciones, profundizaba en el fundamento de las clasificaciones, sistemas y métodos como el sistema sexual de Linneo o el método de De Candolle. Trataba las clasificaciones por aquel entonces modernas, y proponía su propia clasificación de la que irían desglosándose el resto de lecciones. Se desarrollaba en cada uno de los temas (del 57 al 74) los caracteres generales y su clasificación. Dividía las plantas en cuatro tipos: las talofitas (algas y hongos), muscíneas, criptógamas fibro-vasculares y fanerógamas (divididas en gimnospermas y angiospermas). Las angiospermas eran divididas en monocotiledóneas y dicotiledóneas. Dentro de las monocotiledóneas hacía la siguiente separación:

- Subclase I. Apétalas: lemnáceas, ciperáceas, gramíneas, aráceas y tifáceas.
- Subclase II. Superováricas: juncáceas, palmáceas, alismáceas, colchicáceas, emiláceas y liliáceas.

- Subclase III. Inferováricas: amarilidáceas e iridáceas, bromeliáceas, musáceas y orquidáceas.

En las dicotiledóneas se distinguían las siguientes subclases:

- Subclase I. Apétalas superováricas: ulmáceas, urticáceas, cannabináceas, moráceas, artocarpáceas, quenopodiáceas, amarantáceas, poligonáceas, paroniquiáceas.
- Subclase II. Apétalas inferováricas: santaláceas, lorantáceas, betuláceas, cupulíferas, junglandáceas, ficoideas, aristoloquiáceas y begoniáceas.
- Subclase III. Dialipétalas superováricas: ampelidáceas, ramnáceas, violáceas, droseráceas, euforbiáceas, malváceas, tiliáceas, araunciáceas, hiperáceas, crucíferas, papaveráceas, fumariáceas, crasuláceas, rutáceas, mimosáceas, cesalpináceas, papilionáceas, hipocastanáceas, aceráceas, terebintáceas, lináceas, geraniáceas, cariofiláceas, lauráceas, magnoliáceas, ranunculáceas, cistáceas, rosáceas, pomáceas, amigdaláceas, ninfeáceas.
- Subclase IV: Dialipétalas inferováricas: umbelíferas, araliáceas, saxifragáceas, mirtáceas, granatáceas y cactáceas.
- Subclase V. Gamopétalas superováricas: oleáceas, fraxináceas, jasmináceas, convolvuláceas, borragináceas, solanáceas, verbascáceas, escrofulariáceas, labiadas, verbenáceas, plantagináceas, gencianáceas, primuláceas, orobancáceas y ericáceas.
- Subclase VI. Gamopétalas inferováricas: campanuláceas, cucurbitáceas, rubiáceas, caprifoliáceas, valerianáceas, dipsacáceas y compuestas.

Queda como último tema aquello relativo a lo que hoy consideraríamos parte de la ecología, la relativa a la geografía botánica y a las causas que determinan la distribución geográfica de los vegetales. Trataba las distintas zonas de vegetación y las floras naturales, entre ellas la de la Península Ibérica y sus regiones botánicas.

A partir del curso 1923-1924 desapareció la asignatura de Mineralogía y Botánica y pasó a denominarse Biología (Biología general - Botánica y Zoología) de

acuerdo con lo dispuesto en la Real Orden de 17 de diciembre de 1922 (Loustau, 1923). La botánica dejaba de ser una materia central para ser tratada como un tema más integrado en la asignatura de Biología. En el programa del curso de 1923 se recuerda a los alumnos de la asignatura de Mineralogía y Botánica que podían consultar el programa de la asignatura de Geología, también del mismo Loustau. La botánica conservaba su bloque dentro de la asignatura de Biología entre las lecciones 25 y 45, pero se reducía mucho la parte taxonómica, manteniendo la parte de histología, organografía y fisiología. Se dividía la materia en varias partes: una inicial dedicada a las plantas talofitas (algas y líquenes), y el resto de temas a los cormófitos desde el punto de vista histológico, de la organografía y la fisiología. El estudio de los hongos estaban separados de este bloque dando especial atención a las funciones de saprofitismo, simbiosis, parasitismo y a las fermentaciones (Loustau, 1923).

En cuanto a las algas o ficofitas (tema 25), se estudiaban las diversas formas y estructuras del talo, reproducción y desarrollo con ejemplos e indicación de sus principales grupos, además, el tema englobaba la constitución, análisis y principales formas de líquenes. Los siguientes temas giraban en torno a las plantas cormófitas desde el punto de vista histológico (temas 26 y 27), estudiándose la división del trabajo fisiológico y la diferenciación celular, así como los caracteres de diferentes tejidos como los meristemas, el parénquima y el tejido epidérmico, y prestando especial atención a ciertas estructuras como los estomas, pelos epidérmicos y el tejido suberoso. Los tejidos de sostén ocupaban un tema completo, en especial los tejidos conductores, tubos cribosos, tejido vascular y haces liberoleñosos, así como los tejidos con células secretoras, bolsas, canales, laticíferos y principales productos de secreción. Esta había sido parte del tema de estudio de la tesis de Loustau y ocupaba un apartado preferente en la programación de la asignatura.

En la parte de organografía vegetal (temas 28 al 33) se trataba la raíz, el tallo, y las hojas. Con respecto a la raíz se estudiaba la morfología y las regiones superficiales, el crecimiento y ramificación, estructura primaria, sus regiones y la estructura del extremo de la raíz. El estudio del tallo se centraba en las principales variaciones morfológicas, también en el crecimiento en longitud, la estructura primaria del tallo y los haces conductores. Hay un capítulo intermedio dedicado a la morfología y estructura

de las yemas, al origen de la estructura del tallo y a sus ramificaciones, además de una sección para las principales modificaciones como rizomas, tubérculos, bulbos, cladodios, zarcillos y espinas. Dentro del estudio del tallo había otros dos capítulos que trataban la estructura secundaria, el felógeno⁹⁸ y el cambium de los tallos; también se estudiaba la duración de los vegetales y los nombres que reciben las plantas según su duración (hierbas, matas, arbustos, arbolillos o árboles).

La fisiología vegetal ocupaba los temas el 34 y 35, tratando el alimento de las plantas, la absorción de las raíces, la circulación, la savia bruta y elaborada, la respiración y transpiración, la función clorofílica y la asimilación del nitrógeno (en especial de las plantas carnívoras), las reservas, las secreciones y un resumen de las funciones de nutrición. Hay una mención al crecimiento que termina con el estudio de los tropismos, los movimientos espontáneos y provocados. En cuanto a las relaciones de los organismos y su medio ambiente aparece en el programa de 1923 un tema dedicado a la adaptación, variación, herencia y transmisión de los caracteres. Otro tema recogía las hipótesis científicas acerca del origen de la vida, la diversificación de las formas orgánicas, grupos taxonómicos, asociaciones y relaciones diversas entre los organismos, constitución de colonias, simbiosis, parasitismo para terminar con las teorías de la evolución y sus fundamentos con el neolamarquismo y el neodarwinismo.

El programa continuaba con las plantas espermatófitas o fanerógamas, con la morfología y fisiología de la flor: la polinización, la fecundación, la formación del fruto (principales tipos) y la semilla, con la posterior germinación. La clasificación de las fanerógamas cerraba el espacio dedicado a la botánica, dividiéndolas en gimnospermas y angiospermas y éstas en dicotiledóneas y monocotiledóneas. Con las dicotiledóneas se hacían breves estudios para las familias más importantes del grupo de las monoclamídeas, dialipétalas y simpétalas. Con las monocotiledóneas se hacía un estudio de similar extensión para las lilifloras, glumifloras⁹⁹, espadicifloras y ginandras.

⁹⁸ Felógeno es el tejido localizado en la periferia del tallo y la raíz que contribuye al crecimiento en espesor de la planta.

⁹⁹ Orden de plantas monocotiledóneas, de flores simples, hermafroditas, de periantio reducido o nulo y que presentan inflorescencias en espigas compuestas o reunión de espigas.

En el programa de biología de 1925 los contenidos son similares pero cambia la estructura, los temas de morfología y taxonomía vegetal van del 55 al 70 y previamente se dan los temas de fisiología dentro de una biología general (Loustau, 1925b). La asignatura volvería a sufrir otro ajuste en paralelo a los tiempos y a la forma de entender la biología por parte de Loustau. En este sentido, se introduce un bloque sobre genética. En el programa del curso de 1933 podemos ver que se produjo la unión de las asignaturas Biología y Geología, con una reducción de espacio para el estudio de los vegetales, y desapareciendo la parte taxonómica de la botánica (Loustau, 1933). No obstante, aparecen ejemplos del mundo vegetal en los temas generales de biología como la clorofila y los cloroplastos, la absorción de sustancias en la alimentación autótrofa, los principios inmediatos, la celulosa y las membrana de las células vegetales, las principales modificaciones de la membrana celulósica, la reproducción de espermatófitas y la fecundación. Se sigue incluyendo el ciclo reproductivo de las algas y de los hongos en especial del mildiu. En 1935 se añade un tema sobre tejidos vegetales: los meristemos, los parénquimas, la epidermis, los estomas, el tejido suberoso, los tejidos de sostén, los tejidos conductores vascular y criboso y los tejidos secretores (Loustau, 1935).

En 1936 se menciona la palabra ecología y la relaciona directamente con la fisiología. Loustau incluye nociones acerca del crecimiento, reproducción, prolificidad de los organismos, funciones de relación y adaptación. En relación a la reproducción trata la herencia, la variación, el principio de la evolución, filogenia, lamarkismo, neolamarkismo y neodarwinismo, mutaciones, los genes y sus combinaciones, significación de la reproducción sexual, la evolución y la especificidad (Loustau, 1936).

Los testimonios de antiguos alumnos coinciden en una gran admiración y consideración que sintieron por su profesor. Gregorio López López, en la actualidad Catedrático emérito de Química Inorgánica de la Universidad de Murcia, dice haber tenido “el privilegio de ser alumno suyo en el primer curso de mi Licenciatura en Química”. Explica que era “un hombre corpulento, de sonrisa irónica, riguroso en sus apreciaciones pero benevolente en el trato con sus alumnos. Gran poseedor y transmisor de conocimientos y caballeroso en su trato. En definitiva, un maestro” (Bernal y Marín, 2011). Sus recuerdos sobre la personalidad y la labor docente de Loustau los resume

con estas palabras: “fue un gran maestro, despertaba la vocación científica en sus alumnos”¹⁰⁰. El propio Gregorio López nos ha facilitado la carta que José Loustau dirigió a los alumnos de 5º curso de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Murcia en mayo de 1962, documento del cual transcribimos el último párrafo: “Y entre vosotros, compañeros de curso y de carrera, no perdáis vuestros sentimientos de compañerismo y amistad. Ayudaros siempre unos a otros, y si alguno fracasa, tropieza y cae, que encuentre siempre la mano del compañero que le ayude a levantarse. Que ninguna razón, sea doctrinal, política, social o de cualquier otra naturaleza, pueda borrar, ni aun momentáneamente, vuestros sentimientos leales de amistad y compañerismo. Y todos estamos seguros de que vuestra conducta social será siempre tan correcta, digna y caballerosa, que podrá servir de ejemplo donde quiera que prestéis vuestros servicios, en cualquier comunidad científica, industrial, social, comercial, etc., de la que forméis parte”.

Francisco del Baño, en su catálogo del Laboratorio Museo José Loustau, indicaba que Loustau era muy puntual en la asistencia a sus clases y nunca abandonaba el aula antes de que el bedel le anunciase repetidas veces la hora de clase cumplimentadamente transcurrida. Explicaba las lecciones sin afán de brillantez personal, buscando sobre todo la claridad y la eficacia. No era severo en los exámenes y, sin embargo, obtenía un buen nivel de conocimientos en sus alumnos. Sin duda confiaba más en la constancia y atractivo de la información que proporcionaba que a los ejercicios memorísticos de última hora para el examen. Por lo demás, no obstante su aparente seriedad, resultaba totalmente asequible y comprensivo para resolver cualquier duda o consulta sin esa nota de superioridad o de distanciamiento de otros catedráticos. Eran unas clases sustanciosas, originales, llenas de interés y, desde el punto de vista científico, muy bien actualizadas (Del Baño Breis, 1999). En cuanto al material de enseñanza Francisco del Baño lo recordaba enfundado con una bata blanca dirigiéndose al aula, “unas veces portando un maletín conteniendo las diapositivas, otras, con los libros para proyectar en el epidiáscopo alguna figura o gráfico o, sosteniendo entre sus manos, alguno de los modelos de la vida” (Del Baño Breis, 1999: 20).

¹⁰⁰ Entrevista personal con el profesor Gregorio López López.

3.3.2. La extensión universitaria y su relación con la biología vegetal.

En el discurso de apertura del curso 1921-1922, Loustau expuso con claridad sus ideas sobre la función social y cultural que debían tener los estudios universitarios. Consideraba la universidad desde la perspectiva del evolucionismo biológico, como un organismo social natural que debía responder a necesidades públicas y no como una creación administrativa artificiosa, hecha únicamente para responder a aspiraciones particulares oportunistas: “La Universidad no debe considerarse cómo Escuela profesional del Estado, sino como un organismo cultural destinado a influir eficazmente en el porvenir de los ciudadanos” (Loustau, 1921: 16). A lo largo de su discurso, comparaba la evolución y el desarrollo de la universidad con la de los seres vivos. De este modo, como organismo natural, su organización debería estar dotada de un cierto grado de flexibilidad que le permitiera mantener un estado de equilibrio con su entorno, el medio social. Si no se adapta a los cambios sociales “se reduce al estado de órgano sin función, de órgano en vías de atrofia y, de no ser modificado en armonía con las nuevas exigencias, pronto o tarde terminará por morir, por extinguirse” (Loustau, 1921: 18).

El estudio de Pedro Luis Moreno en *La Universidad del siglo XX* apunta que entre los años 1919 y 1929 la actividad didáctica y cultural liderada por Loustau rebasó ampliamente los muros de la universidad para informar e inquietar a la sociedad murciana con una oferta cultural importante. También señala que Loustau mostraba su admiración por las universidades inglesas por conservar como misión principal la de proporcionar una verdadera educación superior equilibrada, favoreciendo el regeneracionismo académico y también una educación social de la cual no debían quedar exentas las capas menos favorecidas de la sociedad (Moreno Martínez, 1998). En este sentido argumentaba Loustau que, en los países prósperos, el desarrollo industrial iba precedido de una intensa difusión cultural, que era siempre la fuente real y primera de todo progreso: “Si faltan en España fábricas y talleres, no por eso sobran Universidades, ni estas pueden ser responsables de aquella falta. Si los títulos académicos nada valen, nada supondrán para el que los ostente; pero si, como es lo natural y lógico, un título académico acredita la posesión de un grado superior de cultura, gran beneficio supone la difusión de tales títulos; no hay razón para creer que

ellos roban inteligencias para la industria ni brazos para el trabajo; antes bien, pondrán a contribución de aquella y de éste la cultura científica, base siempre de toda labor técnica” (Loustau, 1921: 32).

La Universidad de Murcia fomentó los cursos y conferencias de extensión universitaria como medio de promoción y difusión de la educación científica fuera del ámbito universitario, mostrando un gran interés por la preparación para la vida profesional y social de los estudiantes. El propio Loustau participó con asiduidad en estas actividades, impartiendo conferencias sobre diversos temas como el origen de la vida, la fecundidad, la evolución, avances en genética y otras cuestiones de la actualidad biológica de la época, intentando siempre dar respuestas a las grandes preocupaciones de la humanidad. Respecto a la botánica, durante los cursos académicos de 1919-20 y 1920-21 Loustau impartió un cursillo semanal de morfología y fisiología de la flor, y durante el curso de 1921-22 uno sobre estudios de los procesos de la reproducción en los vegetales (Fernández de Velasco, 1929). El botánico Pedro Hernansaez auxiliar de la cátedra de Biología organizó cursos de micrografía durante los cursos académicos de 1923-24 y 1924-25 y otro específico de patología vegetal en el curso 1926-27.

La prensa local se hizo eco y resumió algunas de esas conferencias. En *El Magisterio de Murcia* se recogió información de un curso de micrografía de Loustau que tuvo lugar el 25 de febrero de 1926, en el que un grupo de profesoras se desplazaban de Cartagena a Murcia para asistir a las clases de micrografía, o el curso del 27 de febrero del 1926, de Biología para maestras de Murcia, con dos clases a la semana, una teórica los martes y otra práctica los viernes (*El Magisterio de Murcia*, 10-3-1926: 9). El periódico *El Liberal* se hizo eco de las palabras de Loustau en estos cursos con el objeto de difundir los conocimientos biológicos entre el magisterio murciano: “Los maestros deben tener una cultura biológica para contribuir al desarrollo de las facultades que el niño posee. Necesita conocer al niño para poder orientar sus aptitudes hacia el cometido que en la vida debe desempeñar” (*El Liberal*, 28-2-1926:1). Entre las conferencias especiales estaba una sobre el estudio de los procesos en los vegetales versando en especial sobre el devastador hongo mildiu (*La Verdad de Murcia*, 9-2-1922: 1).

A estos cursos de biología había que añadir otros sobre medicina, higiene o maternidad impartidos por distintos profesores universitarios. Participaron Manuel García Morente, Fernando de los Ríos, Juan de la Cierva, Gustavo Pittaluga o Augusto Pi Suñer, entre otros muchos. También impartieron conferencias de extensión cultural personalidades de reconocido prestigio europeo como Ettore Pais, profesor de la Universidad de Roma, o Mario Carrara, de la Universidad de Turín, separado en aquel momento de su cátedra por Mussolini. Pero, por encima de otras actividades, estaba la promoción de la actividad científica entorno a la cátedra y el laboratorio. En la memoria gráfica de la universidad quedó plasmado este espíritu de puertas abiertas y extensión de la cultura científica con la visita de una representación de alumnos de la Universidad Popular de Cartagena el 23 de mayo de 1936¹⁰¹ (figura 2). En cuanto a la colaboración con otros centros, podemos hablar de la estrecha relación con el Instituto Provincial como muestra la inauguración de los cursos académicos con la presencia de Loustau (figura 2).

En la memoria de sus discípulos quedaron recuerdos y momentos inmortalizados como el del profesor Francisco del Baño Breis ayudando en unas prácticas de microscopía, y el de la profesora Consuelo Pérez Sánchez ayudando en el laboratorio de investigación (figura 3). Durante una entrevista con ella tuvimos la oportunidad de que nos contara detalles acerca de una visita de Madame Curie. Pudimos encontrar en la prensa local testimonio de la noticia de su breve paso por Murcia, con una parada en el Hotel Victoria, donde Madame Curie fue saludada por el Rector Loustau y por los profesores Ruiz Funes y Martínez Moya (*La Verdad*, 3-5-1931: 4). Se trataba de un viaje por España, acompañada por su hija, en el que visitó entre otras ciudades Granada, Valencia, Barcelona y Madrid (Marín, 2004).

¹⁰¹ En unión del vicepresidente de dicha entidad, Antonio Oliver y de la secretaria Carmen Conde. Por la tarde, a las cuatro, asistieron en la Universidad a una lección de cátedra de Biología explicada por el rector, José Loustau (*El Liberal de Murcia*, 24-05-1936: 2).

3.4. La botánica y la educación no formal: la Fiesta del Árbol y Ricardo Codorniu.

Ricardo Codorniu¹⁰², ingeniero de montes, es uno de los personajes murcianos destacados en la vulgarización de la ciencia y tecnología durante este periodo de estudio, siendo uno de los mayores defensores de la causa forestal en España. Es recordado en la memoria colectiva de los murcianos por la reforestación de Sierra Espuña y conocido con el sobrenombre del “apóstol del árbol”. Sin embargo aunque la reforestación de Sierra Espuña, y otras como la de Guardamar, sean un gran recurso para las ciencias naturales y, en particular, para la botánica, nosotros vamos a centrar el estudio en su obra divulgativa y educativa, ya que se dedicó a la sensibilización y a la enseñanza del medio forestal. Fue uno de los primeros conservacionistas de la Región de Murcia. Su actividad divulgativa y propagandística se desarrolló con intensidad, escribiendo folletos, libros, e impartiendo conferencias.

Fue uno de los promotores en España de la festividad del árbol y participó en la Asociación de la Fiesta del Árbol fundada en Barcelona en 1898. Esta asociación, con vocación nacional, tenía entre sus fines extender la Fiesta del árbol en todas las poblaciones de España (figura 4), conseguir que fuera fiesta nacional y fomentar la formación de asociaciones en todos los pueblos para que se encargaran de mantener viva la idea de repoblar el arbolado en montañas, cauces de ríos, dunas, terrenos esteparios y espacios urbanos. Concedían gran importancia a la implicación de los niños y a la instrucción general, buscando su implicación con la conservación del arbolado existente y el fomento de la riqueza forestal.

La fiesta seguía el modelo americano, aunque hubo antecedentes similares en nuestro país¹⁰³. En Estados Unidos la fiesta tenía lugar todos los años y tenía por objeto la plantación de infinidad de árboles y la educación de las jóvenes generaciones en el respeto a los árboles y en el amor a la agricultura. El gobierno hacía llegar una circular a todas las escuelas en la que se dictaban las disposiciones necesarias para que maestros y

¹⁰² Ricardo Codorniu y Stárico (1846-1923) sería, como ingeniero de montes, máximo responsable de la Dirección Hidrográfica-Forestal del Segura y jefe de inspección de Repoblaciones Forestales y del Servicio Hidrográfico-Forestal del Ministerio. Llegó a ser presidente de la RSEHN.

¹⁰³ El primer precedente de algo parecido a la Fiesta del Árbol fue una plantación participativa en 1805 en Villanueva de la Sierra, para hacer una plantación de álamos en el valle de Exido (*España*, 9-07- 1917: 2).

alumnos hicieran sus plantaciones con éxito. Este modelo era el que la Asociación de la Fiesta del Árbol quería trasladar a España, una suerte de unión de esfuerzos entre asociaciones y los poderes públicos de modo que todos los niños de las escuelas de España tuvieran su *Arbor Day* (día del árbol). El primero se celebró por primera vez en el Estado de Nebraska en 1872 por Julius Sterling Morton.

En nuestro país se debe al ingeniero forestal Rafael Puig y Valls el desarrollo de la propaganda de aprecio hacia la cultura del árbol por medio de la Fiesta del árbol. Con este fin fundó en Barcelona, en 1898, la sociedad de amigos del Árbol, la cual empezó a publicar, en 1900, las crónicas anuales de las Fiestas celebradas por toda España con imágenes y comentarios de personalidades (Giménez, 1992). La fiesta iba arraigando cada vez más, no solo en aquellos pueblos y ciudades donde había falta de cubierta de bosques, sino también en regiones con lluvias frecuentes y con poco peligro de riadas, los gobiernos, ayuntamientos y centenares de sociedades se esforzaban por propagar el árbol y demostrar sus beneficios. En Madrid se verificó la primera Fiesta del Árbol el 26 de marzo de 1896, patrocinada por la reina Isabel II y organizada por la Diputación y el Ayuntamiento. La festividad cobró carácter oficial tras el Real Decreto de 11 de marzo de 1904 creándose juntas locales y asociaciones de Amigos del Árbol (Solana, 1922).

Codorniu, al frente de la División Hidrológico-Forestal del Segura en Murcia, autorizó conceder plantas y semillas procedentes de los viveros de esta división a los ayuntamientos y particulares que solicitaban celebrar la Fiesta del Árbol. Su implicación en este evento incluía reflexiones en las crónicas que se editaban de forma anual. Sirva de ejemplo su reflexión y dedicatoria en 1909: “La repoblación forestal es la única salvación para el pueblo que imprevisor y ciego arrasó el arbolado de sus montañas. Pero hay que emprenderla con valentía y con constancia, contando con la cooperación de todas las fuerzas vivas del país; En España hace falta repoblar al menos diez millones de hectáreas en 50 años, 200.000 al año. Hay que buscar recursos para tan colosal empresa, que recompensará espléndidamente el capital invertido, no solo por la riqueza creada, sino también por lo que modificaría el clima, aumentando prodigiosamente la producción agrícola” (Codorniu, 1909d: 6).

El 30 de julio de 1907, el Gobernador de la Provincia de Murcia, Carlos Barroso, recomendaba a los maestros que enseñaran a los niños a amar y respetar a los árboles, a no dañar, ni molestar, ni destruir a los que no pueden defenderse, a dar valor a lo bueno y a lo bello, a ser hombres cultos, como acto de patriotismo. Menciona a algunos maestros implicados como a los de Espinardo, Molina, El Berro y Ricote.

El día 21 de febrero de 1908 se celebró en Murcia la Fiesta del Árbol en lo que sería a partir de ese momento el parque Ruiz Hidalgo. Se encargaron de ello diversas corporaciones, sociedades y particulares, los resultados sobrepasaron a las esperanzas iniciales (Codorniu, 1915). La jornada comenzó a las 10 de la mañana, junto a las autoridades no faltó una nutrida representación de los alumnos de las escuelas municipales con sus respectivos maestros, y también de la casa provincial de Misericordia con unos cien participantes. El total de niños que tomaron parte en la fiesta ascendía a 850, además de otros muchos no inscritos en las listas oficiales. A las diez y media estaba la Glorieta que rebosaba de gente porque no eran sólo los escolares que llevaba cada escuela sino que con ellos estaban sus respectivas familias (*El Liberal de Murcia*, 24-2-1908: 1). Se pusieron unos rótulos que decían “puesto que este parque es de los murcianos, a nadie más que a ello conviene su conservación”. Ese mismo día se celebró de forma simultánea la Fiesta en Cartagena, en el Almarjal, con la asistencia de millares de niños de las escuelas públicas y particulares con sus profesores (*El Liberal de Murcia*, 24-02-1908: 1). Tras la fiesta, el maestro Enrique Martínez Muñoz¹⁰⁴ escribía un artículo titulado *El árbol interno*, especialmente dirigido a los maestros, a los que llamaba cultivadores de almas. Decía “Sois vosotros los que podéis hacer fecundante la fiesta del árbol. Sin vuestra acción educadora, ella sería algo que pasa, y debe ser mucho que quede, que quede en las almas con impulsos regeneradores. Bien sabéis que la educación está en todas partes y que es la vida entera hecha energía, emoción, sentimiento, idea” – “Un tierno árbol que se deja en la tierra, y crece y se viste de hojas, es una bella lección que no termina nunca; porque ese pequeño tronco es un ser vivo, relacionado con la naturaleza y con el hombre (*El Liberal de Murcia*, 23-02-1908: 1).

¹⁰⁴ Enrique Martínez Muñoz (1866-1932) ejerció el magisterio inicialmente en Murcia y en 1899 se trasladó a Cartagena para regentar la Escuela Nacional del barrio de San Antonio Abad. Trasladado después a una escuela del casco urbano, dirigió junto con Martí Alpera y luego con Pedro Martínez, las Escuelas Graduadas de Cartagena.

En años posteriores se celebró la Fiesta del Árbol en el Polígono El Tiro Nacional de Murcia, en las inmediaciones de Espinardo (figura 5). Procedentes de los viveros del Estado y a cargo de la tercera división hidrológico-forestal se plantaron 400 pinos carrascos, 50 cipreses de fruto grueso, 10 pinos canarios y 50 acacias de la especie *A. leptophylla*, resistentes a la sequía. A la fiesta acudieron los niños de las escuelas públicas y privadas de Espinardo y Molina con sus profesores Fernando Millán Maestre, Francisco Galví y Fulgencio Martínez. Se dieron explicaciones por los ingenieros presentes, entre los que se encontraba Codorniu, sirviendo la experiencia de escuela práctica de selvicultura según se podía ver en la *Crónica* de la Fiesta del Árbol de 1907 editada por la Sociedad de Amigos del Árbol.

Para Codorniu, los ingenieros forestales estaban obligados a hacer una propaganda hacia la regeneración forestal. Proponía una campaña activa en prensa, en las sociedades económicas de amigos del país, cámaras y sindicatos agrícolas, federaciones agrarias, sociedades de fomento y de excursionistas. Pero lo interesante de esta campaña es que hacía especial mención a las escuelas. Se editó un cartel conteniendo las reivindicaciones de los forestales con ilustraciones que reflejaran la problemática y máximas forestales relacionadas con la utilidad de los árboles, su respeto y defensa, con objeto de publicarlas y de grabarlas en rocas convenientemente situadas en los montes.

Otro aspecto de la actividad de concienciación y divulgación de Codorniu fue el de sus conferencias. Para aclarar los conceptos vertidos utilizaba dibujos esquemáticos en la pizarra, láminas de la flora forestal, estudios anatómicos y discos de troncos de madera (Codorniu, 1908). En sus reflexiones posteriores consideró la conveniencia de dar las conferencias de propaganda forestal con proyecciones, y que se pudieran enviar esas diapositivas a cualquier punto de España acompañadas de cuartillas con la explicación de cada una (Codorniu, 1909b). El 28 de enero de 1908 impartió otra titulada *Árboles y Montes* en el Círculo Católico de Obreros de Murcia. Habló de la anatomía del árbol explicando que una planta es un conjunto de celdillas contenidas en una envoltura general, él decía: “Figuraos una gran cantidad de pelotas de goma encerradas en un saco resistente” (Codorniu, 1908: 4). También explicaba la función de

las hojas de la siguiente manera: “son algo así como cocinas de las plantas, el lugar donde se preparan sus alimentos, donde transforman en sustancias orgánicas, las sales inorgánicas que proporcionó el suelo, combinándolas con el carbono que absorben del aire” (Codorniu, 1908: 8). A lo largo de la conferencia hablaba de los requerimientos de agua y luz, del desarrollo y crecimiento del árbol. La cercanía del lenguaje de Codorniu en estas conferencias facilitaba la comprensión y la importancia de la reforestación asociada a la idea de progreso.

En la noche del 16 de abril de 1909 leyó una conferencia en la iglesia de San Bartolomé de Murcia, titulada *Alianza de España con el Árbol* con 19 proyecciones comentadas¹⁰⁵. Las vistas se correspondían con un palmeral en Biskra, un nogal, unos olivos, una higuera colosal, unos almendros en Alquerías (Sierra Espuña), un algarrobo, el suelo del monte, un monte de quejigo, el pinar de Valsaín, la encina de Abraham (cerca de Hebrón), unos eucaliptos en Australia, los viveros de la Huerta de Espuña, la selva virgen de África, una sequoia de California, el cedro del Líbano del Jardín de las Plantas de París, las autoridades dirigiéndose a celebrar el día del árbol en Murcia el año de 1908, las escuelas municipales en la Fiesta del Árbol y un torrente corregido y repoblado (Codorniu, 1909a). En el mismo año presenta *Los montes, su aprovechamiento, sus productos* apoyada por 27 diapositivas donde presentó el trabajo *Pensamientos forestales* (Codorniu, 1909c). Y en 1910 una conferencia de trabajos hidrológico-forestales con 19 proyecciones de Sierra Espuña y 20 de Guardamar (Codorniu, 1910).

En sus conferencias hacía un verdadero alegato ecologista ya que destacaba el papel de nuestro patrimonio natural y la necesidad de su conservación. En la ciudad de Murcia hablaba del ficus de la plaza de Santo Domingo, la araucaria del Jardín de Floridablanca y los jóvenes árboles del Parque Ruíz Hidalgo. Apuntaba en sus diapositivas lo siguiente: “No toleremos que el bárbaro podador los dañe o destruya, no consintamos que se tapen por feos barracones las más bellas vistas de nuestros paseos, que si la pérdida de una escultura es grave para un pueblo, puede disculparse por su pobreza; pero el destrozo de los árboles bellos, el ocultar con antiestéticas

¹⁰⁵ Codorniu dice que las diapositivas se proyectaron con suma limpieza y claridad, a pesar de que su superficie era ampliada 7900 veces.

construcciones, afeadas don colores chillones, los encantos del paisaje, no tiene disculpa en la falta de recursos, y es padrón de ignominia para el pueblo que lo autoriza.” (Codorniu, 1914: 15).

A nivel botánico su obra divulgativa más científica y educativa es la *Guía del Parque Ruíz Hidalgo de Murcia*. Se compone de varios capítulos: uno inicial con aspectos históricos, el segundo que relata las características del suelo y del clima, el tercero y el cuarto de las partes del jardín. Para finalizar, hace una relación de las plantas cultivadas clasificadas por familias. En los paseos-conferencias que dio Codorniu en este parque en 1914 comentaba que “la inmensa mayoría de los que allí acuden miran y no ven los árboles y las plantas más que como un conjunto ; lo mismo les impresiona una palmera que un cocotero, y mientras no haya quien les diga que aquello es un cocotero, siguen viendo en él una palmera vulgar”. Advierte el autor que “como esto es una guía y no un catálogo, me permito intercalar algunas consideraciones botánicas y forestales, para dar al trabajo cierto interés práctico” (Codorniu, 1915: 5-6). Le llamaba guía y no descripción del parque, ya que, no estaba escrito para que se leyera en casa, sino para que acompañara al paseante, indicando lo que eran cada espécimen y algunas de sus particularidades a lo largo de sus parterres y zonas (figura 6).

Cerramos el capítulo mencionando los trabajos divulgativos que fueron publicados en el diario *España*, órgano del campamento provincial de los exploradores durante la semana escultista en 1917, editado en el campamento de Sierra España. Ante las dificultades de esta publicación se decía: “no hemos reparado en llevar a cabo nuestro modesto trabajo, ya que con ello y contando como contamos, con colaboradores que sienten grandísimas simpatías por los exploradores, creemos aportar un granito de arena a la gran obra de regeneración nacional”, entre los colaboradores Codorniu tuvo un papel muy destacado. Colaboró con varios artículos sobre la vegetación y la repoblación de la Sierra, por ejemplo, habla del papel importante de los viveros forestales que proporcionaban plantas para el servicio forestal y a los particulares que las solicitaban (*España*, 13-7-1917: 4).

En su artículo *Memoria de un Viejo* relataba las dificultades del reconocimiento del terreno y el estudio de la flora previa a la repoblación, y también da palabras de apoyo a los jóvenes: “Al cruzar la sierra de Espuña, como el suelo esta nevado, recordaba y repetía aquellos versos de Goethe, que traducidos al castellano por mi maestro de Botánica el sabio Mario Laguna en gran manera se acomodan al espíritu de los exploradores, y dice así: Contra la nieve, el viento y el huracán que truena, adelante, al límite, sin descanso ni tregua” (*Espuña*, 08-07-1917: 1). En uno de los artículos relata y enumera la vegetación leñosa de Espuña y lo dedica a Vicente Alonso y Salgado, obispo y excelente botánico, muy implicado en el movimiento de los exploradores en Murcia.

Para finalizar consideramos relevante destacar las relaciones existentes entre la comunidad intelectual de Murcia y cómo -tras la muerte de Ricardo Codorniu- a iniciativa del diario *El Tiempo* el Rector de la Universidad de Murcia, José Loustau, convocó a diferentes miembros y entidades para organizar una Junta que rindiera homenaje a Codorniu. En la reseña de la prensa periódica se decía que: “el recuerdo de don Ricardo Codorniu se conserva en Murcia con gran cariño y todos acudirán con entusiasmo a colaborar en esta empresa para enaltecer la memoria de quien en su profesión fue apóstol y en su conducta privada no supo más que dejar una estela de afectos” (*El Liberal*, 05-10-1926: 1).

En cuanto a la educación no formal en el ámbito de la Región de Murcia, hubo un intento de escuela al aire libre en Cartagena¹⁰⁶ por parte de Félix Martí Alpera en el jardín de la Casa del Niño¹⁰⁷ (Moreno Martínez, 1999), aunque no pudo desarrollarse por su traslado a Barcelona.

¹⁰⁶ Según podemos leer en sus memorias, la idea surgió en la inauguración de la Escuela-jardín Altamira en Alicante creada por su fraternal amigo Ricardo Vilar Negre en el verano de 1912 (Martí Alpera, 2011).

¹⁰⁷ La Casa del Niño fue una institución complementaria de la escuela, con la pretensión de contribuir a la protección y la educación social e integral de los niños socialmente desfavorecidos (Moreno Martínez, 2005).

Capítulo IV

LOS MANUALES, LIBROS DE TEXTO Y DE
LECTURA: EL MATERIAL MÁS TRADICIONAL EN
LA ENSEÑANZA DE LA BOTÁNICA

4. Los manuales, libros de texto y de lectura: el material más tradicional en la enseñanza de la botánica.

Los manuales, libros de texto y de lectura suponen el material más tradicional en la enseñanza. Su estudio ha dado lugar a un campo de investigación emergente, íntimamente relacionado con la historia de las disciplinas académica en tanto en cuanto los libros de texto han jugado un papel fundamental en la configuración de las disciplinas y de sus respectivos códigos (Ossenbach, 2010). El libro de enseñanza es un “objeto-huella” que sintetiza las teorías y prácticas pedagógicas, “el manual de enseñanza puede ser percibido como un espacio de representación de la memoria en que se ha materializado la cultura de la escuela, así como de las sensibilidades sociales de los agentes que lo producen y de los contextos en que circulan” (Escolano, 2006: 219).

En relación con los contenidos relativos a la botánica distinguimos tres grandes áreas: botánica general, botánica especial y geografía botánica. Dentro de esta división veremos contenidos de corte clásico (más morfológicos y sistemáticos) y otros que incluyen los modernos avances en anatomía y fisiología, incluso las nuevas teorías de la evolución y nociones de ecología en las obras más modernas. Dentro los manuales de agricultura también se impartieron nociones de botánica relativas a la morfología y a la fisiología de la planta a cultivar.

En cuanto al estilo de las publicaciones, distinguiremos, por un lado, las obras tradicionales de contenido exclusivamente enciclopédico y marcadamente memorístico y, por otro, las que tienen una lectura más reflexiva, acompañadas por propuestas de prácticas y nuevas formas de abordar los contenidos debido a la influencia del movimiento general de renovación pedagógica. Entre los recursos didácticos utilizados se hizo habitual el uso de cuadros sinópticos presentados por medio de llaves que organizaban las ideas de manera sencilla y condensada. En lo que se refiere a las ilustraciones de los libros, los textos modernos en España seguirán el estilo editorial de otros países donde científicos de prestigio se ocupaban de confeccionar libros de texto y de lectura con ilustraciones que ayudaban a interpretar la naturaleza mediante figuras esquemáticas, reproducción de cortes

anatómicos y representaciones de los diagramas florales (figuras 7 y 8), como los del *Cours complete de Histoire naturelle* (Bonnier, 1891).

Entre los textos de botánica distinguimos diferentes géneros: los tratados, los manuales o libros de texto, los libros de lectura y las guías de campo.

- Los tratados de botánica son obras enciclopédicas que recopilan una gran cantidad de información; eran obras inspiradas en el *Lehrbuch der Botanik* de Julius von Sachs¹⁰⁸ (1868). Los primeros tratados modernos en llegar a nuestro país estaban en alemán, francés o inglés y las traducciones eran escasas (Bargalló, 1932). Entre los de mayor influencia en nuestro país destacan el *Traite de Botanique* de Van Tieghen publicado en 1890, recomendado por Bolívar y por Ricardo Rubio, y el de Strasburger¹⁰⁹ publicado en 1894 y recomendado por José Loustau.
- Los manuales se pueden dividir entre los que trataban de forma exclusiva sobre botánica, como el *Manual* de Lázaro e Ibiza, y los más habituales sobre elementos, compendios o cursos de historia natural con un apartado dedicado a la botánica siguiendo el esquema linneano de ver la naturaleza en tres partes: la mineral, la botánica y la zoología. Ya a principios de siglo XX empezaron a surgir modernos manuales que tratan los contenidos de botánica de forma transversal, dentro del marco general de la biología, siguiendo el camino trazado por Bolívar en 1890.
- Los libros de lectura ocupaban un lugar privilegiado en la historia de la escuela ya que la lectura fue la principal vía que se ofreció para adquirir los primeros conocimientos científicos de naturaleza (Bernal, López y Moreno, 2005).
- Las guías de naturaleza aparecieron con la necesidad de interpretar la naturaleza de forma sencilla y visual, con claves dicotómicas e ilustraciones para estudiar la flora de los distintos países. Destacan las claves de determinación de la *Nouvelle flore pour la détermination facile des plantes* (Bonnier y De Layens, 1917),

¹⁰⁸ Ferdinand Gustav Julius von Sachs (1832-1897) fue un botánico, y catedrático de botánica de la Universidad de Wurzburg. Su figura va unida al desarrollo de la fisiología vegetal de finales de la segunda mitad del siglo XIX.

¹⁰⁹ Eduard Adolf Strasburger (1844-1912), profesor de Botánica en la Universidad de Bonn, es considerado el padre de la citología. La primera edición española de 1923 se dedica a la memoria del director del Jardín Botánico de Madrid Eduardo Reyes Prosper, amigo de Strasburger.

siendo referencia de imprescindible mención acerca de la didáctica¹¹⁰ y divulgación de la botánica.

Como objetos depositarios de la memoria y como fuentes para la investigación histórica hemos inventariado los libros relacionados con la botánica en los centros históricos de la Región. En concreto, los de la Escuela Normal de Murcia a través del Registro del Menaje que comenzó a hacerse en 1852, los libros depositados en la biblioteca y la sala José Echegaray del MUSAX, y los de la biblioteca personal de José Loustau anexa, al Museo que lleva su nombre.

En la formación de los futuros maestros de la Escuela Normal de Murcia se concedió especial importancia a la agricultura. En el *Registro* del Menaje de dicha institución se mencionan dos ejemplares de la tercera edición del *Manual de Agricultura* de Alejandro Oliván (1850), y un *Diccionario de Agricultura* de Collantes (1855). Entre los libros dedicados a la historia natural con apartados relativos a botánica general tenemos constancia de un ejemplar de los *Elementos de Historia Natural* y del *Programa de nociones de Historia Natural* de Ramos y Lafuente (1862), y de un ejemplar de las *Nociones generales de Historia Natural* de Gascón Soriano (1855). La escuela aneja a la Normal de Murcia dispuso de una buena oferta de libros de lectura para los escolares (López, *et al.*, 2012).

El inventario que hemos realizado de las obras de botánica de la biblioteca del Instituto Provincial de Murcia (tabla 1 en el anexo II) refleja que se puso mucha atención en la colección de obras de taxonomía y sistemática como las colecciones completas de Pyramo de Candolle, la flora europea de Michaeli Gandoger, la flora de la península de Colmeiro (1885) o los trabajos de Boissier (1845) y Willkomm (1852) centrados en la flora de España. Por otra parte, la biblioteca cuenta con una buena representación de manuales que tratan la botánica en la segunda enseñanza como el *Manual de Historia Natural* de Galdo (1883), el *Curso de Historia Natural* de Sandalio Pereda (1864), la *Historia Natural popular* de Celso Arévalo (1935) o el *Curso de Historia Natural* de Salustio Alvarado (1934). Otra sección que podríamos destacar es

¹¹⁰ Bonnier usaba una terminología sencilla y siempre desde la experiencia, para enseñar los elementos de las ciencias naturales. Fiel a la tradición de su maestro Pasteur, le gustaba repetir constantemente a los estudiantes esta frase: “una experiencia bien hecha vale más que mil observaciones” (Davy de Virville, 1923).

la de las obras enciclopédicas de botánica con gran presencia de textos franceses como *La Botanique* de Lanessan (1883) y el *Traité de Botanique* de Van Thiegen (1884), entre otros.

Además de las obras estrictas de botánica, mencionamos también las dedicadas a la agricultura, que son en su mayoría manuales de tipo técnico y agronómico, pero que tienen una parte dedicada a la morfología y a la fisiología de las plantas cultivadas: *El azafrán* (1899), *El naranjo* (1900), *Cultivo de la caña de azúcar y demás plantas sacarinas* (1878), *La vid y su cultivo intensivo* (1899) y *Le greffage pratique de la vigne* (1897). Otros manuales hacen referencia a la jardinería como el *Manual de jardinería* de Larbalatrier y la *Flore des jardins et des grandes cultures* de Seringe (1849). Por último, hay otras obras de agricultura con carácter de libro de texto; como el *Compendio de Agricultura* de Tomás Museros (1880)¹¹¹.

La biblioteca del Museo Loustau está formada por libros modernos de biología, entre ellos muchos de botánica de carácter enciclopédico destinados a la educación universitaria y superior. La mayoría son franceses, entre los que destacamos obras de como la del biólogo y botánico Van Tieghem, y sus *Éléments de Botanique*, guías de campo metodológicas de la *Encyclopédie pratique du naturaliste* y libros de la *Bibliothèque de Botanique appliquée*, además de otras obras de agricultura y de claves determinativas de hongos, musgos y líquenes de la casa Les Fils d'Émile Deyrolle que detallamos en el anexo II (tabla 2 en el anexo II).

De los textos estudiados presentamos un somero detalle de algunos por ser manuales muy representativos y utilizados a nivel nacional. También mostramos otros que, a pesar de ser de autores locales, pueden mostrarnos la evolución de la botánica y su metodología en la enseñanza en Murcia y por último, mostramos algunos manuales y libros de lectura utilizados en la escuela. En el cuadro siguiente hacemos un resumen de cada uno de los textos analizados por orden cronológico, indicando los contenidos de botánica, el género al que pertenece, el estilo pedagógico, el colectivo a quién va dirigido y la presencia de ilustraciones y de actividades prácticas para los alumnos.

¹¹¹ Premiada en concurso público por la sociedad Económica de Amigos del País de Lorca.

Capítulo IV. Los manuales, libros de texto y de lectura: el material más tradicional en la enseñanza de la botánica.

Año	Título	Autor/es	Contenido de botánica
1850	<i>Manual de Agricultura</i>	Alejandro Oliván	Nociones elementales de la vida de las plantas en relación a la agricultura.
Manual de carácter enciclopédico y memorístico para la enseñanza primaria y para los maestros de las Escuelas Normales. No tiene diagramas ni ilustraciones. No propone actividades prácticas.			
1858	<i>Manual de Historia Natural</i>	Manuel María José de Galdo	Enfoque tradicional de la botánica descriptiva con mucho peso de la sistemática vegetal y pocas nociones de fisiología.
Manual de carácter enciclopédico y memorístico para la enseñanza secundaria. Contiene cuadros sinópticos para clasificaciones sistemáticas. No tiene ilustraciones ni propone actividades prácticas.			
1886	<i>Manual de Botánica General</i>	Blas de Lázaro e Ibiza	Introducción sobre la botánica y la vida de la planta, para después estudiar en profundidad la histología, la morfología y la fisiología.
Manual de carácter enciclopédico y divulgativo para la consulta y ampliación de la cultura botánica. No incluye ilustraciones.			
1891	<i>Curso de Historia Natural</i>	Francisco Cánovas Cobeño	La historia natural con un enfoque tradicional y marcado carácter creacionista. Con un apartado de botánica general y sistemática.
Manual de carácter enciclopédico y memorístico para la enseñanza secundaria. Tiene cuadros sinópticos para las clasificaciones sistemáticas. Carece de ilustraciones y de actividades prácticas			
1895	<i>Elementos de Historia Natural</i>	Ignacio Bolívar, Santiago Calderón y Francisco Quiroga	La sección de botánica es precedida unos principios generales de biología. Se recogen los últimos avances en fisiología y anatomía.
Manual que combina carácter enciclopédico y divulgativo con temas actualizados científicamente para la enseñanza secundaria y superior. Incluye ilustraciones esquemáticas, cortes anatómicos y diagramas. Propone actividades prácticas excursiones, herbarios, micrografía y experimentos.			
1907	<i>Páginas sobre Ciencias Físicas y Naturales</i>	Juan Benejam	Una botánica elemental para conocer la vida, clasificación y distribución de las plantas.
Manual con lecciones breves que combinan carácter enciclopédico y divulgativo, dirigidas a la enseñanza primaria. Las lecciones están ilustradas y al término de la misma se ofrece un resumen. No propone actividades prácticas.			
1919	<i>Compendio de Historia Natural</i>	Manuel Cazorro, Antonio Martínez y Eduardo Hernández	Nociones de biología preceden a las de botánica que presenta la estructura de los vegetales de forma gradual. Aúna sistemática con morfología y fisiología.
Manual que combina carácter enciclopédico y divulgativo con temas actualizados científicamente para la enseñanza secundaria. Incluye fotografías e ilustraciones, cortes anatómicos y diagramas. Propone alguna actividad práctica.			
1925	<i>Principios de Biología General y Genética</i>	José Loustau	Trata la botánica dentro de la biología general. Especializado en anatomía e histología y su relación con la fisiología.
Manual que combina carácter enciclopédico y divulgativo con temas actualizados científicamente para la enseñanza superior. Contiene diagramas e ilustraciones de sus propias investigaciones con cortes anatómicos e ilustraciones esquemáticas. No propone actividades prácticas			
1926	<i>Las ciencias en la escuela</i>	Aurelio Rodríguez Charentón	Breves lecciones basadas en la observación intuitiva sobre fenómenos naturales cotidianos incluidos varios de botánica.
Manual de enseñanza activa de carácter reflexivo destinado a la enseñanza primaria. Tiene sugerentes ilustraciones y propuestas de actividades prácticas que incita a investigar al alumno por sí mismo			
1933	<i>El libro de la vida</i>	Enrique Rioja	Las plantas en relación con el resto de los seres vivos. Es una introducción a la ecología.
Es un libro de lectura divulgativo destinado a la enseñanza primaria. Utilizaba casos con ejemplos e ilustraciones, fáciles de observar, para identificar y analizar los fenómenos vitales.			

4.1. El *Manual de Agricultura de Alejandro Oliván.*

Esta obra fue premiada en concurso general y designada en 1848 para ser texto obligatorio en todas las escuelas públicas españolas, siendo el primer texto oficial en contener nociones sobre botánica. La obra dedica su primer capítulo a la vida de las plantas con los siguientes contenidos:

- Duración de las plantas. Diferenciación entre plantas anuales, bianuales, vivaces¹¹² y las perennes, como las arbóreas o leñosas
- Reproducción de las plantas. Separándolas en ovíparas por semilla, y vivíparas por medio de estaca, raíces, de barbados, de esqueje y de acodo.
- Composición de la materia de las que están formadas las plantas. Señalaba el carbón, los minerales, y lo que llama elementos como el agua y el aire.
- Organización de tejidos y vasos de las plantas.
- De la respiración. Contiene comentarios inexactos que la ubica exclusivamente en las hojas, y llega a decir: “se realiza en favor del aire y la luz, y produce la descomposición de la savia, y del gas ácido carbónico que al aire acompaña” (Oliván, 1950: 8). Al igual que los antiguos botánicos el autor creía que los vegetales no respiraban como los animales, sino que, por el contrario, todos sus cambios gaseosos con el medio exterior se reducían a descomponer el dióxido de carbono fijando su carbono y desprendiendo el oxígeno.
- Situaba la nutrición en las hojas y en las raíces hablando de la absorción de agua y minerales. Dedicaba unos párrafos a hablar de la savia y su función. En cuanto a la fotosíntesis la mencionaba como alimentación por medio de las hojas, admitida en virtud de experimentos satisfactorios “a excepción de las sustancias minerales, pueden las plantas recibir, y reciben, de la atmósfera las demás que necesitan” (Oliván, 1950: 9).

Dedicaba buena parte del curso a poner ejemplos de especies interesantes para el cultivo separándolas en secciones.

¹¹² Plantas que se secan por sus tallos en invierno, pero que conservan intactas las raíces para retoñar algunos años seguidos a la primavera, como la alfalfa.

- Una primera parte está dedicada a las plantas de labranza como las gramíneas (el trigo, el arroz, la cebada, el centeno, la avena, el maíz y el mijo), la caña de azúcar, las legumbres, plantas de raíz alimenticia como los tubérculos (la patata, la batata, la pataca y la remolacha), y las fusiformes (el nabo, la zanahoria y la chirivía), las praderas naturales y mixtas (la cañuela rastrera, la poa, el fleo pratense, la grama de olor, el alopecuro, la alfalfa lupulina, el loto corniculado, y los tréboles), el olivo y las plantas oleaginosas, la vid, las plantas textiles (el lino, el cáñamo y el algodón) y las plantas tintóreas (el añil, el azafrán o el azucaque).
- La horticultura con plantas vivaces (el espárrago y la alcachofa), las bianuales (el apio, el puerro, y el cardo), y otras anuales.
- Árboles frutales, como la platanera, el chirimoyo, las palmeras, el naranjo, el limonero, el almendro, la morera, albaricoquero, castaño, avellano, nogal, melocotonero, cerezo, el manzano, el serbal y el peral.

4.2. El *Manual de Historia Natural* de Galdo.

El *Manual* de Manuel María José de Galdo¹¹³ fue escrito para uso de los alumnos de segunda enseñanza, siendo declarado como libro de texto por el Real Consejo de Instrucción Pública. Apareció en 1848, siendo utilizado por los alumnos de los centros madrileños¹¹⁴ y por los de otros centros de enseñanza media como el Instituto Provincial de Murcia durante la segunda mitad del siglo XIX. Se hicieron un total de diez ediciones desde 1849 a 1888.

El autor procuraba dar a conocer con brevedad la riqueza natural. Sostenía que el nombre apropiado para esta disciplina debía ser el de historia de la naturaleza, la rama de los conocimientos humanos que teniendo como base la observación y el

¹¹³ Manuel María José de Galdo López de Neira (1825-1895) fue doctor en Ciencias, licenciado en Leyes y en Medicina y Cirugía. Ejerció como catedrático de Historia Natural en los dos institutos madrileños de la época: el de San Isidro y el del Noviciado (más tarde conocido como el del Cardenal Cisneros), centro, este último, del que fue director desde 1881 hasta su muerte. En ambos institutos creó sendos Gabinetes de Historia Natural.

¹¹⁴ El *Manual de historia natural* de Galdo fue seguido por muchos catedráticos de instituto, especialmente los del distrito central (Gomis, 2012).

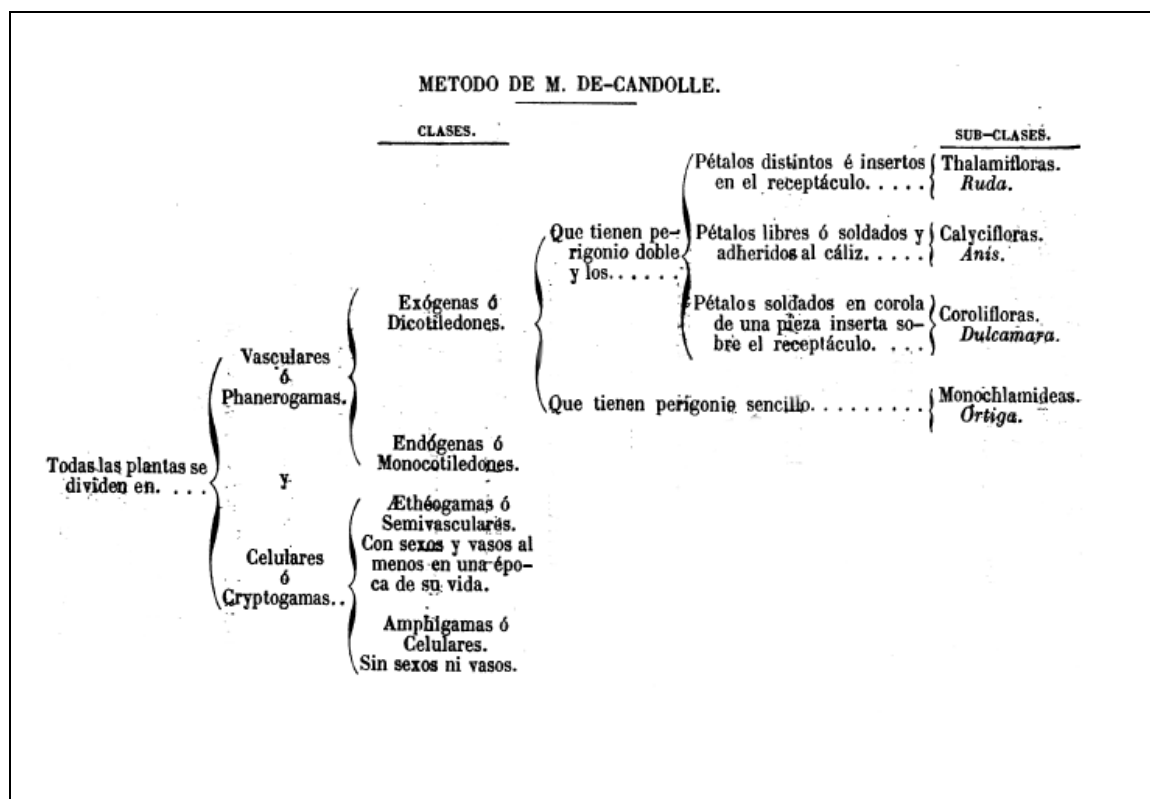
experimento, estudia, reconoce, denomina, clasifica y describe todos los seres del universo. En su quinta edición (1858) el libro aparece dividido en tres bloques: zoología, botánica y geología. Los temas de botánica abarcan desde la lección 73 a la 102. En el primer tema define la botánica como “la ciencia de los vegetales, o mejor, la parte de la historia natural que se ocupa de reconocer, denominar, clasificar y describir los vegetales” (Galdo, 1858: 339). En cuanto a sus distintas partes, las divide en organografía, fisiología, taxonomía y nociones muy escasas de geografía botánica.

La inserción de esquemas entre el texto facilitaba la comprensión de los temas propuestos: un esquema de los objetivos de la botánica, los tipos de frutos según Linneo y Richard, el sistema de clasificación sexual de Linneo, la clasificación botánica de Cavanilles, el método botánico de Jussieu, y el moderno de M. De Candolle. A la hora de poner ejemplos Galdo utilizaba nombres de especies conocidas o peculiares de España haciendo más comprensible y familiar las lecciones. El libro carece de ejercicios prácticos o cualquier propuesta de tipo metodológico. Los temas propuestos eran los siguientes:

- Definición de botánica y disciplinas en las que se divide.
- Órganos de la nutrición. En este apartado el autor confunde la respiración con el proceso de la fotosíntesis “el aire penetra por el dorso o envés de las hojas y mediante sus poros, a la vez que la savia llega a estos puntos ... por la influencia de la luz solar el aire se descompone, y a la vez que éste es absorbido el ácido carbónico, que la savia lleva en disolución, el vegetal se apropia del carbono y espira gran parte del oxígeno” (Galdo, 1958).
- División y nomenclatura de las hojas atendiendo a la nerviación y complejidad de la composición, en el caso de las hojas sencillas atendiendo a su inserción, posición, dirección y figura.
- División y nomenclatura de las hojas sencillas respecto a su consistencia, modificaciones de la base, vértice y margen, expansión, superficie y vellosidad. Diversos grados de composición en las no sencillas, y duración.

- Órganos accesorios de nutrición, conceptos como ampollas, garfios, espinas, pelos, estípulas, etc.
- La florescencia o floración, reloj y calendario floral de Linneo, preflorescencia y las inflorescencias con su nomenclatura y la diversidad de tipos: espiga, tirso o toba, verticilo, cabezuela, cephalanto o calathide (compuestas), espádice o tamara, y amento o trama.
- El conjunto de cubiertas o tegumentos que envuelven a la flor, llamado periantio por M. Mirbel y perigonio por De-Candolle. División en sencillo, doble, monosépalo, polisépalo, regular e irregular. El cáliz, caracteres deducidos de su división, número de sus partes, adherencia y duración.
- Corola, su división en mono y polipétala y de ambas en regular e irregular. Partes de las mono y polipétalas. Sus formas, nomenclatura y corola de las sinantéreas.
- Estambres, sus partes y características según las distintas especies. Se estudia también el polen.
- El pistilo, y sus partes: estigma, estilo y ovario. Consideraciones de su morfología en concreto sobre el ovario y sus tipos ínfero, súpero, sentado, estipitado, unilocular, etc. Las diferentes formas de inserción, forma, número, longitud, dirección y duración del estilo
- El fruto, sus partes y la dehiscencia de los frutos. Clasificación de los pericarpios de Linneo y la de frutos según Richard.
- Órganos accesorios de la reproducción: brácteas, involucre, espata, gluma, disco, gonoforo, cúpula, podogino, nectario, alas, corona, vilano y cola.
- Breve idea de las funciones de nutrición, con la absorción, el curso de la savia, la respiración y del crecimiento de los tallos.
- Rápida ojeada sobre la reproducción en vegetales y la germinación.
- Taxonomía botánica y su estado en la época de publicación del libro. Ventajas del método dicótomo aplicado a la botánica en principio por Lamarck y De-Candolle.

La explicación del método es bastante complicada pero la resuelve con un pequeño esquema de clave dicotómica.



Cuadro sinóptico sobre el método de clasificación de Pyramo De-Candolle (Galdo, 1858).

Incorpora algunas clasificaciones que advierte que no son para su estudio en las cátedras en la segunda enseñanza sino para su uso en las clases preparatorias de la Facultad de Ciencias. La sistemática vegetal expuesta se basa en el sistema sexual de Linneo modificado según el botánico español Cavanilles, y se incluyen referencias a los métodos propuestos por el naturalista francés Jussieu y el suizo Pyramo De-Candolle, llamado el Linneo de los tiempos modernos, ya que reformó sistemas anteriores teniendo en cuenta los adelantos de la organografía y la fisiología. El libro sigue la serie lineal de algunas familias de plantas de las 221 propuestas por De-Candolle:

- Nociones sobre las talamifloras: ranunculáceas, ninféáceas, papaveráceas, crucíferas, violáceas, cariofiláceas, malváceas, geraniáceas, leguminosas, rosáceas, umbelíferas, compuestas, campanuláceas, boragináceas, solanáceas y labiadas.
- Plantas monoclamidias: amarantáceas, chenopodiáceas, euforbiáceas, amentáceas y coníferas.

- Plantas monocotiledóneas o endógenas, explicando las familias de las orquídeas, liliáceas y palmeras. Breve reseña de las propiedades y características de las ciperáceas, gramíneas, equisetáceas y helechos. Nociones sobre la familia de los musgos, líquenes, hongos y algas.

Por último, habla del necesario estudio de la geografía botánica de forma muy resumida (por la índole elemental del texto). Afirma que a excepción de algunas plantas que se avienen con todos los climas y países, las demás están sujetas en su distribución a causas demasiado conocidas e influyentes. Habla de variables ecológicas como la altura, la temperatura, la luz, la humedad, los vientos y la composición del suelo. En la edición de 1878 afirma que “no se crea por esto, que dejamos de reconocer la existencia de otras causas, aunque permanezcan ocultas bajo un velo impenetrable”. Además, concluye esta afirmación diciendo que “la combinación variada de estas causas y circunstancias produce resultados más o menos sorprendentes, pero todos ellos pruebas inequívocas de la sabiduría del Supremo Hacedor” (Galdo, 1878: 315).

Esta visión creacionista será corregida en ediciones posteriores, en concreto en su nuevo libro *Elementos de Historia Natural* (1895), en el que habla ya con un enfoque darwinista. En el texto se menciona la variabilidad de la flora y fauna así como los límites del área de dispersión en base a diferentes causas, especificando en primer lugar el clima y los accidentes geogénicos, y en segundo lugar la facultad de adaptación, la lucha por la existencia y la selección natural. Parece ser que la influencia de la nueva forma de entender la biología y en especial del libro *Elementos de Historia Natural* de Bolívar, Calderón y Quiroga se extendió incluso al conservador Galdo, que cambió el título y el enfoque de su *Historia Natural* (Jiménez Artacho, 2000).

Hasta la edición de 1865 no aparecieron grabados intercalados. Estas ilustraciones pudieron servir de guía y complemento al libro, con un total de 132 figuras de botánica que representaban diferentes estructuras morfológicas como vasos, raíces, tallos especiales (rizoma, bulbo, tubérculo), cortes transversales de tallos, vasos, ramificaciones, cortes longitudinales de yemas, tipos de hojas, inflorescencias, flores de distintas familias con cortes longitudinales para ver las estructuras internas, detalle de

los granos de polen y del ovario, tipos de semilla, tipos de helecho y detalle de sus frondes y estructuras reproductoras de musgos, líquenes, hongos y algas.

En opinión de Alberto Gomis, en su análisis de las diez ediciones del texto de Galdo, los fundamentales avances en las ciencias naturales que tuvieron lugar entre la primera edición 1849 y la última en 1888 no quedaron recogidos en ninguna de las ediciones del libro, como la teoría celular y la teoría de la evolución de las especies (Gomis, 2012). El texto, que había nacido con la idea de que los alumnos tuvieran una obra verdaderamente elemental y arreglada al estado actual de la ciencia, se convirtió, en opinión de Gomis (2012: 169), “en un texto denso y, sobre todo, bastante desfasado con respecto a los avances científicos”. En 1894 se imprimió el libro *Elementos de Historia Natural*, el curso primero, en el que Galdo citaba por primera vez a Darwin, y no incluía la concordancia entre la religión y la ciencia en sus contenidos como en ediciones anteriores del *Manual de Historia Natural*. Un año más tarde, publicó una segunda parte donde citaba explícitamente a Darwin y extendía su doctrina evolucionista por todas las páginas (Hernández Laille, 2009).

4.3. El *Manual de Botánica General* de Lázaro e Ibiza: abriendo camino a la divulgación de la botánica.

Blas de Lázaro e Ibiza pretendía con este libro extender el conocimiento de las plantas entre los que no poseían una preparación científica previa: “Aunque no es corto el número de las obras publicadas en nuestro país y que tratan de esta ciencia en su grado elemental, ninguna de ellas tiene por principal objeto extender su conocimiento a los que no poseen una previa preparación científica, y este es el fin que hoy nos proponemos con la publicación del presente libro” (Lázaro e Ibiza, 1886: 5). Esta obra fue recomendada en los cursos de botánica del Museo Pedagógico como representativa de los libros de botánica realizados por autores españoles para ser consultados por el maestro para ampliar su cultura científica y acción pedagógica (Rubio, 1892a).

Al principio encontramos una introducción sobre los caracteres y la vida de la planta en general, para después estudiar estos organismos desde el punto de vista

morfológico, histológico y fisiológico. con todos los detalles necesarios para conocer el vegetal en los diversos aspectos vitales. El autor utilizaba muchos ejemplos de plantas para aclarar las indicaciones como en el caso de la explicación del peciolo: “La longitud del peciolo respecto al limbo puede guardar proporciones muy diversas, faltando por completo en algunas especies en cuyo caso las hojas se llaman sentadas (adormideras, caléndula), siendo en otra muy corto (avellano, olmo), en otras próximamente igual al nervio medio (chopo); otras más largo que este como (*Ranunculus lingua*, *Strelitzia ovata*); o abortando en otras totalmente el limbo (*Strelitzia juncea*, *Eringium bromeliaefolium*)” (Lázaro e Ibiza, 1886: 97).

La obra está dividida en tres grandes áreas histología, morfología y fisiología.

- Constitución de las células, elementos histológicos, protoplasma, núcleo, transformaciones del protoplasma, formas de las células, cubierta celular.
- La vida celular, nutrición de la célula, procedimientos de multiplicación.
- Productos celulares, jugo celular, clorofila, otras materias colorantes, cristaloides, aleurona, alcaloides, almidón, inulina, azúcares, taninos, materias grasas, ceras vegetales, esencias, resinas, gomas y mucílagos, ácidos orgánicos y materias minerales.
- Tejidos vegetales, idea y clasificación, meristemo primitivo, tejidos tegumentarios y fibroso vascular.
- Generalidades, variedades de formas, teoría de la metamorfosis.
- Morfología de las raíces, características, formas, clasificación estructura primaria y secundaria.
- Morfología de los tallos, estructura, filotaxia, yemas, ramificaciones, inflorescencias.
- Morfología de las hojas, características y estructuras, peciolo, limbo, hojas compuestas, transformaciones de las hojas, formas especiales.

- Germinación de las plantas, diseminación de los gérmenes, composición de las semillas y esporas, condiciones que influyen en la germinación, fenómenos físicos y químicos.
- La nutrición de los vegetales, digestión, absorción, ascensión de la savia, la función clorofílica, la síntesis química de los vegetales, la circulación de las sustancias nutritivas, los materiales de reserva, vegetales parásitos y humícolas.
- La desasimilación de los vegetales, respiración, fuerzas producidas por los vegetales y secreción.
- Movimientos de los vegetales en concreto del protoplasma, de traslación, lentos, espontáneos y provocados.
- Reproducción de los vegetales, sexual y asexual, alternancia de las generaciones, sexualidad de los individuos, condiciones que favorecen la fecundación, polinización por medio de los insectos y la fecundación, autofecundación y fecundación cruzada, fenómenos que siguen a la fecundación, y maduración de los frutos.

El autor no utilizaba esquemas ni dibujos pero usaba un lenguaje divulgativo. Prueba de ello es la explicación del funcionamiento de un organismo vegetal comparándolo con el de una sociedad numerosa de diferentes individuos, de cuyo trabajo y de cuya suma de actividades resulta la actividad social: “de igual modo que para la vida de la ciudad es necesario que unos hombres se ocupen de llevar a ella los materiales necesarios para su consumo; otros los elaboren, si el producto lo requiere; otros los expendan; otros fabriquen nuevos productos y los exporten para comercializarlos, y otros se encarguen de alejar del centro social todos aquellos materiales que ya no pueden ser útiles en él, para la de un organismo vegetal unos elementos anatómicos toman del aire y de la tierra las primeras materias para su alimentación; otros se encargan de transformarlas en almidón, azúcar, grasas, etc.; otros sirven para guardar almacenado el exceso de sustancias nutritivas; encargándose otros de la eliminación de los materiales que ya no pueden ser útiles para la vida de la planta” (Lázaro e Ibiza, 1886: 17-18).

4.4. Curso de Historia Natural de Cánovas Cobeño.

La obra de Francisco Cánovas Cobeño siguió un esquema muy parecido al libro de Galdo, presentando un estilo enciclopédico y memorístico. Era un texto de bachillerato del que se hicieron varias ediciones y que fue premiado con la medalla de bronce de la Exposición Universal de Barcelona de 1888 (López Azorín, 2012).

El libro se compone de 85 lecciones y cinco partes: mineralogía, fitología o botánica, zoología, genética y geología. La parte de la botánica va desde la lección 21 a la 38 y trata diversos temas: las diferencias entre animal y vegetal; elementos químicos y orgánicos de la plantas: tejidos celular y vascular; órganos similares y órganos compuestos; división morfológica y fisiológica del vegetal; raíz y tallo, hojas accesorios y yemas; órganos reproductores, cubiertas florales, cáliz y corola; órganos sexuales de la flor, estambre, pistilo, nectario; diagrama de la flor e inflorescencia; frutos y sus divisiones, semillas; fisiología absorción, subida de la savia, respiración; función clorofílica, descenso de la savia y asimilación; función de reproducción; maduración, diseminación y germinación; geografía vegetal o geografía botánica, la distribución de las plantas sobre el globo terráqueo, y las leyes que rigen esta distribución; taxonomía y nomenclatura.

Parte en los temas desarrollados de lo más simple a lo complejo. Da preferencia a las clasificaciones que están al alcance de los conocimientos que se exigen al alumno de segunda enseñanza, poniendo las familias más importantes y frecuentes sin enumerar los géneros y especies de cada una detalladamente para no abrumar al alumno. Cánovas Cobeño seguía el criterio taxonómico de De-Candolle por considerar su clasificación más metódica y más al alcance de los alumnos de segunda enseñanza por “estar en ella incluidos, con su orden relativo, los cuatro grupos de plantas que en la actualidad admiten los botánicos, a saber: fanerógamas en las cinco primeras clases, criptógamas y muscíneas en la sexta y las talofitas en la séptima” (Cánovas Cobeño, 1891: 95). Para definir la especie seguía a Cuvier y De-Candolle: “la reunión de individuos con formas o tipos iguales, que pueden transmitirlos por medio de la generación”, siendo el género “la reunión de especies que tienen forma, número y disposición igual en los órganos de

reproducción” (Cánovas Cobeño, 1891: 93). Según Cánovas, como se dijo, no hay ninguna clasificación exenta de defectos: “como el fin de todas es facilitar el conocimiento de los seres, damos la preferencia a las que están al alcance de los conocimientos que se exigen al alumno de segunda enseñanza siguiendo el Método Natural” (Cánovas Cobeño 1891: 3). Lo mismo en botánica que en zoología ponía las familias más importantes y frecuentes sin enumerarlas

El resto de lecciones -de la 36 a la 38- estaba dedicado a las clases de plantas. La lección 36 estudiaba la clase séptima o de las anfígamas, con la familia de los hongos, la de las algas y los líquenes; también comprendía a la clase sexta con las etiogamas muscíneas del tipo hepáticas y las criptógamas vasculares; la familia de los musgos, los helechos y las plantas monocotiledóneas (familias gramíneas, palmáceas, liliáceas, iridáceas y amarilidáceas).

La lección 37 estudiaba la clase cuarta de monoclamídeas y la tercera o coroliflora:

- Las monoclamídeas comprende todas las plantas dicotiledóneas cuyas flores o no tienen tegumento, o tienen solo uno (familias coníferas, amentáceas, urticáceas y euforbiáceas).
- Las corolifloras son plantas dicotiledóneas con dos tegumentos florales (familias labiadas, escrofulariáceas, boragináceas y solanáceas).

La lección 38 trataba sobre la clases segunda (calicifloras) y la primera (talamifloras):

- Las calicifloras son plantas dicotiledóneas con dos tegumentos florales, el interior mono o polipétalo inserto encima o alrededor del pistilo. Con las familias compuestas, rubiáceas, umbelíferas, rosáceas y leguminosas.
- Las talamifloras se incluyen todas las plantas dicotiledóneas, con dos cubiertas florales, la interior de muchas piezas insertas en el receptáculo. Con las familias ranunculáceas, papaveráceas, crucíferas, cistíneas, cariofiláceas y malváceas.

Entre las notas curiosas de este libro está la lección número 85, titulada “Concordancia de los hechos geológicos con la *Biblia*”, donde asegura que la creación se va verificando en un orden ascendente, confirmado por la observación y la experiencia. Cánovas era claramente creacionista, situando la aparición del hombre cuando fueron creados todos los animales. También hablaba de los vegetales: “en la creación de los seres orgánicos la ciencia confirma el orden como Moisés la refiere. Primeramente fueron creados los vegetales que Moisés llama *Descheh*, equivalente a germen. Con lo cual parece designar las plantas celulares, cuya simplicidad de estructura no presenta órganos especiales del fruto ni semilla; luego *Descheb* hierba, y *Hest* árbol como de organización más robusta y complicada en el reino vegetal” (Cánovas Cobeño, 1891: 202).

4.5. Una nueva forma de estudiar la naturaleza: la biología y su práctica en los *Elementos de Historia Natural de Bolívar, Calderón y Quiroga*.

Este libro fue fruto de la colaboración entre Ignacio Bolívar, y Francisco Quiroga, catedráticos en la Facultad de Ciencias de la Universidad Central y en el Museo de Ciencias Naturales, junto a Salvador Calderón, catedrático y decano de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Sevilla. Eran también profesores de la Institución.

En cuanto a la parte teórica, comienza con unas ligeras nociones sobre la composición de los seres vivos, elementos químicos, cuerpos coloides y cristaloides, principios inmediatos y elementos orgánicos. A ellas siguen la célula, su concepto y estructura con el protoplasma, núcleo y membrana y las funciones de las células: nutrición, contractilidad, reproducción. Termina tratando a la célula como elemento formador de los seres vivos, conceptos como la especie y la clasificación, taxonomía y glosología, y distribución geográfica de los seres vivos.

En el apartado de botánica general se tratan las cuestiones más elementales, estudiando la morfología, que se hace extensiva a la descripción de los órganos que se observan a primera vista en el ser (organografía), la de su organización interna

(anatomía) y la de la estructura microscópica de sus diversas partes (histología) y celulares. En concreto trata los siguientes temas:

- Elementos de histología: partes de que constan las células vegetales, membrana, protoplasma y núcleo.
- Productos celulares: clorofila, inulina, almidón o fécula, tanino, azúcares, sustancias diversas.
- Tejidos vegetales: división de los tejidos vegetales, meristemo, tejido fundamental, tejido fibroso-vascular, tejido tegumentario y aparatos vegetales.
- Forma de los vegetales y división primordial de los mismos: forma extrema, división primordial de las plantas.

La morfología se estudia a la vez que la fisiología de los órganos de nutrición o los de reproducción:

- Órganos de nutrición:
 - Raíz: definición, diversas clases de raíces, terminación de la raíz, anatomía de la raíz y crecimiento.
 - Tallo: definición, forma, desarrollo y duración del tallo, denominaciones de los tallos, modificaciones, yernas, estructura del tallo y origen de las partes del tallo.
 - Hoja: definición y partes de qué consta la hoja, clasificación y denominaciones de las hojas, filotaxia, metamorfosis de las hojas, anatomía de la hoja, prefoliación y duración.
 - Funciones de los órganos de nutrición. Absorción, circulación, transpiración y dorovaporización, respiración, función clorofílica, asimilación y desasimilación, empleo de las reservas alimenticias, digestión y secreción.
- Órganos reproductores de los vegetales:
 - Flor. Definiciones preliminares, clasificación de las flores, relaciones de las partes de la flor, definiciones preliminares, clasificación de las flores, relaciones de las partes de la flor.

- Estudio de los verticilos de la flor. Cáliz, corola, androceo, filamento, antera, polen, clasificación de los estambres, formación del polen, gineceo o pistilo, ovario, estilo, estigma, formación del óvulo, partes accesorias de la flor, representación gráfica de la flor e inflorescencias.
- Fruto, Definición y partes de que consta, pericarpio, semilla, dehiscencia de los frutos, clasificación de los frutos y órganos accesorios.
- Funciones de los órganos de reproducción. Fecundación, condiciones que la favorecen, polinización, desarrollo del embrión, maduración de los frutos, diseminación de los frutos y semillas, germinación, condiciones que la favorecen y proceso germinativo.
- Órganos reproductores de las plantas que carecen de flores. Órganos reproductores no sexuales y órganos reproductores sexuales.

En el apartado de botánica especial o fitografía, el libro trata la clasificación de los vegetales tomando en cuenta algunas consideraciones generales del sistema sexual de Linneo y las divisiones del reino vegetal, separándolas en talofitas (clase I de hongos y clase II de algas), muscíneas, criptógamas vasculares y fanerógamas divididas en gimnospermas y angiospermas (monocotiledóneas y dicotiledóneas). Además de la clasificación, se habla la distribución geográfica de las especies.

El libro destaca, en uno de sus apartados principales, una serie de indicaciones acerca de la investigación botánica, con dos partes diferenciadas de actividades prácticas: una en el campo, con la observación de los fenómenos referentes a las plantas, su recolección y herborización, y otra en el laboratorio, con la preparación de las muestras, su clasificación y estudio. A estas dos partes hay que agregar una tercera cuando el que estudia pretenda conocer la organización interna de los vegetales, entrando en el terreno de la histología.

Los autores proponían la observación de los fenómenos relativos a las plantas y la recolección de ejemplares con instrucciones sencillas para hacer un herbario tras las excursiones: “para herborizar no se necesitan muchos ni especiales instrumentos. Una azadilla destinada a arrancar o desarraigar las plantas herbáceas y una podadera o navaja

para cortar las ramas de las arbóreas o arbustivas, puede decirse que constituyen todos los medios necesarios” (Bolívar *et al.*, 1895: 211). Las recomendaciones de cómo hacer un herbario son comunes a las de los autores clásicos, haciendo especial mención a la flora criptogámica.

En cuanto al trabajo en el laboratorio, los autores proponían la preparación de las muestras, su clasificación y el estudio micrográfico con una indicación somera del material y técnicas a utilizar que podía servir igualmente para las investigaciones de botánica y zoología, ya que en esencia son procesos similares para las dos ciencias. Tales indicaciones de carácter práctico se dirigen sobre todo a aquellos lectores que viven en localidades en las que no existen laboratorios de micrografía ni medios de ponerse en relación con personas que se dediquen a este género de trabajos, adquiriendo a su lado los conocimientos necesarios para consagrarse al estudio de la organización de los vegetales. Los autores se limitaban a dar una ligera idea de los procedimientos generales para la obtención de preparaciones micrográficas, y a recomendar la consulta de obras micrográficas como el *Traité technique d'Histologie*, de Ranvier (1889), que tenía 414 grabados en el texto, y otra sobre la investigación micrográfica en botánica que se titulaba *Manipulation de Botanique; guide pour les iracaux d'Histologie Végétale et l'étude des familles végétales* de Girod (1875) con 37 láminas.

El libro también propone algunos experimentos fisiológicos sencillos a lo largo del texto. Por ejemplo, para poner en evidencia que toda la raíz no desempeña el mismo papel en la función absorbente, se proponía tomar cuatro plantas con raíces desarrolladas para disponerlas en vasos cilíndricos con agua a diferentes niveles. Para demostrar la función clorofílica se proponía estudiar la absorción del anhídrido carbónico y la exhalación del oxígeno, sumergiendo hojas frescas en el agua y recogiendo las burbujas gaseosas con una probeta invertida.

La edición incluye dibujos al estilo de las obras de Gastón Bonnier y de los tratados de botánica de Van Thiegen utilizando ilustraciones esquemáticas como, por ejemplo, estructuras celulares (cloroplastos, cristales, granos de almidón), cortes anatómicos de hojas, formas de pelos, formas de estomas, desarrollo de la germinación de una judía, cortes anatómicos de raíz y yemas, representación de la morfología de las

hojas sencillas y compuestas, diagramas florales, esquemas de inflorescencias, cortes de frutos, granos de polen, e imágenes de la polinización por insectos, órganos reproductores no sexuales y experimentos fisiológicos.

TEJIDOS DEL TALLO.		REGIONES.		
Transitorios ó de formación.		Permanentes.		
Meristema primitivo.	Capa dermatógena.....	Epidermis (1)...	Cortical ó corteza.	
	Periblema.....	Hipodermis.....		Capa suberosa..
		Capa felógena..		Felodermo.....
		Zona cortical...		Floema.....
		Procambium.....		Cambium.
	Pleroma..	Jiloma.....		Leñosa ó madera.
		Tejido fundamental medular.	Médula.....	Medular ó médula.

Cuadro sinóptico poniendo en relación diferentes elementos de histología (Bolívar *et al.*, 1895).

Además de los dibujos se incluían elaborados cuadros sinópticos, sirva de ejemplo el que utilizaban para relacionar los tejidos del tallo: entre transitorios o de formación con los permanentes, en relación a la región donde se encuentran, entre la corteza y la médula.

Bolívar apuntaba que los textos clásicos de historia natural eran áridos y anticuados, compuestos de series de cuadros sinópticos que sólo servían para exponer de forma metódica, pero escueta, caracteres diferenciales entre los seres, sin razonar las diferencias ni menos exponer las teorías que relacionaban aquellos datos. En su opinión, “no era la mejor forma de presentar la ciencia para revelar todo el interés que esta encierra. Qué de extraño es que no se despertase la afición a su estudio y que hayan sido tan pocos los que a él se hayan dedicado” (Bolívar, 1919: 5).

4.6. Páginas sobre Ciencias Físicas y Naturales de Juan Benejam.

Escrito por el maestro Juan Benejam¹¹⁵, es un manual de texto para la escuela. En el prólogo el autor argumenta “Aquí no se trata de un resumen de una obra elemental de ciencias físicas y naturales: para ello basta seguir al pie de la letra a un autor cualquiera, y con algunos conocimientos de la materia ... En nuestro pobre concepto creemos que esto no basta para escribir libros destinados a los niños. Creemos que es necesario algo más y es conocer prácticamente la primera enseñanza” (Benejam, 1907). Pese a no ser un resumen de una obra elemental de ciencias naturales, sigue el esquema de los contenidos clásicos aunque con una redacción de estilo divulgativo. El libro tiene unas pocas ilustraciones sencillas y van acompañando al texto. No tienen leyenda explicativa y la mayoría son representaciones morfológicas como tipos de hojas, partes de una flor, ejemplos de plantas y familias. También incluye algunos paisajes para ilustrar la parte de geografía botánica como la vegetación de los desiertos, las landas, la pampa americana, la zona tropical y la selva virgen. Después de cada lección se ofrecen una serie de sentencias a modo de resumen, en ningún momento encontramos propuestas de actividades prácticas en el aula, pero sí muchos ejemplos para ilustrar las lecciones.

En cuanto al contenido sigue, como hemos mencionado, la línea de los manuales de historia natural clásicos, dividiendo las lecciones en los siguientes temas:

- Diferencia entre vegetales y minerales. Divide la naturaleza en los tradicionales tres reinos mineral, vegetal y animal.
- Extensión del reino vegetal. Habla de la dispersión de las semillas y de las condiciones de vida distintas por las condiciones del suelo y las climáticas.
- Cómo viven las plantas. Da unas nociones de las funciones de nutrición pero confundiendo respiración de las plantas con fotosíntesis. En algunos momentos el afán divulgativo podía llevar a confusiones mayores “las plantas también duermen:

¹¹⁵ Joan Benejam Vives (1846.1922) en el año 1874 obtuvo la plaza de maestro en la Escuela pública infantil de Ciutadella en Menorca. Durante toda su vida, demostró un gran espíritu regeneracionista que le llevó a examinar, observar e innovar en todo momento su práctica educativa, con gran número de publicaciones sobre pedagogía. Benejam, dentro de su magisterio, incorporó las lecciones de cosas, el museo escolar y los trabajos manuales. Estas prácticas fueron complementarias y constituyeron el primer paso hacia una enseñanza activa. (Villafranca, 2002).

la mayor parte de ellas siguen dócilmente la naturaleza y se abaten algo desde el ocaso a la salida del sol; mientras otras, más perezosas, duermen largo rato y apenas se despiertan al mediodía, y aún muchas veces no se despiertan, sobre todo si amenaza lluvia” (Benejam, 1907: 186). Al igual que en la obra de Oliván se advierte del infundado peligro que suponen las plantas por la noche “Así que resulta muy mal sano el pasar la noche debajo de un árbol frondoso” (Benejam, 1907: 186).

- Órganos y funciones.
- Fecundación y multiplicación de las plantas.
- Clasificación de las plantas: plantas sin flores, haciendo mención a las algas, los hongos y los líquenes.
- Plantas de diversas especies, menciona las familias más importantes para el ser humano como la familia de las leguminosas, las solanáceas y las coníferas, asociándolas a los usos.
- Distribución geográfica de los vegetales.

4.7. Compendio de Historia Natural de Cazorro, Martínez y Hernández.

Manuel Cazorro y Antonio Martínez, catedráticos de los Institutos Generales y Técnicos de Barcelona y San Isidro de Madrid, junto a Eduardo Hernández, catedrático de Geología de la Universidad Central, fueron los artífices del *Compendio* que afianza y desarrolla la nueva línea trazada por el libro *Elementos de Historia Natural* de Bolívar, Calderón y Quiroga. El prólogo fue realizado por Ignacio Bolívar, que hablaba de forma muy positiva de esta obra, indicando que los autores querían que el libro “revelara el estado actual de la ciencia y que fueran expuestas todas ellas con la competencia del especialista y sin que faltase nada de lo que, no ya un estudiante de determinado grado de enseñanza, sino toda persona culta, debe conocer en los referente a la ciencia de la naturaleza” (Bolívar, 1919).

A la botánica le precedía un apartado de biología general realizado por Manuel Cazorro, en el que trataba de la célula y la morfología general de los organismos. Explica la distribución geográfica no uniforme de los seres vivos, reflexionando sobre el

área de distribución e introduciendo el concepto de hábitat y analizando el límite de las especies con las barreras naturales, la influencia de la altura y el clima. Dedicó un apartado a las diferencias entre los vegetales y los animales, los fundamentos de la taxonomía y las clasificaciones naturales y artificiales con los grupos que se admiten en dichas clasificaciones, haciendo hincapié en el de especie y los criterios que la definen. Por último, a partir de los restos fósiles introduce la teoría evolucionista y las bases en las que se fundamenta, la obra de Lamarck y de Darwin con la selección natural, y de las experiencias del botánico Hugo de Vries con las mutaciones de cultivos de vegetales.

En el apartado de botánica el profesor Martínez abandonaba la costumbre de exponer la organografía y la fisiología de los vegetales porque la atención de los jóvenes se fijaba poco de este modo. El autor dividía la botánica en general y especial, pero no daba la misma extensión a estas partes. Así, en la botánica en general la obra se ocupa del estudio de la célula y de los tejidos vegetales, y luego hay una parte dedicada a las peculiaridades más notables que pueden presentar los tejidos. En la botánica especial, además del estudio descriptivo de las mismas, se hace el organográfico y fisiológico correspondiente a cuatro grandes grupos: talofitas, muscíneas, criptógamas fibroso-vasculares y fanerógamas.

Aborda el estudio de los grupos botánicos exponiendo en cada uno de ellos, con sobriedad, los caracteres que distinguen su organización y su funcionalismo. De este modo, se ve de forma clara cómo el libro explica la estructura de los vegetales de una manera gradual, desde los que carecen de tallos, de hojas, de flor y hasta de raíces, a los que poseen todas estas clases de órganos y representan el grado máximo de complicación vegetal. El libro proponía también algún experimento de fisiología, aunque en menor número que en el libro de Bolívar *et al.*; un ejemplo de ello puede ser la experiencia que demuestra la formación del almidón como consecuencia de la función clorofílica, tomando una hoja y dividiéndola en una parte oscura con papel de estaño y otra al sol, al aplicar yodo para teñir el almidón se veía como la parte expuesta a la luz se teñía de violeta y la oscura no.

La exposición de familias de las plantas suponía un escollo grande para escribir obras elementales de esta naturaleza. El profesor Martínez resolvía esta dificultad eliminando la exposición de las familias y mencionando las plantas que más importa conocer a todos, prescindiendo de las que sólo tenían interés científico. Consideraba que sólo debían darse los conocimientos generales y los referentes a las especies más comunes y de mayor utilidad.

El libro tiene 728 figuras de las cuales 158 son de botánica (Cazurro *et al.*, 1919). Utiliza ilustraciones esquemáticas como, por ejemplo, la representación de la morfología de las hojas, diagramas florales, esquemas de inflorescencias, detalles de distintas corolas de flores, detalles microscópicos de granos de polen, detalle de los estambres, cortes longitudinales de flores, detalle del pistilo y del carpelo, vistas esquemáticas del óvulo, los tipos de placentación, sección longitudinal del fruto del melocotón, de la granada y del higo, distintos tipos de frutos y semillas, así como algunas fotografías microscópicas de diatomeas y de plantas fanerógamas en distintos ambientes.

4.8. El libro de texto de Biología en la Universidad de Murcia.

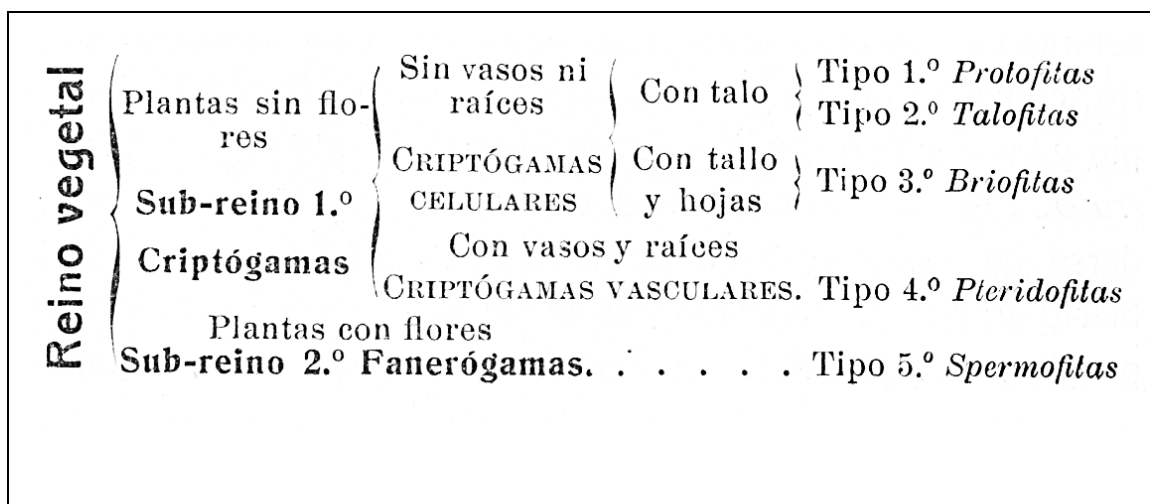
El libro de texto de José Loustau destinado a los estudiantes universitarios, fue evolucionando con el devenir de su asignatura desde el comienzo de la cátedra en 1916 hasta 1936. El precedente fue el *Manual de Botánica* (Loustau, 1918), un libro sobre botánica general en cuatro grandes áreas: morfología, histología, fisiología y la organografía. Loustau prestaba una especial atención a relacionar la fisiología con la histología: “la división del trabajo fisiológico se traduce anatómicamente por una diferenciación morfológica y estructural entre las diversas células” (Loustau, 1918: 97). Loustau utilizó en sus libros el apoyo de la ilustración con dibujos esquemáticos (figura 9), algunos incluso relacionados con su propia tesis, demostrando así la estrecha relación que existía entre su investigación y la docencia.

En el libro de *Biología y genética* (Loustau, 1925a) se exponían alguno de los asuntos y problemas más interesantes de la ciencia de la vida con la mayor generalidad

posible. Se prescindía de numerosos detalles particulares sobre la organización, el desarrollo y el funcionamiento de los vegetales que, para el autor, tenían su lugar adecuado en obras especiales de morfología, anatomía y fisiología. Advertía en el prólogo que se requería una suficiente cantidad de conocimientos previos para evitar dificultades en el estudio de la vida. Loustau recomendaba la consulta de algunos tratados complementarios al curso, para lo cual adjuntaba una profusa bibliografía con autores como Strasburger, Belzung, Lecrec du Sablón, Bernard, Massart, Gredilla y Gauna, Meyer, Coupin y Van Thieghem entre otros.

En el primero de los cuatro grandes capítulos en los que el libro aparece dividido expone el concepto de la vida, sus características y las relaciones entre forma, estructura, funcionamiento y composición de los seres vivos, terminando con un breve resumen de la distribución de los vegetales presentando los modernos sistemas de clasificación del reino vegetal de la época. Destaca las clasificaciones de Van Thieghem, que subdividía el reino vegetal en dos sub-reinos, fundamentándose en la presencia o ausencia de raíces y vasos Y la de Engler, la más aceptada y seguida en las mejores obras de botánica de la época. Ambos autores eran mencionados por Ricardo Rubio en sus recomendaciones del Museo Pedagógico.

Loustau divide el reino vegetal en diversos tipos según los caracteres de las protófitas, talófitas, briófitas, pteridófitas y espermatofitas, estas a su vez en gimnospermas y angiospermas, y éstas últimas en dicotiledóneas y monocotiledóneas.



Esquema de una división del Reino Vegetal propuesta (Loustau, 1925a: 81).

El capítulo segundo está especialmente dedicado al metabolismo. Proporciona una idea de conjunto sobre el funcionamiento vital, captación y liberación de energía, asimilación, fermentaciones, etc. Loustau incluía noticias de los principales productos elaborados por los seres vegetales, en especial algunas sustancias que consideraba útil dar a conocer con mayor detalle. Se ven cuestiones como la captación de energía hablando de los cloroplastidios (cloroplastos) y de la clorofila, la absorción de las radiaciones luminosas y la función cloroflica (fotosíntesis).

El capítulo tercero se ocupa, sobre todo, de la reproducción de los organismos: la división celular, el estudio de los cromosomas, los fenómenos de reducción cromática, la gametogénesis, el determinismo del sexo y otros principios generales sobre la reproducción, como apunta Loustau, indispensables “para la inteligencia de los fenómenos de la herencia” (Loustau, 1925a: 7). Ante la imposibilidad de describir las funciones de reproducción y desarrollo ontogénico de los diversos organismos, el libro se limita a considerar con mayor detalle algunos casos particulares, estudiando, como complemento, un cierto número de ciclos vitales o de desarrollo. Los ejemplos se eligen entre los que ofrecen mayor interés práctico como las plantas cultivadas o las plagas de los vegetales como el hongo mildiu.

En el capítulo de reproducción de espermatófitos pone especial acento en la flor, tomando como ejemplo el alhelí, con un dibujo completo. Hace un estudio pormenorizado de las distintas partes como los estambres, el pistilo, la formación de los granos de polen, la de los anterozoides, la polinización, la fecundación, el desarrollo embrionario, la germinación. En la edición de 1935 proponía algunas experiencias demostrativas como la absorción de la raíz y los pelos radicales: se trata de un problema sencillo, una planta joven se hace vegetar disponiendo su raíz a distintas profundidades en tarros con agua, observándose que permanece lozana en los casos representados donde la región pilífera está sumergida y se marchita en los casos en que esta región se mantiene fuera del agua (Loustau, 1935: 147).

Se muestran varios casos de algunos ciclos de reproducción como el de las algas con reproducción sexual isógama por conjugación entre filamentos de la familia

zignematáceas. El libro también ofrece los esquemas ilustrativos del alga desmidiacea, *Cosmarium botrytis*, la conjugación de una zignematácea del género *Mesocarpus* y la de una *Spyrogira*, otro ciclo de algas representado es el del *Fucus vesiculosus*. En el caso de los hongos, se ilustra el ciclo del *Peronospora vitícola*, parásito de la vid, que ocasiona la enfermedad del mildiu. También se muestra el del hongo *Puccinia graminis* que provoca la enfermedad de la roya del trigo. Por último, en relación con la botánica, representa el ciclo de un helecho de la especie *Aspidium filix-mas*.

Una de las evidencias del interés de Loustau por ofrecer los últimos avances científicos era la profusa bibliografía usada y recomendada en el libro, basada en tratados y manuales especializados en anatomía y fisiología vegetal como la *Botánica descriptiva* de Lázaro e Ibiza, el *Manual de botánica* de Odón de Buen, *Le monde végétal* de Bonnier, los *Principies de botanique* de Chodat, la segunda edición del libro *Nuevos elementos de historia natural* de Bolívar y Calderón, el *Traité de physiologie végétale* de Lecrerc du Sablon, el *Éléments de botanique* de Van Tieghem o el *Cours de botanique* de Bonnier y Lecrerc du Sablon. Encontramos también obras de gran significación a la hora de hablar de evolución y del darwinismo como *On the origin of species* de Darwin, la *Selection naturelle* de Wallace, y la *Histoire de la création* de Haeckel. El material encontrado en su biblioteca también tiene un valor excepcional para conocer las fuentes de las que se servía el profesor, con la presencia de guías de naturaleza y lecturas especializadas sobre el uso práctico de los vegetales en el laboratorio (tabla 2 del anexo II).

4.9. Las Ciencias en la escuela de Aurelio Rodríguez de Charentón.

En 1926 se publicaba *Las Ciencias en la escuela*, una iniciación al estudio de la física, la química y la historia natural dirigido a la escuela primaria desde nuevas posiciones pedagógicas. La botánica ocupa una parte reducida en proporción a la amplitud de las materias de las que trata el libro. Los temas de botánica que aparecen son la germinación de la planta, la morfología y fisiología de raíz, tallo y hojas, la conversión de flores en frutos y los sucesos paralelos a la vida de la plantas. Enrique

Rioja decía en el prólogo que este libro era más que un simple libro de lectura por la manera en que estaban redactados los diversos capítulos (Rioja, 1926).

La lectura de las diversas cuestiones da la impresión de que se trata de lecciones reales vividas en la escuela, resultado de una labor escolar cotidiana basada en la motivación y el entusiasmo. En septiembre de 1926 M^a Luisa Navarro de Luzuriaga¹¹⁶, desde la *Revista de Pedagogía*, comentaba que Charentón tenía “un perfecto conocimiento de la niñez y de la enseñanza escolar, y de otro lado, una sana orientación y cultura científica”-“El autor se propone que la enseñanza de las ciencias sea algo vivo y eficaz, que acostumbre al niño a la observación, que despierte en afán de investigar y desarrolle destreza manual con manipulaciones y construcción de aparatos” (Navarro de Luzuriaga, 1926: 428).

Advertía Rioja que al escribir libros destinados a la infancia era frecuente considerar esta tarea como empresa fácil por lo elemental de los contenidos abordados y el incipiente desarrollo intelectual del niño. En ello, indicaba, estaba la dificultad más grave, y que al no ser tenida en cuenta conducía a fracasos lamentables: “el autor no ha de perder de vista la peculiar psicología de los niños, de atención poco firme y cambiante, la cual sólo llegará a comprender y sentir en su continuo trato con ellos.” (Rioja, 1926: 8). Llamaba la atención sobre la poca rigurosidad y el descuido con que se realizaban en nuestro país los libros escolares de ciencias naturales cuando, precisamente al estar dirigidos a alumnos de corta edad, deberían poner sus autores todo el cuidado y esmero posibles, a fin de no inducir el desarrollo de errores y falsas concepciones en ellos. Como veremos, el libro era compatible con las ideas de Rioja quien manifestaba que en los primeros grados educativos el uso del libro no era lo principal porque lo que debía importar era la observación directa de la naturaleza utilizando libros de lectura que guiaran al niño en el conocimiento de la vida de los seres (Rioja, 1922).

¹¹⁶ Escribió artículos y numerosas reseñas en *La Revista de Pedagogía*, de la que fue una de sus mayores impulsoras junto con su compañero y esposo, Lorenzo de Luzuriaga, difundiendo en España las ideas del movimiento de la Escuela Nueva.

Los objetivos del libro tratan de acostumbrar al niño a la observación, a la comparación, al razonamiento y a la reflexión con el fin de conducirlo a elaborar personalmente una verdad, robustecer y encauzar su espíritu de investigación (enseñándole a aprender por sí mismo), desenvolver su habilidad manual mediante la manipulación de los organismos y del material científico demostrativo, y proporcionarle una serie de conocimientos exactos de utilidad para la vida práctica. El libro parte siempre de lo conocido para llegar a lo desconocido por la vía experimental, haciendo que el niño siga de forma abreviada los mismos pasos que los investigadores han recorrido, llevando a la escuela el mismo proceso que dio lugar a las conquistas científicas.

En cuanto a los contenidos, se pretendía dar una enseñanza no de palabras, sino de ideas y hechos. Proponía para cada lección una lectura reflexiva que estimulara la acción, la comprobación de lo leído y la investigación del por qué y del cómo de las cosas que ocurren alrededor de nosotros. Cada lección aparece en el texto estructurada del siguiente modo:

- La observación, que recae siempre sobre una cosa o fenómeno familiar al niño, siendo el punto de partida de cada lección, cuyo objetivo era despertar la curiosidad del alumno y guiarla adecuadamente en el trabajo de observar.
- La experimentación, que tiene como finalidad encontrar la explicación del hecho o fenómenos encontrados. El material necesario para las experiencias es siempre sencillo para seguir la marcha de la operación, para que pueda poder ser construido por los mismos niños utilizando lo que se encuentran a mano en la escuela.
- De la conclusión se desprenden aplicaciones a la vida corriente como la higiene, la agricultura, los oficios, la vida doméstica, etc. Incorpora un cuestionario para que el profesor pueda asegurarse de que la lección ha sido comprendida y bien interpretada, formulando una serie de preguntas en un ejercicio de reflexión.
- Por último, se plantean unos trabajos prácticos como complemento de la lección dejando libertad de iniciativa a los alumnos.

En cuanto a la diversidad de contenidos, el autor decía que “esta coordinación y compenetración de asignaturas distintas rompe, quizá, los moldes clásicos de la

especialización; pero lo damos por bien empleado si conseguimos simplificar, conexionar y afirmar los conocimientos que el niño debe poseer al salir de la escuela” (Rodríguez Charentón, 1926: 12).

La temática botánica es tratada dentro de los sucesos ecofisiológicos que le suceden a la planta, no hay una sucesión de temas artificiales que traten por separado la morfología, la fisiología o la ecología. Se suceden las preguntas y las observaciones:

- **Cómo nace una planta.** Tras caer las primeras lluvias de otoño el agricultor realiza la siembra esparciendo puñados de trigo en el campo labrado, ya en primavera saldrá el tallo de trigo listo para la cosecha. El experimento propuesto era poner unas habichuelas en remojo y observarlas, haciendo lo mismo con una de trigo con el fin de ver la diferencia entre una semilla dicotiledónea y una monocotiledónea. Se proponían otros experimentos para apreciar el efecto de la humedad, poniendo varios botes a germinar con agua y sin agua, con aire o sin aire, sembrando en tierra a diferentes profundidades con aplicaciones a la siembra y la preparación de la semilla en el campo, poniéndolas a remojo o haciendo surcos en la tierra no demasiado profundos.
- **Estudio de la raíz.** La observación parte de arrancar del suelo una hierba notando la dificultad; se propone hacer lo mismo con un árbol haciendo ver que es mucho más difícil. En las aplicaciones se habla de la necesidad del riego y de la cantidad necesaria, así como de los abonos. En cuanto a los trabajos prácticos, encontramos propuestas para realizar un germinador, así como para dibujar anotando diariamente las observaciones del crecimiento.
- **La observación de un árbol cualquiera** para apreciar que todos tienen tronco o tallo, viendo la diversidad de tallos, huecos macizos y yemas que luego darán lugar a ramas o a hojas. En las experiencias el autor proponía evidenciar la circulación de la savia por el tallo con líquido y colorante, también proponía hacer cortes de yemas. Entre las aplicaciones encontramos propuestas como la reproducción por esqueje o estaca gracias a las yemas enterradas.
- **La observación de las hojas** gira en torno a la desolación del invierno y cómo en primavera surgen las hojas de las yemas. El autor proponía cortar una rama de peral y observar el limbo y el peciolo. Destaca el hecho de la diferencia de formas de las

hojas y propone ver con lupa la superficie de la hoja y los estomas, con experimentos en relación al color verde de las hojas, la savia y la utilización de la clorofila. Trata de promover la reflexión acerca de lo perjudicial que eran algunas toxinas de las hojas; por ejemplo, la del tabaco hablando en contra de fumar. Y añadía una reflexión para desterrar ideas falsas, la más habitual sobre las plantas y las personas: “Habréis oído decir muchas veces que durante la noche es malo tener plantas o flores en las habitaciones donde dormimos. Eso es un prejuicio; una persona desprende bastante más gas carbónico que muchos ramos o plantas juntas” (Rodríguez Charentón, 1926: 290).

- Cómo se convierte la flor en fruto. En torno a la floración del almendro se proponía hacer un seguimiento con una disección de la flor por medio de un corte longitudinal de la misma, retirando los pétalos que molestan para ver el pistilo destinado a desarrollarse, madurar y formar el fruto. Proponía hacer un corte al pistilo y ver el ovario y, con la lupa, el ovulo. Para la fase de experimentación encontramos la propuesta de mostrar cómo la corola y el cáliz no son esenciales para la formación del fruto (una vez fecundados), y con la planta de la calabacera, que hay plantas con flores masculinas y femeninas. Para ello propone tapar algunas femeninas con bolsas para ver como no se fecundan y no desarrollan fruto alguno. En las aplicaciones encontramos varias de interés agrícola como el papel de los insectos y las flores, los tintes vegetales, los frutos alimenticios, las venenosas o las industriales. En relación a los trabajos prácticos, aparecen varias propuestas como observar distintas flores durante una excursión sacudiendo el polen oscuro de las amapolas, mover en primavera las ramas de pino y ver el polen y hacer cortes de flores viendo el ovario.

La sola enunciación de cómo plantea el autor cada uno de los temas del libro es una demostración de que podía prestar un auxilio poderoso a los maestros de las escuelas. En este sentido, M^a Luisa Navarro de Luzuriaga decía que “los temas tratados, variadísimos, caen todos dentro de la esfera de los intereses infantiles y abarcan, en general, todos los problemas de estas ciencias. En suma, un buen libro más en manos de la niñez, que aumenta el número de los publicados con orientación moderna de pocos años a esta parte, afortunadamente para los niños españoles” (Navarro de Luzuriaga, 1926: 428).

4.10. El libro de la vida de Enrique Rioja.

Rioja consiguió tratar algunas de las cuestiones de mayor importancia o más atractivas de la ciencia de la vida con un enfoque nuevo, totalmente diferente al clásico de las lecciones de cosas. Prescinde en todo momento del relato monográfico y de las minuciosas descripciones en las que los seres aparecían situados fuera de la realidad ambiente, a modo de ejemplares de museo, a los que se sometía a una observación más o menos detallista, a un examen y enumeración de pormenores borrando su dinamicidad.

Utilizaba casos con ejemplos concretos, fáciles de observar, para poder ver los principios generales de los fenómenos vitales. El propósito del autor era modesto al dirigirse a un público no preparado. Por tanto, se trataba de una obra divulgativa que pretendía despertar en los lectores el interés y la curiosidad por las actividades de los seres vivos. Los temas de los diferentes capítulos son tratados de manera amplia y general, “a sabiendas, de un modo incompleto, dejando lagunas que permitan al maestro llenarlas y amenizar la lectura con su acertada intervención” (Rioja, 1933b: 6).

La mayoría de ejemplos que propone están tomados de plantas y animales del entorno: “Hemos evitado hablar de muchos seres curiosos que viven repartidos en los más apartados rincones de la tierra; en general, estos son rarezas científicas en que este o el otro fenómeno aparece acentuado hasta la caricatura” (Rioja, 1933b: 6). Estos arquetipos de seres extraños eran contraproducentes, ya que dificultaban la fijación de la atención de los muchachos.

El libro de la vida es una sucesión de temas encadenados, una serie de historias que comienzan con la metamorfosis y los cambios que sufren la mariposa de la seda, el desarrollo de la rana y sus enseñanzas, el ciclo evolutivo del mosquito, la lucha por la existencia y el combate en el mundo vegetal - la guerra implacable ente carnívoros y herbívoros - cómo se protegen de los animales, cómo emplean las plantas las espinas en su defensa, la coloración de mimetizaje de ciertos animales, animales que se enmascaran, la asociación de seres vivos, asociaciones vegetales, agrupaciones animales, las labores de las abejas, la riqueza asombrosa de la vida, la unidad de

estructura y la variedad de los seres vivos, grandes grupos del mundo orgánico, la rotación de las estaciones y la vida, el ciclo de la vida, las propiedades y características de los seres vivos y las antiguas creencias acerca del origen o generación de los seres vivos.

Entre los conceptos importantes de ecología que se pueden adquirir están:

- La lucha por la existencia. El combate en el mundo vegetal por la supervivencia, ya que las plantas están expuestas a los ataques de infinidad de insectos u otros animales. Pone ejemplos de los medios que utilizan para repeler los ataques de los herbívoros como el agujón del rosal y las espinas de los cardos.
- Asociaciones vegetales. Distingue grandes asociaciones como el bosque, el monte bajo de matorral y la pradera de plantas herbáceas. Pone de manifiesto la riqueza de la vida y de las leyes establecidas, aunque una de sus afirmaciones es inquietante y muy ilustrativa de cómo se veía la naturaleza a principios de siglo, “en nuestros muebles, en nuestros vestidos entran materias obtenidas del reino vegetal; el papel en que escribimos, gran parte de nuestros alimentos son productos suministrados por el mundo de las plantas sin que la vegetación del globo, tan pródiga y fecunda, se muestre agotada por ello” (Rioja, 1933b: 150). En el contexto actual esta afirmación no podría hacerse, eran otros tiempos en los que la sociedad todavía no era consciente del problema de la sobreexplotación del medio y de la necesidad de conservar la diversidad biológica.
- Describe la célula como la unidad de la estructura y de la variedad de los seres vivos. Relata el descubrimiento de la célula por Robert Hooke y los primeros microscopios: “los exploradores de la fina estructura de los seres vivos han encontrado, dondequiera que han dirigido las penetrantes lentes de sus microscopios, células y más células” (Rioja, 1933b: 154).
- El enfoque ecológico lo encontramos de nuevo en una serie de recomendaciones en las que Rioja hablaba de la conveniencia de realizar repetidas excursiones al campo y recoger plantas y animales que siempre podían aportar novedades: “si en lugar de realizar nuestras instructivas correrías por los mismos lugares, variamos de itinerario, caminando unas veces por las orillas de un arroyo o los márgenes de un

lago, por la ladera de una montaña donde el matorral abunde o por la fértil vega cubierta de cultivo..., la recolección nos revelará maravillas sin cuento que dejan suspenso el espíritu” (Rioja, 1933b: 157). También hace un símil con las grandes exploraciones “pensemos que lo que hemos realizado en una región limitada por nuestros paseos se ha hecho y se sigue haciendo en remotísimos países por naturalistas provistos de poderosos medios” (Rioja, 1933b: 157).

El libro de la vida formó parte de los libros de españoles que empezaron a usar la palabra ecología y a tratar esta disciplina abiertamente a partir de 1927. En esta labor destacamos a Enrique Rioja y Orestes Cendrero y a Salustio Alvarado, Enrique Álvarez y Celso Arévalo.

Capítulo V

EL MATERIAL DIDÁCTICO EN LA ENSEÑANZA DE
LA BOTÁNICA: LÁMINAS Y MODELOS

5. El material didáctico en la enseñanza de la botánica: láminas y modelos.

5.1. Las láminas didácticas: la naturaleza en las paredes del aula.

Las láminas didácticas de pared son una representación visual del mundo natural en las aulas. Estas representaciones quedan visibles en las salas de estudio, incluso desde gran distancia. En relación con sus características técnicas, la mayoría suelen ser impresiones sobre papel pegadas sobre tela. La mayoría de láminas del periodo de estudio se realizaron con la técnica de la cromolitografía, resultado del dibujo grabado en piedra caliza y estampado sobre el papel.

Para llegar a comprender la significación biológica y didáctica de los dibujos de las láminas es necesario ver el recorrido de la disciplina del dibujo científico en paralelo a la historia de la botánica. Desde los dibujos iconográficos medievales a las láminas de principios del siglo XX observamos una evolución del dibujo que refleja los criterios botánicos y pedagógicos imperantes en cada época. Además, a lo largo de la historia de la ciencia, la representación visual por medio del dibujo ha estado influenciada por muchos registros culturales, en especial del arte (las diferentes técnicas y estilos) pero también de otros como la religión o las creencias populares (Pauwels, 2006) cambiando la forma de representar la imagen de la naturaleza.

Las primeras ilustraciones de vegetales se realizaron en el medievo, pero eran contados los libros con dibujos ya que su realización era manual y más artística que realista en relación con la naturaleza. Con la llegada de la imprenta, proliferaron los dibujos en los libros de botánica que, recordemos, eran llamados herbarios. En ellos se ilustraban los textos de distintos autores como Mattioli, Lignamine, Schoeffer, Fuchs y Brunfels. En estos dibujos no existían las sombras, ni volúmenes con claros y oscuros, algo que para algunos autores eran cosas accesorias propias de los artistas, siendo el silueteado o contorno el elemento primordial en las representaciones de las plantas. Con la nueva visibilidad renacentista se produjo una mejora de la percepción de la naturaleza, con el incremento de la observación y la representación de más características en los dibujos, que ya no eran meras siluetas. Esta etapa del

Renacimiento fue en su mayoría xilográfica, con grabados que se realizaban tallando sobre planchas de madera pulida el diseño deseado, con gubias y formones. El límite de esta técnica llegó a ser la gran cantidad de detalles que ya no podían ser reproducidos en la madera. El siguiente paso en la evolución de la reproducción de los dibujos de vegetales fue el grabado en plancha metálica, comenzando el auge de la calcografía. Sobre la plancha metálica se podía conseguir un dibujo con mayor detalle y expresión, reproduciendo los finos trazos del dibujo original.

A finales del siglo XVII se produjo un cambio en la relación existente entre las imágenes de las especies y el lugar que ocupaban en el sistema de clasificación. Esto supuso una profunda reconfiguración del modo en que se describía y enseñaba la naturaleza, generando la multiplicación de las ilustraciones con los detalles que hicieran posible distinguir unas plantas de otras (Panese, 2006). Sin duda el gran paso hacia el moderno dibujo científico lo dio la botánica linneana, y la necesidad de clasificar un creciente número de plantas contando con descripciones y dibujos precisos. En esa línea aparece *Hortus Cliffortianus*, obra de Linneo y del dibujante botánico Ehret, con una representación esquemática de la clasificación sexual, con las piezas de las flores dibujadas de forma aislada como si de una disección se tratara. Este tipo de publicaciones trajeron el dominio de la iconografía botánica basada en el “tipo”, una figura central en la representación a la que se remiten el resto de imágenes en la lámina como despieces florales, frutos, raíces, etc. La figura “tipo” iba a ir desde entonces asociada al nombre taxonómico, en un proceso que los sistemáticos llamaron de tipificación; es decir, de asociación del nombre científico a un espécimen real conservado en un herbario o a una ilustración que puede mostrar todo tipo de caracteres taxonómicos necesarios. Era muy importante para los botánicos taxónomos que tanto el ejemplar del herbario como la ilustración fueran lo más parecidos al natural, algo que en la actualidad sigue siendo una herramienta fundamental en la investigación de la flora.

Otras posiciones diferentes a la de sistematizar la naturaleza eran las de la escenografía de la vida, que buscaban representar los organismos en su hábitat natural. Como ejemplo de este estilo podemos considerar las ilustraciones de las obras de Buffon que retomaban la tradición enciclopedista de la Historia Natural dentro de un marco más geobotánico que sistemático. Este tipo de representación tuvo gran difusión

a finales del siglo XVIII y sobre todo a lo largo del siglo XIX, aunque mantuvo una especie de convivencia con la imagen de tipo sistemática y taxonómica. Con el desarrollo de las exploraciones y la ingente cantidad de información de otras partes del mundo, se empezó a producir el cambio de paradigma entre la historia natural descriptiva y el hecho ecológico. Las representaciones basadas en la fisonomía del ejemplar pasaron a serlo de la fisonomía del conjunto, y dieron lugar al cuadro natural o paisajista, como se puede ver en las ilustraciones de los trabajos de Humboldt.

Durante los siglos XVII y XVIII la calcografía fue el procedimiento utilizado en de la reproducción de los dibujos científicos. Los artistas de mayor prestigio ilustraron muchas publicaciones con láminas calcográficas hechas a buril y aguafuerte (López Piñero, 1987). La necesidad de tener unos dibujos adaptados a unos sistemas centrados en la jerarquización de los elementos de las especies requerían nuevas técnicas que superaran el silueteado, permitiendo destacar volúmenes y contrastes entre luces y sombras. En el siglo XIX la calcografía fue sustituida por otras técnicas de ilustración. La primera de ellas fue la litografía que inventó Aloys Senefelder en 1798 con gran éxito. A lo largo de más de medio siglo, las litografías en blanco y negro dominaron el panorama de la ilustración de libros, revistas y láminas (López Piñero, 1987). El color fue algo opcional y muy caro al ser manual hasta la aparición de la cromolitografía en torno a 1870. Autores como Linneo eran contrarios al color porque no lo consideraban importante, ya que pretendían mostrar la estructura. Sin embargo, otros autores seguidores de Linneo, como el español Celestino Mutis, consideraron esencial el color, y en su obra sobre la flora americana lo dejó patente (De Pedro, 1999). En el mundo de las láminas el uso del color era fundamental: por un lado, es uno de los caracteres taxonómicos más importantes para distinguir las especies y, por otro, estimulaba a los alumnos.

En esta evolución de la imagen en la ciencia, el binomio dibujo-lámina fue superado en lo comercial por los métodos fotoquímicos, con la reproducción fotográfica y las diapositivas: otra forma de representar la naturaleza que revolucionó y popularizó la enseñanza de la botánica. Pero la fotografía cuenta con serias limitaciones, pues un buen dibujo tiene ciertas ventajas técnicas; por ejemplo, se pueden efectuar simplificaciones a fin de facilitar la comprensión. Asimismo, se pueden resaltar detalles

que pasarían inadvertidos en una fotografía, como un corte del ovario junto a la visión general de una flor. Los dibujos son también muy útiles para explicar de forma gráfica fenómenos o interrelaciones de los organismos a lo largo del tiempo: como el ciclo estacional de las hojas de un árbol, algo que solo puede ser superado por complejos rodajes de video. Con buenos dibujos en diagramas y esquemas se pueden expresar relaciones filogenéticas, comparaciones, morfológicas, situaciones de organismos en ecosistemas, cuadros filogenéticos, etc.

El paso del dibujo en los tratados, libros de texto y colecciones de planchas a la lámina de pared pedagógica fue una evolución que vamos a comentar relacionándola con sus aspectos científicos e implicaciones didácticas. Sus antecedentes fueron tempranos y se remontan a 1658, cuando el pedagogo Johann Amos Comenius, publicó su *Orbis sensualium pictus*, un libro de texto con 150 xilografías diseñadas para enseñar a sus alumnos cómo leer y relacionar palabras con objetos. De estas xilografías nos llaman especialmente la atención los números XII a XVII dedicadas al mundo vegetal: sobre el árbol, los frutos de los árboles, las flores, los frutos de jardín y los frutos del campo, y las láminas XLIV y XLV dedicadas al cultivo del huerto y a la agricultura, respectivamente (Comenius, 1685).

En 1774, el pedagogo alemán Basedow¹¹⁷ fundó una escuela en Dessau¹¹⁸, con un plan para poner en práctica las teorías educativas de Rousseau. Diez años más tarde completó su *Elementarwerk*, un libro elemental escolar con un atlas con cien grabados o planchas. Cada una de esas ilustraciones era ofrecida a los alumnos como un premio a su conducta. También sugirió colocar algunos de los grabados en un soporte de cartón, cubriéndolos con vidrio para colgarlos en las paredes de la sala de clase. Los temas representados incluían escenas de la casa y del campo, paisajes y elementos de la

¹¹⁷ Johann Bernhard Basedow (1723-1790) fue un pedagogo alemán. Estudió teología en Leipzig. Al aparecer el *Emilio* de Rousseau, concibió el proyecto de dedicarse decididamente a reformar los procedimientos pedagógicos. Apeló a donaciones para socorrer y fomentar los establecimientos de enseñanza, base de la felicidad pública. Este llamamiento valió a Basedow la protección de diversos magnates y particulares.

¹¹⁸ El centro se llamó *Philanthropinum*, amor al hombre en griego. En 1771 el príncipe Leopoldo de Dessau le llamó a su corte para dirigir ese centro, inaugurándose en 1774 y funcionando hasta 1793. A imitación de este se fueron fundando otras instituciones semejantes en Heidesheim, Hamburgo, Schnepfenhal y otras poblaciones.

historia natural, algo que podría ser equivalente a las posteriores “lecciones de cosas”. El centro de Basedow no tuvo éxito, pero dio lugar a la creación de otras escuelas con el mismo sistema que tuvieron gran influencia. Otro trabajo importante en esta línea fue el *Bilderbuch für Kinder*, publicado por Bertuch¹¹⁹ entre 1790 y 1830, con ilustraciones para niños no solo de plantas y animales, sino también de cosas exóticas y fantásticas. Las primeras láminas con imágenes explícitamente diseñadas para ser utilizadas en el aula aparecieron en 1820. Inicialmente fueron producidas en pequeño formato (20 cm x 30 cm), presentando objetos y escenas familiarizados con la enseñanza primaria como mascotas, objetos de cocina y el ciclo de las estaciones. Con la ayuda de estas imágenes los pequeños podían reconocer nombres de plantas y animales, objetos, etc. (Bucchi, 2006).

Las láminas adquirieron mucho éxito y popularidad debido principalmente a razones técnicas y educativas, así como a la puesta en valor de la visualización. La difusión de las láminas estuvo unida de forma muy clara a los importantes avances en la tecnología de impresión, siendo clave el desarrollo industrial de la litografía llevado a cabo por el taller de Englemann a partir de 1816, con la elaboración de grandes reproducciones en color a precios razonables y económicos. Se podría decir que la época de apogeo de las láminas como material de enseñanza tuvo lugar entre los años 1870 y 1920 (Bucchi, 2006). Durante este periodo, la fabricación de láminas cubrió todos los campos del conocimiento y los diferentes niveles educativos. La mayoría fueron fabricadas en serie, y su uso fue muy recomendado por las autoridades educativas en los principales países europeos. En el caso de Alemania se recomendaban por medio de revistas escolares como *Schulwart* o *Natur und Schule*, relacionadas con el arte y naturaleza. Una de las primeras series de láminas en circulación versaba sobre la morfología de las principales setas comestibles y venenosas, *Die essebaren und giftige Schwämme in ihren wichtigsten Formen*, ilustradas por Anton Hartinger¹²⁰ y por M. A. Beeker, publicadas por primera vez en 1855. Podríamos decir que fueron unas de las primeras láminas de botánica para el uso educativo en gran formato.

¹¹⁹ Friedrich Justin Bertuch (1747-1822) fue editor, mecenas de las artes y fundador de la Escuela de Arte Libre del Principado de Weimar en 1776.

¹²⁰ Anton Hartinger (1806-1890) fue ilustrador, pintor botánico de origen austríaco que se nacionalizó estadounidense. Realizó reproducciones de especímenes vegetales, incluyendo a hongos como las que aparecen en el *Atlas der Alpenflora*.

La práctica diaria escolar no permitía habitualmente la visión directa de los objetos en su medio natural, por lo que de forma paulatina se concedió una gran importancia a las imágenes fijas, dibujos, grabados en los textos y láminas escolares, para que reemplazaran a los objetos reales. Ante la falta de acceso a la naturaleza se dio un gran protagonismo a las láminas y cuadros murales que introducían la imagen en las aulas y podían facilitar la interpretación de un espécimen natural. Uno de los aspectos más novedosos e interesantes es que lo representado no se podía entender al instante y requería tiempo analizar la información (Bucchi, 2006). En muchos casos la explicación era dada por el profesor o recurriendo al libreto explicativo de las láminas. El libreto o manual permitía involucrar y aumentar la participación, tanto del profesor como de los alumnos; explicar a los alumnos detenidamente, con orden, claridad y repitiendo las veces que fuera preciso las partes más complicadas o importantes de las lecciones contenidas en el libro de texto, o trabajar la intuición con la interpretación de la imagen por parte de los alumnos. El segundo aspecto novedoso era que la misma imagen podía ser utilizada por diferentes tipos de estudiantes y de niveles educativos. De forma habitual en una misma lámina se solía incluir una información condensada por razones económicas y de aprovechamiento del espacio. En la actualidad podrían compararse con los esquemas que se reproducen en una presentación de ordenador.

El uso de imágenes con un significado universal para la comunicación en diferentes niveles del conocimiento fue también un puente entre la enseñanza y la investigación. Entre los autores de series de láminas no solo había profesores sino también distinguidos científicos de prestigiosas universidades. Por ejemplo, Arnold Dodel¹²¹, un entusiasta seguidor de Charles Darwin que, transformó los gráficos murales en un instrumento para la difusión de las ideas del evolucionismo.

Los temas de las láminas de botánica eran diversos, como lo era la propia disciplina, por lo que tenemos múltiples variantes, divididas a grandes rasgos en

¹²¹ Arnold Dodel (1843-1908) estudió ciencias naturales en la Universidad Ludwig-Maximilians de Munich. En el año 1903 fue nombrado profesor de Botánica en la Universidad de Zürich donde fundó un laboratorio de microscopía. Fue un prolífico autor de material educativo con carácter divulgativo, quizás por su marcada ideología socialista. Mantuvo correspondencia con el gran artista y biólogo Ernst Haeckel, así como con Charles Darwin, siendo sin duda un gran defensor de las ideas evolucionistas.

morfología, anatomía, fisiología, geobotánica y botánica agrícola:

- Morfología vegetal. Se podían representar de forma comparada las estructuras en diferentes familias. Por ejemplo, distintos tipos de raíces (bulbos, rizoma, tubérculo, acuáticas, etc.), frutos (baya, hesperidio, drupa, aquenio, cápsula, etc.), inflorescencias (racimo, espiga, capítulo, cima, umbela, etc.) o flores distinguiendo entre las que tienen simetría radial (actinomorfas) de las que tienen un solo plano de simetría (zigomorfas), y las distintas formas apétalas, labiadas, regulares, etc. A la diversidad de estructuras u órganos en ocasiones también se añadía la fórmula floral que es un modo de representar simbólicamente la estructura de una flor mediante el uso de letras, números y otros signos. Su representación recibe el nombre de diagrama floral e ilustra esquemáticamente la disposición de las piezas florales (sépalos, pétalos, tépalos, anteras y carpelos) y la ordenación de los distintos verticilos (cáliz, corola, androceo y gineceo) en un corte transversal de la flor.
- Para representar la anatomía de las distintas plantas se recurría a la representación de un corte realizado en una disección, por ejemplo, el corte longitudinal o transversal de una flor, el corte transversal del ovario, el corte de un tallo (figura 7), de la raíz, o el de la yema de una hoja. Era habitual ver estos dibujos idealizados junto con otros como la representación tridimensional de una flor abierta (figura 8). En cuanto a la histología se solían representar tejidos como el parénquima, esclerénquima y colénquima en los cortes de las hojas así como estructuras como los estomas.
- Fisiología. En temas como la nutrición, respiración, transporte de sustancias, sostén, movilidad y reproducción. Se mostraban también procesos especiales y curiosos de la vida de los vegetales como las adaptaciones especiales de las plantas parásitas, adaptaciones a la aridez, a la vida acuática, plantas carnívoras, etc. También modos de reproducción en las criptógamas mostrando distintas estrategias observando, el nivel de su evolución: la reproducción conjugada en algas filamentosas como *Spirogyra*, la sexual de diatomeas, etc.
- Botánica agrícola. Sobre las variedades de plantas y su distribución geográfica en un mapa donde se representan y localizan las variedades de cultivos como la vid, la patata, los cereales, etc. En este apartado se incluye la representación de las

enfermedades de las plantas ilustrando los síntomas del ataque y los organismos parásitos que los provocan, principalmente los hongos pero también insectos como la filoxera.

- Geobotánica. Se representaban distintos ecosistemas de diferentes lugares, pudiendo estudiar distintas comunidades vegetales del mundo sin salir del aula.

El uso de las láminas estaba asociado a la enseñanza expositiva y al aprendizaje memorístico. Entre los primeros planteamientos en los que se consideraba el material específico para las lecciones de ciencias encontramos el manual de Joaquín Avendaño y Mariano Carderera (1861) donde dedicaban un apartado a los objetos y utensilios destinados especialmente a dicha enseñanza indicando que las escuelas debían de contar con cuadros y objetos de historia natural. Pese a la utilidad y valor de este material, diferentes autores advirtieron sobre los problemas que podrían surgir con su uso. Las láminas se asociaban a la enseñanza expositiva y al aprendizaje memorístico. Ricardo Rubio señalaba el error de los que pensaban que las láminas eran adecuadas para estas enseñanzas. Las razones que encuentra para ello son numerosas: “las colecciones escolares de láminas, como hechas con miras industriales y por la necesidad de que resulten al precio más módico posible, no son recomendables, unas por su tamaño, otras por su colorido, otras por las falsas relaciones que guardan entre sí los objetos representados” (Rubio, 1892a: 202). Denunciaba también la falta de criterio pedagógico en la elección de los ejemplares representados en las láminas puesto que éstos deberían ser distintos según la localización geográfica de la escuela donde se fueran a utilizar. Quizás este problema perviva de alguna forma en las modernas formas de exponer la botánica a través de una presentación de ordenador, con imágenes en muchos casos procedentes de Internet y con un valor didáctico escaso si lo comparamos con la observación directa del material o una presentación más elaborada.

Una de las críticas más vehementes a las láminas procedía de la profesora Dolores Cebrián. Al referirse a los álbumes y murales que los niños podían hacer en la escuela, decía: “uno de los cuadernos vale para el alumno infinitamente más que esas viejas colecciones de láminas, llenas de polvo, casi siempre mal hechas y sin sentido alguno, que los niños contemplan distraídos, colgadas invariablemente en el mismo

trozo de papel” (Cebrián, 1909: 89). Los profesores innovadores recomendaban sólo el uso de buenas láminas o grabados. Así, Bargalló (1932) recomendaba la utilización de tarjetas postales sobre la belleza de la naturaleza o las confeccionadas ya con fines científicos cuando no era posible aplicar la observación directa a un ser o fenómeno biológico. También hablaba de acudir a otros medios de representación más modernos como las proyecciones animadas, que daban una imagen más real de la naturaleza, aunque por su precio elevado no podían estar al alcance de todas las escuelas (Bargallo, 1932).

No todas las láminas utilizadas en el pasado podían ser consideradas como meros instrumentos expositivos. Las colecciones de fisiología de Jung-Hoch-Quentell, Dodel-Port y Schmeil, eran útiles para el desarrollo de la enseñanza en las escuelas, pero, como se advertía desde el Museo Pedagógico, “siempre que el maestro se sirviera únicamente de ellas para aclarar la interpretación de lo visto por los niños directamente en el ejemplar o en la preparación” (Rubio, 1892a: 15). Los procesos innovadores educativos basados en la intuición eran compatibles con una utilización de este material como algo complementario o de apoyo de una enseñanza más práctica, pero nunca como único medio de trabajo. Margarita Comas apuntaba en 1937 que la lámina no debía sustituir al objeto natural cuando se pudiera tener éste, sino completarlo, explicarlo, ayudar a comprender las relaciones entre sus diferentes partes o con otros seres. Consideraba también que las láminas mal hechas contribuían a fomentar ideas falsas que luego eran muy difíciles de desarraigar por su carácter intuitivo (López Martínez *et al.*, 2012).

Entre las innovaciones pedagógicas más interesantes para el análisis de la morfología surgió el diagrama, una de las representaciones modernas más utilizadas en botánica, presente en muchas láminas y libros analizados en el periodo objeto de estudio. Combina la geometría con el tratamiento cuantitativo de lo observado. Es un diseño plano, y en el todo se describe por medio del dibujo, una representación gráfica de la disposición de las hojas y de los distintos filomas¹²² sobre el eje en el que están insertados (Font Quer, 1993). Los diagramas que se refieren a las hojas reciben el

¹²² Con el término filoma se hace referencia a la idea de hoja de forma amplia, también comprende las hojas iniciales de los cotiledones y las hojas florales.

nombre de diagramas filotáticos o foliares; los que conciernen a la ordenación de los diversos verticilos de la flor, tomados en conjunto, se llaman diagramas florales. Para el trazado de los diagramas foliares se proyecta sobre un plano ortogonalmente la hélice fundamental, que nos dará una espiral si acentuamos la forma cónica del tallo. Sobre esta espiral se marca la posición de las diversas hojas de cada espira generatriz por medio de signos convenidos que, por lo general, semejan la sección transversal de una hoja.

Los diagramas florales se obtienen también por proyección ortogonal de las secciones transversales de los diversos elementos que componen los verticilos de la flor. Estas proyecciones deben situarse de tal manera que guarden entre sí el mismo orden de posición que en la flor las piezas correspondientes (figura 8). Por lo que toca al perianto, se indica la prefloración y el tamaño proporcional de unas piezas con respecto a otras. A la hora de representar el androceo se tiene en cuenta la concrecencia, en caso de existir, de unos estambres con otros o con la corola o el gineceo, el número de sacos polínicos de cada uno y la posición de la antera. Respecto al gineceo se expresa si los carpelos que lo integran son libres o concrecentes, abiertos o cerrados y su placentación. Y de todos los verticilos, si su ordenación en el eje es cíclica o helicoidal, el número de los elementos que los integran, y la posición relativa de cada verticilo con respecto a la de los que forman parte de los verticilos inmediatos. Si se corta transversalmente un capullo floral se observa en muchos casos una sección del mismo que corresponde a un verdadero diagrama (Font Quer, 1993).

Junto al método de representación del diagrama se desarrolló otro para representar la arquitectura de las flores, pero esta vez considerando el enfoque textual frente al pictórico. Se trataba de la fórmula floral, también utilizada en libros y láminas. La fórmula es un conjunto de iniciales, cifras y signos con los que, de manera abreviada, se indica la estructura fundamental de la flor. Las iniciales se refieren a los distintos verticilos: K, cáliz; C, corola; P, perogonio; A, androceo; G, gineceo. Las cifras son índices que expresan el número de piezas de cada verticilo; cuando éstas son numerosas o indefinidas, se representa su número por el signo de infinito; si su número, sin necesidad de ser muy grande, es variable, se indicará por la letra *n*; si falta un verticilo, después de la inicial correspondiente se pone cero. Ambos enfoques, el de la fórmula

floral y el de diagrama, se desarrollaron durante el siglo XIX alcanzando un nivel razonable de uso en la literatura botánica. El uso de diagramas florales disminuyó durante el siglo XX, y el de las fórmulas florales llegó a caer hasta casi desaparecer (Prenner, Bateman y Rudall, 2010). En la actualidad la fórmula floral es una poderosa herramienta didáctica, constituye una fórmula compacta, coherente y unificada. Una vez aprendidos los pocos principios básicos que rigen el formato de una fórmula floral, ésta se convierte en una valiosa herramienta de enseñanza, ayudando a los alumnos a examinar las flores.

5.1.1. Las colecciones más importantes en el periodo objeto de estudio.

Las láminas sobre morfología de plantas fueron las más abundantes. Encontramos diferentes colecciones como las series de A. Peter¹²³ y la de Jung, conocida en nuestro país por medio de los catálogos. Esta serie fue diseñada y publicada por Jung, Von Koch y Quentell¹²⁴. Eran cromolitografías impresas en papel y encoladas sobre lienzo¹²⁵. Para evitar equivocaciones nunca se representaba más de una especie en cada lámina. La presentación científica de las plantas se hacía con dibujos sobre fondo negro, así se lograba mayor corporeidad y efectos a mayores distancias. Los números o notas aclaratorias no se encontraban en la lámina, sino en un suplemento especial con textos y dibujos reducidos (*Catálogo Koehler-Volckmar*, 1928: 107-108). Estas láminas de Jung representaban las siguientes especies: primavera, guisante, castaño, fresa, ranúnculo acre, amapola, patata, campanilla, centeno, mimbrera, tulipán, peral, lamio, violeta tricolor, agristema, muérdago, tilo, zanahoria, girasol, vid, avellano, orquídea, pino, helecho, politriqueo, agárico campestre, liquen, mucor, algas, cuscuta, lotera, salvia, aciano, linaria, onagra, drosera, cornezuelo, la levadura de la cerveza, lirio, maíz, cola de caballo, hepática, licopodio, musgo, ortiga, hiedra, campánula de nieve, fucus, cerezo y el cólchico (*Catálogo Cultura*, 1934).

¹²³ La serie de 50 láminas de A. Peter fue publicada por Fischer en Berlín, tenían un tamaño de 70 cm x 90 cm. Representaban la floración y fructificación de especies representativas de las plantas superiores. Se pueden ver en la página de la Image Library the Memory of Netherlands: http://resources21.kb.nl/gvn/SAE01/SAE01_UG-30117_U.jpg (Consultado el 23/10/2013)

¹²⁴ G. Koch fue profesor de la Escuela Politécnica de Darmstadt e inspector del Museo de Zoología del Estado. F. Quentell fue director de la Escuela de Friedberg, y H. Jung profesor en la Escuela Secundaria de chicas jóvenes de Darmstadt.

¹²⁵ Estaban impresas por la casa Fromman und Morian de Darmstadt, y eran un total de 40 láminas de 100 cm x 75 cm.

Esta colección se conserva en el IES Cervantes de Madrid, y está datada entre 1890-1913¹²⁶. Entre otras instituciones educativas, en el Departamento de Biología Vegetal II de la Facultad de Farmacia de la Universidad Complutense de Madrid hay setenta y cinco láminas de la firma Forman y Morian sobre los diseños de Jung, Koch y Quentell. La colección comprende dos series: una de menor tamaño (aproximadamente de 120 cm x 80 cm), sobre fondo negro, que muestra el porte de la planta junto a detalles de la flor y el fruto, cortes histológicos, mecanismos de reproducción, etc. La otra serie, de mayor tamaño (aproximadamente 180 cm x 120 cm), impresa sobre fondo blanco, presenta una muestra de la diversidad de grupos taxonómicos concretos (González Bueno y Baratas, 2007).

El cambio de paradigma al considerar la planta desde la óptica de la historia natural a un estudio como organismo, nos hace detenernos en las láminas de Schmeil, realizadas en colaboración con los doctores Haubach, Kohl y Meierhofer. Este grupo de profesores y científicos así como otros de su tiempo, estuvieron muy influidos por los trabajos biológicos de Karl August Möbius¹²⁷ quien, desde 1870, impartió conferencias para profesores de escuelas primarias en Kiel en las que enfatizaba la importancia de considerar a las plantas y animales como parte de una comunidad viva y no como objetos aislados (Bucchi, 2006). Schmeil recomendaba el uso de ilustraciones sobre comunidades vivas para que los estudiantes comprendieran la naturaleza no como un conglomerado sino como un organismo. Estos principios fueron aplicados en sus láminas, dirigidas al estudio de la morfología y fisiología vegetal en centros de segunda enseñanza. Eran un total de veintidós láminas de 115 cm x 160 cm y de 110 cm x 130 cm. Las láminas trataban sobre los siguientes temas y especies: tulipán (*Tulipa suaveolens*), ortiga blanca (*Lamium album*), pino silvestre *Pinus silvestris*, (*Campanula rotundifolia*), *Ficaria verna* o *Ranunculus ficaria*, *Anemone nemorosa*, champiñón de prado (*Psalliota campestris*), *Puccinia graminis*, *Aspidium filix*, algas, rosal silvestre (*Rosa canina*), *Drosera rotundifolia* y *Pinguicula vulgaris*, bacterias, la célula y su segmentación, membrana celular, inclusiones celulares, tejidos epidérmicos I, tejidos

¹²⁶ Proyecto CEIMES: http://www.ceimes.es/museo_virtual/cervantes/objetos/laminas (Consultado el 2/5/2013).

¹²⁷ Karl August Möbius (1825-1908) fue fundador del primer Acuario de Hamburgo en 1863 y después director del Museo Zoológico de la Universidad de Berlín.

epidérmicos II, tejidos de asimilación, hongos comunes comestibles, hongos venenosos y tejidos de circulación y conjuntivos (*Catálogo Cultura*, 1934). En nuestro país se pudieron utilizar algunas de las láminas Schmeil, por ejemplo, en el Instituto-Escuela de Madrid hoy IES Isabel la Católica¹²⁸.

Algunas colecciones de morfología de plantas fanerógamas fueron especiales pensadas para las escuelas elementales, como la de Hugo Täuber titulada *Botanische Wandtafeln*¹²⁹, una colección de diecisiete láminas representando el tulipán, cerezo y manzano, el sauce, la encina, el abedul y el avellano, el castaño de Indias, el lamio blanco, la germinación de la judía, la zanahoria silvestre, el centeno, el diente de león, la amapola, la mostaza silvestre, la patata, el pino y el abeto (*Catálogo Espasa-Calpe*, 1931). Otras láminas sobre árboles fueron las de la casa Verlag Carl Gerold's Sohn de Viena¹³⁰ dedicadas a los géneros comunes de grandes árboles como el sauce, el arce, el álamo negro, el abedul blanco, el fresno, el castaño de indias, el olivo, el pino, el alerce, el plátano, el abedul blanco, el manzano, el haya, el cerezo, el ciruelo, el castaño y la acacia.

Entre las escasas láminas de morfología para el estudio de la criptogamia indicamos el contenido de la colección titulada *Süsswasser-algen* de Max Schmidt, dedicada a los grupos más importantes de algas que podemos encontrar en el entorno del centro educativo, desde una charca, un río o una fuente a una pared rezumante. Las láminas estaban dedicadas a los siguientes organismos: once especies de cianofíceas, trece diatomeas, quince algas conjugadas, veintitrés algas verdes I y II, y seis especies de charáceas, feofíceas y rodofíceas (*Catálogo Cultura*, 1934). Estas láminas fueron comercializadas en España por la casa Cultura Eimler-Basanta-Haase, como las que se conservan en el IES Isabel la Católica y el IES Cardenal Cisneros ambos de Madrid¹³¹.

¹²⁸ Se puede consultar la página web del proyecto CEIMES en la siguiente dirección de internet: http://www.ceimes.es/museo_virtual/isabel_catolica/laminas/botanica (Consultado el 8/05/2013).

¹²⁹ Esta colección se puede encontrar en el Instituto de Educación Secundaria Cardenal Cisneros de Madrid y, en red, en la página de Biblioteca Virtual del Patrimonio Bibliográfico de la Biblioteca Nacional: http://bvpb.mcu.es/es/consulta/resultados_busqueda.cmd?posicion=1&forma=ficha&id=2448 (Consultado el 9/02/2014).

¹³⁰ Por ejemplo, esta colección se puede encontrar en el Instituto Cardenal Cisneros de Madrid y en red en la página de Biblioteca Virtual del Patrimonio Bibliográfico de la Biblioteca Nacional: <http://bvpb.mcu.es/es/consulta/registro.cmd?id=409111#infoejemplares> (Consultado el 9/02/2014).

¹³¹ El enlace a la ficha de estas láminas en el proyecto CEIMES se puede consultar en la siguiente

Para cada disciplina de la botánica había láminas especializadas. Para la fitogeografía o geobotánica se usaban las láminas de Hugo Täuber acompañadas de una monografía titulada *Erläuterungshelf zur biologisch-geographische Charakterbilder aus allen Zonen*, que explicaba con detalle cada una de las imágenes. Fueron fabricadas en Leipzig por la casa Gustav A. Rietzschel (*Catálogo Cultura*, 1934). En España se utilizaron, entre otros centros educativos, en el Gabinete de Historia Natural del Instituto Cardenal Cisneros de Madrid¹³². La colección estaba dedicada a la biogeografía de distintos continentes. Del continente americano representaba la vegetación y la fauna esteparia, las llanuras de Norteamérica, la vegetación ribereña de un río en la Guayana, las selvas montañosas del Brasil, las selvas vírgenes del Brasil Oriental, las orillas del río Amazonas superior, la región central del río Amazonas, la Pampa, las cordilleras andinas, un bosque de pinos en Norteamérica, las Montañas Rocosas, los Apalaches, un incendio en las praderas norteamericanas y las riberas inferiores del Misisipi. Del continente asiático, el interior de Ceilán, la meseta del Decán en la India Oriental, la Isla de Borneo, las selvas de Indochina, el delta del río Ganges, la selva virgen de Sumatra, las selvas subtropicales de la China sudoriental y los montes del Himalaya. Otro de los continentes representados era África, con el desierto del Sahara, las montañas de Abisinia, la falda del monte Kilimanjaro, el Nilo superior, las selvas ecuatoriales del África Occidental, la selva virgen de la costa de Guinea, las estepas sudafricanas, la isla de Madagascar, ribera de un río de África Central. Por último, la serie trataba Oceanía con la selva virgen del Sureste de Australia, un bosque de eucaliptos de Australia Meridional, Australia Occidental, Nueva Guinea, Nueva Zelanda y las islas de Kerguelén en el océano antártico.

Para la histología de las plantas se comercializaban las láminas plegables de Henkler. Cada una de estas láminas, en cartón fuerte, formaba un modelo tan plegable que se presentaba en un cubo de 40 cm en cortes horizontales, radiales y tangenciales, con los detalles microscópicos de: briófito *Marchantia polymorpha*, hoja de lirio, la capuchina (*Tropaeolum*), *Tradescantia*, tallo de pino, tilo I, tilo II, tallo del maíz, corte

dirección de internet: <http://www.ceimes.es/node/8334> (Consultado el 8/05/2013).

¹³² La colección completa de láminas se puede consultar escaneada en la Biblioteca Nacional de España: http://bvpb.mcu.es/es/consulta/resultados_busqueda.cmd?posicion=2&forma=ficha&id=2448 (Consultado el 09/02/2014).

de la raíz del lirio y una célula vegetal (*Catálogo Cultura*, 1934). La colección de láminas de anatomía vegetal de Elfring y Arnoven completaba esta temática con el estudio de la célula y su crecimiento, segmentación del núcleo celular, inclusiones y sustancias de reserva, crecimiento de la membrana, construcción de la hoja y del tallo dicotiledóneo, anatomía de la madera conífera y anatomía del tallo de monocotiledóneas con un corte específico del tallo del centeno y haz de conductos de savia (*Catálogo Cultura*, 1934).

Para la fisiología, las más utilizadas fueron las series de Errera y Laurent¹³³, la de Frank y Tschirch¹³⁴ y la de Kny¹³⁵ (Ganong, 1899). Quizás de todas las láminas para la enseñanza, las de Dodel-Port fueron las más completas desde el punto de vista artístico, biológico y educativo. Esta serie ilustrada reunía la sistemática, fisiología, histología y citología de plantas y fue creada por Arnold Dodel y su mujer Carolina Port. Consistía en cuarenta y dos láminas botánicas que se publicaron entre 1878 y 1893. Arnold Dodel estudió la reproducción de las plantas y de algunas especies de algas. Los Dodel-Port tenían en mente la necesidad de ilustrar organismos a escala microscópica. Pensaban que los esquemas e ilustraciones dirigidos a los alumnos de diferentes edades habían sido mal realizados ya que era difícil conseguir un correcto conocimiento de los elementos vivos de la naturaleza. De acuerdo con este pensamiento, su atlas de anatomía y fisiología de botánica fue diseñado para cualquier nivel de la enseñanza tratando cada rama del conocimiento botánico de forma integral. Consultando la colección completa del Atlas de A. Dodel¹³⁶ podemos encontrar los distintos grandes grupos en los que se dividían los organismos tratados dentro de la botánica: algas, hongos, musgos, helechos y fanerógamas.

¹³³ La serie de 15 láminas de Errera y Laurent fue publicada por H. Lamertin en Bruselas, tenían unas dimensiones de 70 cm x 85 cm, con texto explicatorio. Se pueden encontrar en la página de internet de la Image Library the Memory of Netherlands:

http://resources21.kb.nl/gvn/SAE01/SAE01_TUD-264_U.jpg (Consultado el 23/10/2013).

¹³⁴ La serie de 60 láminas de Frank y Tschirch fue publicada por Paul Parey en Berlín con un tamaño de 65 x 98 cm. Se pueden encontrar en la página de internet de la Image Library the Memory of Netherlands: http://resources21.kb.nl/gvn/SAE01/SAE01_UG-30001_U.jpg (Consultado el 23/10/2013).

¹³⁵ La serie de 100 láminas de Kny fueron publicadas en Berlín, tenían un tamaño de 69 x 85 cm. Se pueden encontrar en la página de internet de la Image Library the Memory of Netherlands: http://resources21.kb.nl/gvn/SAE01/SAE01_TUD-326_U.jpg (Consultado el 23/10/2013).

¹³⁶ Las láminas pueden ser descargadas de la exposición: The art of knowledge: educational botanical wall charts 1870-1960. En la página de internet de la Image Library the Memory of Netherlands: http://www.geheugenvannederland.nl/?/en/collecties/kennis_als_kunst_botanische_onderwijsplaten_1870_-_1960 (Consultado el 1/11/2013).

- Planchas representando la morfología microscópica y la citología de varias especies de algas, mostrando también sus fases de reproducción como *Ulothrix zonata*, *Cystoseira barbata*, *Chara fragilis*, *Volvox globator*, *Volvox minor*, *Polysiphonia subulata*, *Chara fragilis*, *Cosmarium botrytis* y *Oedogonium diplandrum* (figura 5).
- Planchas representando la morfología macroscópica y microscópica de varias especies de fanerógamas, mostrando también la polinización por insectos y la formación del tubo polínico y la fecundación con dos planchas de *Lilium martagon* (figura 6), dos planchas de *Lavatera trimestris* representando a nivel microscópico los granos de polen en las anteras y el gineceo con los óvulos, membrillero (*Cydonia vulgaris*) con corte transversal de la flor, polinización y fruto entero en corte transversal y longitudinal, corte transversal de la flor de *Passiflora*, con representación de los frutos, detalles de la flor de *Ophrys arachnites*, detalle del gametofito femenino o saco embrional de *Narcissus poeticus*, polinización en *Salvia*, corte en sección longitudinal de la flor papilionada de *Phaseolus coccineus*, *Cycas circinalis*, *Erythrotis beddomei*, *Elodea canadensis*, *Pinus laricio*, *Drosera rotundifolia*, *Centaurea cyanus*, *Taxus baccata*, *Datura stramonium*, *Cuscuta glomerata* y *Puccinia graminis*.
- Arquegonio y anteridio de *Marchantia zowel*, *Marchantia polymorpha*, *Schizomycetes*, *Bacterium anthracis*, *Mucor mucedo*, *Endocarpon pusillum*, *Peziza*, *Equisetum telmateia* y *Selaginella Helvetica*.

Otro de los grandes maestros creadores de láminas fue Gastón Bonnier. Sus ilustraciones estaban realizadas con gran criterio didáctico en la elección de los ejemplares representados, con especies cosmopolitas que se pueden encontrar en diversos lugares, procesos de reproducción tanto de plantas superiores como inferiores, diagramas florales y reproducción de cortes histológicos a escala de hojas, tallos y raíces. Combina detalles macroscópicos con los que requieren la participación de la lupa o el microscopio. Sus láminas más conocidas, *Cuadros de Historia Natural*, se deben a la colaboración con la casa Deyrolle, que fue y sigue siendo una de las grandes casas productoras de materiales didácticos de Francia.

En 1866 Emile Deyrolle retomó la casa comercial fundada por su abuelo con una tienda en París que, desde 1831, contaba con una clientela fascinada por sus láminas didácticas, animales naturalizados, modelos y vitrinas antiguas llenas de colecciones de insectos, conchas, minerales y otras maravillas de la naturaleza. Los Deyrolle, apasionados por las ciencias naturales, desarrollaron materiales didácticos, especialmente las láminas y cuadros murales de colores publicados bajo el título "Museo de la Escuela Deyrolle". Estas láminas tienen distinta orientación según se destinaran a la educación primaria, secundaria o universitaria. Se dedican a enseñar las "lecciones de cosas" a los pequeños, pero sobre todo la botánica, la zoología, la entomología, la geografía, la anatomía humana y la educación cívica. En la década de 1870 el Estado francés se convirtió en el mayor cliente de la casa, al equipar a todos los centros escolares con material Deyrolle. Entre las colecciones de láminas Deyrolle podemos mencionar las tablas murales para las clases infantiles según el método de Matrat¹³⁷ (*Catálogo Les Fils d'Émile Deyrolle*: 1925). Estas tablas median 62 cm x 49 cm, y representaban a los principales animales y plantas útiles en alimentación y usos para el ser humano. Eran unas pocas láminas: el ciruelo en flor con los niños alrededor del árbol permitiendo ver el tamaño del mismo, el roble, en el borde de un bosque, un gran árbol y, otra igual a la anterior, solo que los niños debajo. Entre los argumentarios de los catálogos de la época se puede leer: "La educación a través de los ojos es la que cansa menos a la inteligencia, pero la educación sólo puede tener éxito si las ideas que se graban en las mentes de los niños son rigurosamente exactas" (Deyrolle, 1877: 7). En lo que corresponde a las plantas y a su relación económica y geográfica, se editaron unas seis cartas para las escuelas de prácticas agrícolas, realizadas por Albert Bernard, que representaban en un mapa de Francia la distribución geográfica de los productos: los cereales, las que producen bebida como la vid, la manzana y el lúpulo, las plantas textiles como el algodón, el lino, la morera, o el cáñamo, las plantas oleaginosas como la colza, y el olivo y los árboles frutales (Paccalet, 2004).

La agricultura, la silvicultura y la horticultura constituyeron una parte importante dentro del estudio aplicado de la botánica. Para tratar estos temas otras casas, igual que Deyrolle, hicieron láminas sobre el uso de los vegetales, en algunos casos con vocación nacional y otras con especies cosmopolitas. De la editorial Hermann Zippel & Carl

¹³⁷ M. Matrat fue inspectora general de las escuelas maternas de Francia.

Bollmann conocemos la colección *Ausländische Kulturpflanzen in farbigen Wandtafeln* sobre láminas murales de plantas cultivadas¹³⁸ con veinticuatro láminas. Otra colección interesante relativa a plantas cultivadas o de uso para el hombre eran láminas murales de Historia Natural de la librería Schreiber¹³⁹, de Esslingen (Alemania), con la participación de V. Ahles, para la enseñanza primaria, compuesta por sesenta y ocho láminas litografiadas a color de un tamaño de 43 por 36 cm, las cuales se separaban en cuatro series, dos de ellas dedicadas a botánica. Algunas podemos encontrarlas en el IES Jorge Juan de Alicante, antiguo Instituto Provincial (Lancis, Villada y García, 2002), y se componían de dos series:

- Botánica I. – Catorce láminas de flores regulares, irregulares, fecundación, frutos carnosos, frutos secos, simientes, raíces y troncos, tabaco de Virginia, patatas, arbusto de té, rábano y colza, arroz y trigo, cacao y goma de acacia.
- Botánica II. Catorce láminas de las siguientes temáticas: algodón, maíz, caña de azúcar, limón, canela, índigo, banana, guinda, pimiento, tomate, palmera de cocos, platanero, mango, árbol del pan y el árbol del café.

La librería Schreiber también produjo unas láminas sobre plantas venenosas¹⁴⁰ y de las plantas importantes para el comercio realizadas también por el profesor V. Ahles¹⁴¹.

- Plantas venenosas, algunas de ellas de interés en farmacia: el ranúnculo ligulado, la pulsatila, varias especies de eléboro, el acónito, varias especies de cicuta, la datura, la belladona, la digital, el torvisco, el cólchico y el tejo entre otras.
- Algunas de las plantas más importantes para el comercio: la palmera datilera, el arroz, la caña de azúcar, el azafrán, la piña de la India, el banano, la vainilla, el tabaco de Virginia, el tabaco silvestre, la tomatara, el pimiento, el olivo, la quina, el café, el pimentón, la higuera, el cáñamo, el lúpulo, el castaño, el canelero, la adormidera, la alcaparra, el té chino, el limonero, el lino, el arbusto de coca, el cacao, el trigo morisco, la pimienta de Jamaica y el almendro.

¹³⁸ Publicada en 1889 por Friedrich Vieweg & Sohn en Braunschweig (Alemania).

¹³⁹ La casa editorial alemana J.F. Schreiber fue fundada en 1831 y premiada en las exposiciones de Santiago de Chile, Chicago, Filadelfia, etc., ofrecía numeroso material de enseñanza como cuadros murales, láminas y modelos anatómicos desmontables (Bernal y López, 2009).

¹⁴⁰ Colección formada por 38 láminas de 80 cm x 95 cm, (*Catálogo Schreiber*, s.d.)

¹⁴¹ Colección formada por 36 láminas con grabados en colores, de 80 cm x 95 cm (*Catálogo Schreiber*, s.d.).

Otra colección de la librería Schreiber era sobre las plantas útiles. Creada por Franz Engleder fue distribuida en España por la casa Cultura Eimler-Basanta-Haase. En el Gabinete de Historia Natural del Instituto Cardenal Cisneros de Madrid se encuentra la colección parcial¹⁴² dedicada a estas plantas: maíz, algodón, remolacha, guisante, vid, trigo y patata.

Ganong en su libro sobre la enseñanza de la botánica recomendaba una serie económica de botánica aplicada sobre a las plantas comerciales como la colección Hassack¹⁴³, la de las cartas de agricultura de Orth y la de las enfermedades de las plantas de Tubeuf¹⁴⁴ (Ganong, 1899). Sus láminas¹⁴⁵ estaban dedicadas a especies parásitas como al muérdago (*Viscum album*), al género *Fusicladium* que ataca a los frutales, a la planta parásita latrea (*Lathraea squamaria*), a especies del polvo del trigo, al carbunco del trigo, al orín de trigo, de la cebada y de la avena, además de a los destructores de las maderas (*Catálogo Koehler-Volckmar*, 1910: 217).

En el apartado de fabricación española encontramos el *Nuevo Museo de Historia Natural* de la casa Bastinos¹⁴⁶ para la enseñanza intuitiva de las ciencias naturales, con sus aplicaciones en la agricultura, la industria, el comercio y las necesidades inherentes a la alimentación, la vestimenta y los materiales de construcción y utensilios. Son un total de sesenta láminas estampadas en cromolitografía sobre papel vitela, de 50 cm por 39 cm (*Catálogo Dalmáu*, 1935). Se dividen en cuatro series y la tercera trata de los vegetales:

¹⁴² La colección puede ser consultada en la Biblioteca Nacional de España:

<http://bvpb.mcu.es/es/consulta/registro.cmd?id=409241> (Consultado el 01/11/2013)

¹⁴³ La colección Hassack se componía de 16 láminas y fue producida por A. Pichlers Witwe and Sohn, en Viena con unas dimensiones de 63 cm x 95 cm (Ganong, 1899).

¹⁴⁴ Carl Freiherr Tubeuf (1862-1941) fue uno de los fundadores de la investigación de la patología de plantas en Europa. Pionero en el control biológico introdujo el término "control biológico" para la fitopatología. Fue experto en muchas áreas, y sus intereses incluían las enfermedades de las plantas, la micología, los insectos forestales, la roya vesicular del pino, los muérdagos, las leyes de protección de las plantas y la conservación de la naturaleza (Maloy y Lang, 2003).

¹⁴⁵ Parte de la serie se puede consultar en la página de internet de la Image Library the Memory of Netherlands: por ejemplo, la lámina sobre los hongos que atacan a los cereales como los carbones: http://resources21.kb.nl/gvn/SAE01/SAE01_UG-30101_U.jpg (Consultado el 23/10/2013).

¹⁴⁶ Los editores Juan y Antonio Bastinos, cuya empresa data de 1852, publicaron su primer catálogo en 1855. Es una casa comercial ampliamente premiada en exposiciones de carácter internacional (París, Viena, Chile, Filadelfia) y nacional (Zaragoza, Barcelona o Madrid) (Bernal y López, 2009).

- El pan: trigo de invierno, trigo de primavera, trigo cuadrado, cebada, centeno, amasijo del pan, siega, trilla y molienda del trigo, horno moderno de rotación, panes, galletas y pastas alimenticias y horno antiguo.
- Granos alimenticios: guisante, judía, habas, torta de maíz, recolección del maíz, marca y tallo, espigas de arroz y recolección de arroz en la Albufera.
- El vino, la cerveza y la sidra: racimos de uvas, bodega, filoxera de invierno, el lagar con el orujo y los toneles, brazaje de la cerveza, el lúpulo, recolección, el champagne, pasas, la vendimia, destilación del vino para obtener alcohol, lamparilla de alcohol, molino para manzanas, flor y fruto de la manzana para la sidra.
- Frutas: piña americana, banana de Canarias, dátiles berberiscos, avellanas cultivadas, cerezo, almendro, raja de melón, albaricoques, fruto del nogal, naranjas, fresas del bosque y peras de vergel.
- Plantas alimenticias: col, nabo, planta de la patata, germinación, patata Parmentier, cosecha, fécula, patatas fritas, rábano, calabaza, alcachofa y calabacín.
- Verduras y hongos: tomate, zanahoria, pimienta y guindilla, hongos comestibles, cría subterránea de hongos blancos, conserva de hongos, hongo pardo y trufa, recolección de hongos, remolacha sacarina, molino para remolacha, azúcar de remolacha y espárrago silvestre cultivado.
- Condimentos: cebolla, ajo, canela, cortezas de canela, limón, vainilla, azafrán, pimienta, embutido, chocolate y cosecha de cacao.
- Plantas industriales alimentarias: té chinesco, café, recolección, preparación del té, planta, hoja, flor y utilización del tabaco, caña de azúcar, azúcar cande, refinado y la recolección de caña de azúcar en las Antillas.
- Plantas industriales textiles: retama, cáñamo, recolección del cáñamo, goma elástica nativa, planta del caucho, recolección, aplicaciones del caucho, algodón, su cosecha y el lino.
- Plantas medicinales: digital purpúrea, adormidera, cascajo, opio, tamarindo,

acónito, eucalipto globuloso, belladona, quina americana, alcanfor ceilándico y la coca del Perú.

- Árboles europeos: encina, bellotas, madera, olivo, prensa para fabricar aceite, madera de olivo; recolección del corcho, aplicaciones; nogal; pino y aplicaciones.
- Árboles exóticos: cedro del Líbano, arce (azúcar y madera), bambú, selva, madera de caoba, acacia gomífera y baobab.
- Cultivos mejicanos: tabaco, cocotero, palma y recolección de pulqué.

Además del material comercial, existió también un material elaborado en los propios gabinetes y clases de algunas universidades españolas. Para solventar las carencias de material científico en los centros docentes y la escasa familiarización de los alumnos con el microscopio o las imágenes, el profesor debía tener dotes de ilustrador sobre la pizarra. En ocasiones, para mostrar imágenes con suficiente detalle elaboraba dibujos en gran formato sobre papel que, enmarcados, eran utilizados como material docente (González Bueno y Baratas, 2007). Este es el caso de la colección didáctica de Gómez Pamo¹⁴⁷ elaborada en 1912. Son cerca de noventa dibujos en láminas montados sobre un tablero, que se correspondían con el programa de la asignatura de Materia Farmacéutica Vegetal de la Universidad Complutense, e ilustraban el análisis de las estructuras citológicas e histológicas de los vegetales. Existía un claro paralelismo entre el contenido iconográfico del *Tratado de Materia Farmacéutica Vegetal*, utilizado como manual de su asignatura, y las láminas de esta colección. Las ilustraciones conservadas en la Universidad Complutense siguen un orden creciente de complejidad, desde las estructuras celulares a las más complejas como vasos, fibras y glándulas. Se representaba también grandes estructuras como las raíces y rizomas de especies medicinales tales como la jalapa, la polígala, el acónito, la ipecacuana además de los tallos y las cortezas de quinas y del canelero, hojas del té, boldo y eucalipto, frutos y semillas como la pimienta, el café y la nuez moscada¹⁴⁸.

¹⁴⁷ Juan Ramón Gómez Pamo, (1846-1913) fue catedrático de Materia Médica Farmacéutica en la Universidad Central de Madrid.

¹⁴⁸ Colección de Histología Vegetal Gómez Pamo de la Universidad Complutense de Madrid: <https://www.ucm.es/coleccion-de-histologia-vegetal-gomez-pamo> (Consultado el 01/11/2013).

En la Universidad de Murcia encontramos una situación similar. Se realizaron láminas murales de anatomía vegetal dibujadas en el laboratorio por José Loustau (Fernández de Velasco, 1929). Este material no se conserva en la actualidad pero en algunas fotografías del antiguo laboratorio se pueden ver de tal forma que hemos podido relacionarlas también con la asignatura de Loustau, de Mineralogía y Botánica, y con los dibujos que aparecen en su *Manual de Botánica* (Loustau, 1918). Colgadas de la pared hay dos láminas que reproducen dibujos del libro (figura 10). Estos dibujos son testigo de una tendencia que relacionaba las estructuras histológicas de los vegetales con su función y significación biológica.

5.1.2. Las láminas utilizadas en la Región de Murcia.

Estudiamos dos colecciones de láminas: la de *Cuadros de Historia Natural* para la enseñanza secundaria y las escuelas normales primarias, publicada por Les Fils d'Émile Deyrolle con dibujos de Bonnier, y las láminas de morfología y biología de las plantas del profesor E. Rapossi conservadas en el Museo Loustau y el CEME respectivamente.

Hemos estudiado la parte correspondiente a la botánica de los *Cuadros de Historia Natural* que ocupan desde la lámina número 24 hasta la lámina 60, ambas inclusive. Todas ellas están coloreadas y tienen unas dimensiones de 120 cm x 90 cm. Por su tamaño, por la calidad de sus dibujos y por su colorido esta colección es uno de los elementos más valiosos conservados (figuras 11, 12 y 13 del anexo I). En total se han estudiado veintiséis láminas de botánica, una de ellas de paleobotánica (tabla 3 del anexo II). Existe un catálogo donde se recoge el listado de láminas ofertada por la casa comercial, comparándola con nuestro caso, podemos concluir que hay láminas que faltan en la colección del Museo Loustau (*Catálogo Les Fils d'Émile Deyrolle*, 1925). En el inventario de la crónica de 1929 de la Universidad de Murcia se hace mención a la “colección completa de láminas murales de zoología, botánica y geología de Deyrolle” (Fernández de Velasco, 1929: 48).

BOTANIQUE			
24 Graines, Germination	35 La Carotte	43 Le Lis	55 Anatomie de la racine
25 Racines	36 Rubiacées	47 L'Iris	56 Anatomie de la tige
26 Tiges	37 La Primevère	48 L'Orchis	57 Anatomie de la feuille
27 Feuilles	38 La Pomme de terre	49 Palmiers	58 Reproduction des Cryptogames
28 Fleurs	39 Borraginées	50 Le Blé	59 Reproduction des Muscinées
29 Giroflée	40 La Linaire	51 Le Pin	60 Reproduction des Algues et des Champignons
30 Coquelicot	41 Le Lamier blanc	52 Cryptogames (Fougère, Prêle, Mousse)	
31 Renonculacées	42 La Grande Marguerite	53 Cryptogames (Champignons, Lichens, Algues)	
32 Le Fraisier	43 Le Bluet	54 Plantes parasites	
33 Le Pois	44 La Chicorée		
34 La Vigne	45 Le Chêne		
Les 37 tableaux de Botanique, montés sur toile, avec bâtons haut et bas			1240 fr. »
Les 37 tableaux réduits de Botanique (0,28 x 0,18), en noir pour les élèves			9 fr. 20

Listado de láminas de botánica de la colección de *Les Fils d'Emile Deyrolle* (1925: 25).

El conjunto de láminas de la colección incluye varias ramas de la botánica: la descriptiva con morfología y anatomía, además de la fisiológica con ciertas funciones entre las que se destaca la reproducción. En el Museo hemos estudiado las siguientes láminas:

- Raíces (L-1) y sus adaptaciones a medios y situaciones especiales. Se representa el tubérculo de *Dahlia* como la típica raíz subterránea engrosada y llena de sustancias de reserva para la supervivencia en épocas desfavorables. Las plantas acuáticas también tienen raíces, en este caso se representa la lenteja de agua perteneciente al género *Lemna* y sus pequeñas raicillas simples que terminan en una cofia muy desarrollada y llamativa. También se ilustra la enredadera del género *Hedera*, una planta trepadora que se sujeta a las paredes rocosas con unas raíces especiales a modo de crampones de alpinista (figura 11).
- Tallos (L-2). Esta lámina enseña la morfología de distintos tipos de tallos con adaptaciones especiales como son los trepadores, los espinosos, los aplanados con forma de hoja como en *Ruscus aculeatus* o los subterráneos de reserva (figura 11).
- Planta del alhelí o *Cheiranthus cheiri* (L-3, ver ficha en el anexo III). Se ilustra la morfología de la planta del alhelí representando el porte de la planta y su inflorescencia, un corte longitudinal de la flor, y un corte anatómico en visión transversal del ovario. También muestra caracteres morfológicos relevantes para la taxonomía como el fruto característico de esta familia, la silicua, un fruto capsular parecido a una legumbre pero que se abre longitudinalmente por el plano del tabique o septo y es tres veces más largo que ancho.
- Planta de la amapola o *Papaver rhoeas* (L-4). Se muestra la morfología floral con

el detalle de un corte mostrando las estructuras reproductoras. Dos sépalos verdes, varios pétalos rojos y estambres múltiples de color negro caedizos. Destaca el detalle del fruto en cápsula con dehiscencia por orificios de pequeñas dimensiones (foraminicida), que se abre cuando maduran las semillas por unos poros situados bajo el disco del estigma (figura 11).

- Varias especies de ranunculáceas (L-5). Las ilustraciones muestran la morfología floral de plantas de tres especies de la familia, con su respectiva visión frontal, ilustración de las piezas florales por separado y un diagrama floral para facilitar la comprensión. La primera especie es la *Anemone pulsatilla* con seis sépalos, gran número de estambres, y un corte longitudinal del carpelo mostrando una semilla única y una pared pelosa. La segunda especie es el *Ranunculus repens* con el detalle de la rama en flor con cinco sépalos verdes y cinco pétalos amarillos; tiene múltiples carpelos libres de los que se ilustra uno en detalle con un corte longitudinal mostrando un único óvulo de placentación basal. La tercera especie representada es del género *Nigella*, con cuatro sépalos blancos y diez pétalos blancos en forma reducida, la fórmula floral y el dibujo muestran múltiples estambres, cinco carpelos con varios óvulos, un corte transversal y otro longitudinal de un carpelo con numerosas semillas (figura 11).
- La planta de la fresa (L-6). Lámina ideal para la explicación de la morfología de una planta de la familia de las rosáceas. Los detalles más importantes son la visual de la flor desde arriba y en corte longitudinal, además de ilustrar el fruto característico, que en realidad es un receptáculo floral engrosado y carnoso llamado eterio, sobre el que se encuentran los pequeños frutos o aquenios. Sobre la fisiología, la lámina tiene un espacio para ilustrar el crecimiento por estolón que es la forma vegetativa característica de reproducción en fresas y fresones (figura 12).
- La planta del guisante (L-7). Se muestra la morfología de esta planta como típica representante de la familia de las fabáceas, con el característico fruto en legumbre¹⁴⁹. Dentro de la familia se trata la subfamilia de las papilionáceas con la que se puede estudiar en detalle la flor zigomorfa y hermafrodita con la típica corola

¹⁴⁹ La legumbre es un fruto monocarpelar y dehisciente por las líneas que corresponden al nervio medio del carpelo y a la sutura ventral.

papilionada¹⁵⁰. Otra característica importante que se muestra en la lámina es el fruto en legumbre, de importancia crucial para la economía agrícola y ganadera, por tanto esencial para las prácticas de botánica agrícola.

- La planta de la primavera o *Primula* (L-8). En la lámina se muestra la planta con su porte herbáceo y sus grandes hojas en roseta basal, la inflorescencia muestra las flores de pétalos amarillos soldados con cinco pétalos opuestos.
- La planta de la patata o *Solanum tuberosum* (L-9). Se ilustran el tubérculo y el crecimiento de las yemas. Otro de los conceptos más importantes a destacar desde el punto de vista didáctico son los caracteres que hacen distinguir taxonómicamente a esta familia (solanáceas) con la flor típica de pétalos y anteras soldados y el fruto en baya característico. En un corte transversal se ve el ovario bilocular y múltiples óvulos (figura 12).
- Distintas flores de boragináceas (L-10). Se muestra la morfología de algunas de las especies más conocidas de esta familia. También los caracteres taxonómicos relevantes como las flores actinomorfas, tubícolas y pentámeras. Se representan las flores pertenecientes a los géneros *Pulmonaria*, *Myosotis* y *Borago* con sus respectivos cortes longitudinales, sus respectivos diagramas florales y los diferentes frutos en drupa, en cuatro clusas¹⁵¹ o en esquizocarpo¹⁵² de cuatro núculas¹⁵³.
- La linaria o *Linaria vulgaris* (L-11). Se representa la planta herbácea con raíz leñosa perenne, las hojas lineales y alternas. La característica taxonómica en la que se centra la lámina son sus flores, con largos racimos terminales y una corola con dos labios muy llamativos, ya que la flor parece una boca, un insecto en el labio inferior como la abeja o el abejorro que hace abrir la flor y permitir la fecundación. Con un corte longitudinal se representa la morfología interna con cuatro estambres unidos en parejas por las anteras. El fruto es una cápsula seca con semillas aplanadas y alas para dispersarse a distancia de la planta madre (figura 12).
- Ortiga blanca o *Lamium* (L-12). En la lámina se muestra la morfología de la planta

¹⁵⁰ La corola papilionada tiene un pétalo superior llamado estandarte, más desarrollado y erguido, dos pétalos laterales que forman las alas y los dos inferiores que forman la quilla, ligeramente soldados.

¹⁵¹ Fruto indehisciente, procedente de la división longitudinal de un gineceo sincárpico o soldado.

¹⁵² Derivado de un ovario de carpelos soldados y con varios lóculos que se desmembran en la madurez.

¹⁵³ Fruto monospermo, seco indehisciente con la pared o pericarpio endurecido o leñoso. A este fruto también se le llama carcérulo.

herbácea con especial atención a la flor bilabiada y a las hojas. En el ejemplar dibujado se pueden observar ciertas semejanzas con la ortiga. Las hojas, que crecen en ángulo recto, son opuestas, velludas, acorazonadas, terminadas en punta y con bordes muy dentados. En la axila de las hojas superiores nacen verticilos impares de flores blancas. La flor es zigomorfa, con dos labios superior e inferior, y de los cuatro estambres dos son más altos. Los frutos están formados por cuatro partes indehiscentes conteniendo semillas.

- Margarita mayor o *Chrisantemum coronarium* (L-13). Esta lámina muestra un ejemplo representativo de la familia asterácea, también conocida como compuestas. Además de la visión en conjunto de la planta, se representa un corte longitudinal con la disposición de las flores formando la inflorescencia en capítulo. La especie que aparece es la margarita mayor, con sus pequeñas flores tubulares (flósculos) y las flores que parecen pétalos (lígulas).
- El aciano o *Centaurea cyanus* (L-14). Presenta en primer término una sección superior de la planta en la que se intuye el porte herbáceo. Dibuja una inflorescencia madura en la que podemos distinguir varias estructuras de una inflorescencia compuesta como las flores periféricas, estériles, de color azul y más grandes y más vistosas que las interiores. En el interior se encuentran los flósculos con cinco pétalos soldados formando un tubo que luego se abre, y cinco estambres con las anteras soldadas; también muestra el fruto en aquenio.
- La achicoria o *Cichorium intybus* (L-15). En primer término podemos ver una visión de la disposición de las hojas opuestas en la que, a lo largo del eje, se van distribuyendo las inflorescencias. Dedicamos especial atención a la inflorescencia típica de la familia compuestas o asterácea: mediante un corte nos muestra el receptáculo donde se disponen las pequeñas flores que tienen una corola en forma de tubo y luego un pétalo muy desarrollado; los estambres se sueldan por las anteras.
- El roble o *Quercus robur* (L-16). Ilustra las explicaciones sobre la morfología de las hojas y de la reproducción. Observamos las hojas simples alternas, lobulado-dentadas. Se muestran en detalle las pequeñas inflorescencias de flores masculinas y femeninas, además del fruto en bellota o glande, un aquenio policarpeo de gran tamaño y de pericarpo coriáceo, envuelto alrededor de su base por una pieza

acrescente denominada cúpula (figura 12).

- La azucena o flor de lis (L-17). Muestra la morfología de la planta: en primer término, el conjunto de flores que se forma en una vara, el bulbo y las hojas acintadas paralelinervias. Se ven en detalle estructuras como el pistilo y un corte longitudinal de raíz y uno transversal del ovario. Esta lámina es útil para poner de manifiesto características de las plantas monocotiledóneas como la presencia de tépalos o para explicar el concepto de bulbo, yema subterránea con los catafilos (bases foliares) convertidos en órganos de reserva.
- Lirio o *Iris* (L-18). Ilustra la morfología de la planta: se observa el porte herbáceo y los rizomas (tubérculos que se forman por el engrosamiento del tallo). En lo que a la reproducción se refiere, se muestra en detalle la flor desarrollada con sus brácteas basales; en otro dibujo se presenta un corte longitudinal que deja ver el ovario ínfero con placentación axial. El fruto es una cápsula loculicida que se dibuja en dehiscencia (abriéndose en tres partes).
- Grupos de criptógamas (L-19). Representación de unas láminas del alga del género *Fucus* con sus estructuras típicas como vesículas de aire y estructuras reproductoras; un cuerpo fructífero del hongo del género *Morella* y el del champiñón del género *Agaricus* con la clásica seta y el micelio; también se representan líquenes viviendo sobre madera (figura 13).
- Plantas parásitas (L-20). Nos enseña tres casos de plantas parásitas: la cuscuta, el muérdago y el orobanche. Destaca la gran inflorescencia en espiga del orobanche frente a las minúsculas flores de la cuscuta y las imperceptibles del muérdago. Los dibujos muestran la diversa forma de parasitar mediante la inserción sobre raíces en el caso de orobanche; la cuscuta parasitando las hojas y tallos con una maraña de zarcillos, con haustorios, órganos chupadores dentro de las plantas parasitadas por los que extrae los nutrientes, lo que explica que no tenga hojas o que estén reducidas; por último, en el caso del muérdago se representan las hojas verdes pero también la inserción en el tronco por la que el muérdago extrae parte del alimento.
- Anatomía de la raíz (L-21). Esta lámina nos ofrece la oportunidad de aprender cómo se forma la raíz y la función de cada una de sus partes, por medio de una serie

de cortes. En un corte transversal se muestra el sistema vascular con los vasos liberianos que conducen la savia elaborada y los leñosos que conducen la savia bruta. En un corte longitudinal se puede aprender a situar ciertas estructuras como la cofia, el cilindro central, el endodermo y las células iniciales meristemáticas que van originando los distintos tejidos de la raíz (figura 13).

- Cortes de la anatomía de distintos tipos de tallo (L-22). En una primera parte se comparan los cortes transversales esquemáticos de tallos que van desde uno joven, a los de uno, dos y tres años, dejando clara la evolución de la anatomía y de los tejidos. En una segunda parte se muestra un corte transversal de un tallo joven de dicotiledónea. En la tercera se representa el corte longitudinal de un tallo joven de dicotiledónea, donde se pueden estudiar los vasos leñosos espirales, vasos reticulados, punteados y los vasos liberianos. En último término, se presenta el corte transversal de un tallo de tres años.
- Anatomía de la hoja (L-23). Mediante dibujos de cortes y estructuras microscópicas en detalle podemos reconocer la epidermis del haz de la hoja, el tejido fotosintético en empalizada (parénquima) y los nervios con los vasos leñosos y liberianos. En el envés de las hojas se ven las lagunas, las células estomáticas, los ostiolos, las cámaras estomáticas y la epidermis (figura 13). Se muestran los estomas en detalle, poniendo en comunicación el sistema de oreamiento con el aire circundante controlado por dos células reniformes que forman la entrada (figura 13).
- Reproducción de algas y hongos (L-24). Se representa la reproducción por conjugación entre los filamentos de las algas del género *Spirogyra*. También se muestra la reproducción de distintos hongos y la formación de esporas (figura 13).
- Reproducción de briófitos (L-25, ver ficha en el anexo III). En primer término, se representa el desarrollo del protonema a partir de la germinación de una espora. Sobre el protonema se dibuja el desarrollo de las pequeñas hojas. De la siguiente fase se muestra un corte del arquegonio con la oosfera y los anteridios con los anterozoides. Mediante un corte longitudinal se ilustra la cápsula que libera las esporas en el musgo del género *Funaria*. Otro grupo que se puede estudiar es el de las hepáticas, en concreto el género *Marchantia* con varios dibujos donde se observan los anteridios en los pies masculinos y los arquegonios en los pies

femeninos.

- Vegetales de la época primaria (L-26). Representación de un ambiente palustre con plantas extintas.

La colección completa recogía once láminas: la germinación del grano, las hojas, los higos, la vid, la zanahoria, las rubiáceas, la orquídea, las palmera, la fecundación por abejas, el pino y las criptógamas (helechos y musgos). Las láminas conservadas fueron plastificadas por el profesor Francisco del Baño para su mantenimiento, aunque dificultaba su fotografiado por el reflejo provocado por el plástico. Las láminas se disponían en la sala principal separadas por temáticas, en la actualidad se conservan todas en un armario recientemente restaurado.

Otra colección que hemos inventariado (tabla 4, anexo II) es la de láminas de morfología y biología de las plantas del profesor E. Rapossi de la antigua Escuela Normal. Son un total de siete, impresas en los talleres gráficos Antonio Vallardi. Se producían en Milán y eran distribuidas en España por Material Escolar y Científico, Sucesora de J. Esteva Marata, en Barcelona. Las láminas murales tienen unas dimensiones de 99 por 62 cm (figura 14). Hemos inventariado y catalogado estas láminas:

- Histología de tallo y raíz (L-27). En ella se muestra cómo es la anatomía de la raíz a nivel microscópico con varias imágenes, como un esquema de la distribución de los haces fibro-vasculares en el corte transversal del tallo de una monocotiledónea. También se observan otras estructuras como el tallo de un girasol (*Helianthus annuus*), el corte transversal de una rama de tilo, haces colateral cerrado, colateral abierto y concéntrico, así como un corte longitudinal de un ápice de raíz, otro transversal de una raíz de radios múltiple y uno transversal del cilindro central de una raíz de tres radios.
- Histología de hoja y flor (L-28). Ilustra la estructura general de los tejidos de la hoja y de la flor de plantas superiores: un corte transversal de una hoja dorsiventral, un corte transversal de una hoja isolateral, la representación de una flor ideal en visión longitudinal, un corte longitudinal del óvulo anátropo (encurvado 180° sobre

su base), un corte longitudinal del óvulo ortótropo dispuesto sobre el filamento recto que lo une a la placenta (funículo) y un corte longitudinal del óvulo campilotropo (encurvado 90° sobre su base). Se muestran, en último término, los granos de polen de algunas especies de gladiolo, cobaea, enotera y zapallo.

- Morfología de las raíces (L-29). La lámina ilustra distintos tipos de formas de raíces y estructuras en quince figuras: la típica raíz ramificada de violeta, la napiforme de la zanahoria, la globulosa y pivotante del rábano, la fasciculada o atípica de una gramínea, la tuberosa de *Dhalia*, cortes de la raíz fibrosa de cicuta (mostrando sus cámaras y tabiques), la raíz parásita de muérdago (penetrando en un tronco de árbol), las raíces especiales adventicias, las acuáticas de la lenteja de agua (con el detalle de la cofia o piloriza), la raíz aérea de orquídea epífita desarrollada sobre la corteza de una rama de árbol, las estructuras especiales como los pelos radiculares de la raíz de una planta herbácea (mostaza blanca) y la cofia o piloriza recubriendo el cono vegetativo.
- Lámina de morfología floral I (L-30). Ilustra dieciocho tipos de flores y estructuras, entre las plantas habituales del entorno escolar: se reproducen un esquema y un diagrama floral, el típico cáliz de geranio y belladona, la corola cariofilácea de clavel, la cruciforme de nabo, la corola papilionácea o amariposada de una leguminosa, la corola campanulada de campanilla, la flor central (flósculo) y la marginal (lígula) de la margarita, la corola labiada y zigomorfa de *Lanium*, la flor anemófila adaptada a la dispersión por el viento de la avena y sus estructuras que protegen y facilitan la dispersión del polen (glumas), la flor de lirio que no diferencia en cáliz y corola (perianto homoclamídeo o perigonio), la flor de nenúfar y la transformación de sus piezas foliáceas en estambres. En último término, se exponen detalles anatómicos como el corte longitudinal de una flor con ovario súpero, un corte longitudinal de una flor con ovario ínfero, la diferenciación entre estambres libres, estambres soldados y los estambres soldados formando dos haces (diadelfos).
- Lámina de morfología floral II (L-31). Ilustra la forma de las inflorescencias más frecuentes en las plantas superiores con diez ejemplos y esquemas de racimo simple colgante, espiga compuesta, racimo compuesto erguido, espiga simple, capítulo, la cima bípara, corimbo, umbela simple, la umbela compuesta y en amento.

- Morfología de los frutos (L-32). Muestra los principales y conocidos tipos que pueden reconocer los escolares en casa, en la huerta o en la frutería con quince ejemplos: frutos de cerezo (drupas) y corte longitudinal lateral de una cereza, corte longitudinal de una manzana (Pomo, variedad de baya), frutos de una espina y corte de uno de ellos (bayas), corte transversal de un pepino (pepónide, variedad de baya); corte transversal de un limón (hesperidio, variedad de baya), fruto de trigo (cariopside), corte transversal de una semilla de una nuez (no están representados el epicarpio y el mesocarpio) (drupa semicarnosa o cápsula drupácea), frutos de espuela de caballo (folículos), fruto de arce (disámara), vaina de legumbre (variedad de cápsula), silícula (variedad de cápsula) de alhelí, frutos de frambuesa (sincarpios), corte longitudinal de uno de ellos, frutos de fresa (poliaquenos) y corte longitudinal de uno de ellos, frutos de higo (siconios) y corte longitudinal de uno de ellos y corte de una sección de la piña de pino mostrando las brácteas pegadas entre sí, encerrando las semillas desnudas.
- Germinación de las semillas (L-33). Se representan el corte longitudinal de una semilla monocotiledónea de maíz (*Zea mays*), el crecimiento y corte longitudinal de una dicotiledónea epigea como *Phaseolus*, la germinación de una semilla dicotiledónea hipogea como una planta del género *Pisum* y el corte longitudinal de una semilla de gimnosperma conífera del piñón del pino. La misma lámina dedica parte de la explicación a la estructura del suelo: arcilloso, arenoso, calcáreo y húmífero.

Las memorias del Instituto Provincial de Segunda Enseñanza de Murcia mencionan varias colecciones de láminas agrícolas relacionadas con la botánica. En el curso 1878/79 había una colección de quince mapas murales representando los órganos, inflorescencias e injertos de los vegetales¹⁵⁴. En la *Memoria* del curso de 1882/83 se mencionaban las siguientes láminas: colección de cuadros de sistema de jardinería, cuadros iluminados sobre el cultivo de setas, raíces alimenticias y hortalizas de Inglaterra¹⁵⁵. Durante el curso 1910 a 1911 se adquirieron para el gabinete agronómico

¹⁵⁴ Instituto Provincial de Segunda Enseñanza de Murcia. (1880): *Memoria leída en la solemne inauguración del curso académico de 1879 a 1880*. Murcia: Tipografía de Anselmo Arques, p. 120.

¹⁵⁵ Instituto Provincial de Segunda Enseñanza de Murcia. (1882): *Memoria leída en la solemne inauguración del curso académico de 1882 a 1883*. Murcia: Tipografía de Anselmo Arques, p. 109.

varios tableros murales sobre plantas naturales, químicas, alimentarias, venenosas, el champiñón y dos de plantas en germinación¹⁵⁶. Durante el curso 1912 a 1913 se compraron un cuadro de plantas parásitas y dos láminas de la filoxera de la vid¹⁵⁷.

5.2. Modelos anatómicos de plantas.

Uno de los materiales más interesantes y creativos que tratamos en esta investigación son los modelos de ejemplares del mundo vegetal. Por su complejidad artística están próximos al mundo de la escultura y representan fielmente la naturaleza de forma pedagógica. Los modelos son reproducciones a gran escala de elementos de flores, semillas, tallos, frutos, hojas, etc. Las estructuras delicadas como los pétalos se realizaban en papel maché y el receptáculo donde se insertaban los pétalos eran de cartón piedra o escayola, mucho más resistente y estable. Las estructuras como estambres y anteras se hacían con escayola y una varilla de metal que servía de eje.

Este tipo de modelos tuvieron como predecesores los realizados en cera (Aragón, 2012), mucho más complejos en su manejo, caros y frágiles. La cera probó ser particularmente apta para representar la vida orgánica, fácil de moldear y colorear. A finales del siglo XVII fue muy utilizada para crear modelos humanos para el estudio de la medicina, representando la anatomía y enfermedades. Las espléndidas colecciones de anatomía humana desarrolladas en Bolonia y Florencia, marcaron el apogeo de la anatomía plástica con la reproducción tridimensional en cera (Schnalke, 2004). Colmeiro hacía referencia a varias colecciones de modelos hechos en cera como la bella colección de plantas y órganos microscópicos agrandados del Museo del Gran Duque de la Toscana, las imitaciones de frutos de la Sociedad Hortofrutícola de Londres, las colecciones de hongos, como los de la galería botánica del *Jardin des Plantes* de París o el caso de Gleditsch, que publicó un método para hacer hongos artificiales que

¹⁵⁶ Instituto Provincial de Segunda Enseñanza de Murcia. (1911): *Memoria leída en la solemne inauguración del curso académico de 1911 a 1912*. Murcia: Tipografía de Anselmo Arques, p. 53-54.

¹⁵⁷ Instituto Provincial de Segunda Enseñanza de Murcia. (1912): *Memoria leída en la solemne inauguración del curso académico de 1912 a 1913*. Murcia: Tipografía de Anselmo Arques, p. 53.

Trattinick¹⁵⁸ empezó a hacer en Viena (Colmeiro, 1847b).

Entre las formas de presentación de los modernos modelos de escayola y papel maché había tres opciones:

- Modelos fijos de pared en un marco de madera, como una disección abierta, más habitual en animales.
- Sobre peana de madera, fijos en un pie de madera (figura 15).
- Sobre peana de madera, giratorios en torno a un eje metálico.

Los modelos sobre peana podían a su vez ser desmontables, de forma que se observaba la anatomía interna. El ejemplo más sencillo es el de una flor que puede ser desmontada en sus diferentes partes: sépalos, pétalos, estambres con anteras, y la parte del gineceo para ver el ovario y los óvulos (figura 16). Otros casos para el estudio de la morfología vegetal desmontables eran las fases de la germinación, flores, frutos, etc.

Algunos apuntan que estas reproducciones a una escala mayor distorsionaban la realidad. Sin embargo, era mucho más sencillo enseñar a diseccionar una planta con un modelo, de forma que toda la clase pudiera recibir las pautas para aprender la técnica de forma común y, una vez explicadas las características de las estructuras, empezar el trabajo con la lupa de modo individual o en pequeños grupos. Además, toda la clase podía seguir la explicación desde distintos puntos del aula, ya que el tamaño de las piezas permitía que fuera como una especie de presentación ampliada y tridimensional. Esto es algo que todavía no ha sido superado por los modernos aparatos de proyección y que sólo se podría conseguir con carísimos sistemas de holografía, muy alejados del precario presupuesto de los centros educativos. Por tanto, podemos decir que este tipo de modelos aún conserva un gran potencial, si bien su uso no es aconsejable por lo delicado de su estado tras el paso del tiempo. Su comercialización actual se remite a modelos de plástico sin alta resolución artística y sin el realismo que alcanzaban los antiguos.

¹⁵⁸ Leopold Trattinick (1764-1849) fue fitógrafo y *curator* de los gabinetes de historia natural de Viena. Publicó varias obras de micología e hizo colecciones de réplicas de hongos en cera.

Nuestras observaciones con los alumnos de primaria, secundaria y universitarios en el Museo Loustau y en el CEME nos revelan la validez de estos modelos en la actualidad, y cómo su uso, compatibilizado con el estudio de ejemplares reales en la naturaleza, puede facilitar en los distintos niveles educativos la comprensión de las estructuras y la observación de caracteres que solo podrían ser vistos con lupa y teniendo disponible abundante material vivo con el que experimentar. En el caso de las plantas, la disección es algo menos violento y la recogida de material mucho menos aparatosa que en el de los animales. No obstante, el uso del modelo es un poderoso aliado en las clases prácticas, y no podemos olvidar que muchas veces las plantas que vemos en clase no están en floración y no se puede siempre adaptar la asignatura a los cambios estacionales aunque sería lo deseable tal y como recomendaba Enrique Rioja cuando proponía la observación directa de los fenómenos y seres en la naturaleza misma, en su propio ambiente, haciendo un examen del aspecto de los vegetales en las distintas épocas del año (Rioja, 1923). El uso de modelos tuvo duras críticas en cuanto a su utilización en la escuela. En este sentido, Modesto Bargalló aconsejaba no utilizar los caros modelos sobre estructuras vegetales porque eran remedos de la realidad. Solo debían admitirse, decía, los modelos que fueran realizados por los propios alumnos en barro, plastilina, etc., basados en objetos naturales (Bargalló, 1932). Más duro en sus críticas era Ganong, que además de las cuestiones del excesivo precio de los modelos y de la fidelidad artística reducida, consideraba que no se debían reproducir grandes modelos de flores familiares en papel maché. Decía que “estaban organizadas para hacer un show con sus partes interiores para impresionar a los alumnos”, en lo que definía como “una grotesca parodia de la naturaleza, cuyo uso conduce a algo más lúdico que instructivo” (Ganong, 1899: 166). Reconocía el valor de los modelos a la hora de reproducir ciertas estructuras más complicadas y no tan familiares para el alumno.

5.2.1. Las colecciones más importantes en el periodo objeto de estudio.

Colmeiro comentaba que, de forma paralela a los herbarios de plantas, podrían realizarse algunas otras colecciones accesorias si no fuese por el elevado coste para adquirirlas. Ponía como ejemplo las plantas artificiales del Jardín Botánico de Madrid,

la bella colección de plantas de cera y de órganos microscópicos agrandados del Museo del Gran Duque de la Toscana, las imitaciones de frutos - también de cera - de la Sociedad Hortofrutícola de Londres y las colecciones de hongos de la galería botánica del *Jardin des Plantes* de París (Colmeiro, 1847b). Entre los principales fabricantes de modelos vegetales destacamos a R. Brendel en Berlín, quien hizo una larga serie en gelatina, papel maché y madera, el doctor Auzoux, les Fils d'Émile Deyrolle de París y los modelos de Osterloh de Leippzig con modelos florales y de hongos parásitos. La historia de los modelos clásicos se inició con la reproducción de enfermedades y la anatomía humana. Como veremos, las casas comerciales produjeron abundante material de botánica, la mayoría reproduciendo la morfología floral.

Los modelos anatómicos de cuerpos humanos creados por Auzoux¹⁵⁹ fueron originalmente desarrollados para las clases de anatomía en medicina. Sus modelos clásicos permitían una interacción con el objeto de estudio, conservando la esencia de la clase de disección, de modo parecido a lo que se consigue con la moderna técnica de plastinación de von Hagens, en la que los modelos pueden ser incluidos en los cursos de anatomía mano a mano con cadáveres conservados en formol (Valdecasas, 2009). En respuesta a las cambiantes tendencias en la investigación científica y la educación, Auzoux comenzó a producir modelos de embriones humanos, animales y plantas, así como modelos de anatomía humana. Los modelos, que eran fabricados en un taller con más de cincuenta operarios en Saint Aubin D'ecroville, pueblo natal de Auzoux, ganaron gran fama en la década de 1820 por la aprobación de las academias científicas y médicas francesas. La compañía exhibió sus modelos de enseñanza en la Exposición Universal de 1851 en Londres, donde recibieron muchos elogios y premios, vendiéndose por todo el mundo hasta la llegada de los modelos de yeso, que los reemplazaron a finales de siglo¹⁶⁰.

En 1865 la compañía Auzoux introdujo una nueva línea con modelos de plantas

¹⁵⁹ Louis Thomas Jérôme Auzoux (1797-1880) fue un anatomista y naturalista. Obtuvo el título de médico en 1818 y fue nombrado miembro del Departamento de Cirugía del Hôtel-de-Dieu de París con Guillaume Dupuytren.

¹⁶⁰ Anna Maerker (2008): *Dr. Auzoux's life and work*. Whipple Museum of the History of Science, University of Cambridge: <http://www.hps.cam.ac.uk/whipple/explore/models/drauzouxsmodels/drauzoux> (Consultado el 01/11/2013).

de gran escala. En un artículo titulado *Science-Teaching in Schools*, publicado en el primer número de la revista *Nature*, W. Tuckwell recomendaba los modelos de plantas de gran escala de Auzoux por permitir a los alumnos ver pequeños detalles botánicos: “Los modelos de plantas y órganos de la planta del Dr. Auzoux, tienen precios que oscilan entre 20 y 100 francos, son diez veces más grande que los ejemplares vivos y son una ayuda exuberante para los principiantes” (Tuckwell, 1869). La colección incluía ejemplos de las principales familias de fanerógamas o plantas con flor que por ejemplo, se utilizaron en los institutos históricos de Madrid¹⁶¹. En el Instituto San Isidro de Madrid se encuentran algunos de estos modelos: el de la flor del alhelí amarillo (*Erysinum cheiri*), el beleño negro (*Hyoscyamus niger*), el guisante (*Pisum sativum*), la boca de dragón (*Anthyrrinum majus*), la fucsia (*Fuchsia hybrida*), la margarita mojigata (*Chrysantemum coronarium*), la flor individual tubulosa de *Chrysanthemum*, la consuelda (*Symphytum officinale*), el trigo candeal (*Triticum aestivum*), la semilla de trigo (*Triticum*), la flor del melón (*Cucumis melo*) y el musgo capilar (*Polytrichum commune*)¹⁶².

En Alemania las colecciones de Brendel y Osterloh¹⁶³ fueron las más afamadas. La compañía Brendel fue fundada en 1866, en Breslau, con la orientación científica del farmacéutico local Carl Leopold Lohmeyer y los consejos botánicos de Ferdinand Cohn, director de la Estación agrícola de Breslau. La idea de Cohn era la de diversificar y ofrecer una colección que no fuera solo de modelos de plantas medicinales. Algunos modelos estaban compuestos por gelatina transparente como las esporas, filamentos, membranas, receptáculos y disecciones de órganos. Del estudio de la colección Brendel realizado por Graziana Fiorini, curator del departamento de Biología de Plantas de la Universidad de Florencia, se puede concluir que estos “constructores de modelos trabajaron lado a lado en estrecha colaboración con los científicos, a lo largo de una línea fina donde los artistas llegaban a ser científicos y éstos artistas” (Fiorini *et al.*,

¹⁶¹ Por ejemplo, el profesor Galdo utilizó modelos clásicos para la enseñanza de la Historia Natural durante más de cuarenta años en sus clases diarias (Aragón, 2012).

¹⁶² Colección de modelos de botánica del Instituto San Isidro del proyecto CEIMES http://www.ceimes.es/museo_virtual/san_isidro/objetos/modelos_didacticos/vegetales (Consultado el 19/05/2013).

¹⁶³ Los modelos de Osterloh se pueden consultar en la web del proyecto del centro Hermann von Helmholtz para la cultura técnica de la Humboldt-Universität de Berlín: <http://www.universitaetssammlungen.de/modell/1580> (Consultado el 23/10/2013).

2008: 45). Entre las especies representadas en la colección Brendel que vendía Bazar Ibérico destaca la colección de hongos y algas, con distintos órganos como el esporangio de *Phytophthora*, el espermogonio de *Berberidis*, corte de una hoja con infección de *Phytophthora*, el peritecio del cornezuelo del centeno (*Claviceps purpurea*), el *Aecidium berberidis*, el *Oidium tuckeri*, una aecidiospora germinando, el esclerocio de *Claviceps purpurea*, Köpfchendurchschnitt de *Claviceps purpurea*, una teleutospora germinando, una uredospora y césped de uredo y puccinia (*Catálogo del Bazar Ibérico*, 1914: 201).

Para la enseñanza de la criptogamia, en concreto del mundo de los hongos, Gleditsch¹⁶⁴ publicó un método para hacer hongos artificiales y Trattinick lo empezó a hacer en Viena, (Colmeiro, 1847b). Fueron famosas algunas colecciones como la de setas de H. Arnoldi, imitaciones plásticas en papel maché, producidas para la primera y segunda enseñanza. Se componían de cuatro series de veinticuatro imitaciones cada una distinguiendo entre setas comestibles, no comestibles y venenosas. Estos modelos se empezaron a fabricar por la empresa Sonneberg en Thuringia, en 1871, y fueron comercializados en España (*Catálogo Bazar Ibérico*, 1914).

Por su semejanza, los modelos de setas fabricados en nuestro país por Areny de Plandolit¹⁶⁵, de la Universidad de Barcelona, podrían ser una versión española de los modelos originales de Arnoldi. Plandolit era médico naturalista, preparador y conservador, y realizaba modelos de anatomía clásica, modelos de hongos y de frutos en papel cartón. Tenía taller propio y trabajaba para colegios, clínicas y universidades, aunque también realizaba modelos especiales por encargo (*Catálogo Plandolit*, 1910). La colección de hongos era exacta al natural y poseía los modelos más importantes de hongos comestibles y no comestibles. A los modelos les acompañaba un texto explicativo de las familias y grupos de los ejemplares. La colección es del año 1871 y poseía cuarenta grupos con doce especies distintas de hongos. Para la realización de

¹⁶⁴ Johann Gottlieb Gleditsch (1714-1786) fue director del jardín botánico de la Academia de Ciencias de Berlín y profesor de la Facultad de Medicina.

¹⁶⁵ Areny de Plandolit fue preparador osteológico y profesor ayudante de la Facultad de Medicina de Barcelona, profesor libre de anatomía humana descriptiva y preparador conservador del Museo de Historia Natural de la Universidad de Barcelona (*Catálogo Plandolit*, 1910).

estos modelos los autores consultaron las obras de Fríes, Krombholz, Pabst, Lenz, Gonnerman, Winter y Rabenhorst entre otros (*Catálogo Plandolit*, 1910). Los modelos de frutas artificiales eran fabricados también a escala natural y eran muy útiles, según decía el catálogo, para las escuelas de arboricultura y para modelos en las escuelas de dibujo.

Una forma de estudiar la estructura de una flor era hacerlo a través del análisis de los diagramas florales, una representación gráfica simplificada de la disposición de los sépalos, pétalos, estambres y el pistilo. Estos esquemas se basaban en cortes transversales del botón floral en los que, en un mismo plano, se disponían los diferentes verticilos: cáliz, corola, androceo y gineceo. Bazar Ibérico (*Catálogo*, 1914), representante en España de la casa American Seating Company ofrecía algunos pintados en colores diferentes, según las piezas florales, con una dimensión media de 30 cm. En el Instituto San Isidro de Madrid se conservan algunos modelos de diagramas florales de la casa Les Fils d'Emile Deyrolle de las siguientes plantas: crucífera del género *Cheiranthus*, flor irregular de papilionácea del género *Lathyrus* y diagrama floral regular del género *Iris*.¹⁶⁶

De los catálogos españoles destacamos el material de la casa Cultura Eimler-Basanta-Haase (SL.) de Madrid (figura 15): helecho (*Equisetum arvense*), llantén acuático (*Alisma plantago*), maíz (*Zea mays*), aro (*Arum maculatum*), narciso (*Narcissus poeticus*), orquídea (*Orchis militaris*), avellano (*Corylus avellana*), lúpulo (*Humulus lupulus*), acelga (*Beta vulgaris*), rábano (*Brassica napus*), guindo (*Prunus cerasus*), judía (*Phaseolus vulgaris*), lino (*Linum usitatissimum*), vid (*Vitis vinífera*), *Oenothera biennis*, *Pinus silverstris*, *Avena sativa*, trigo (*Triticum vulgare*), tulipán (*Tulipa gesneriana*), iris (*Iris germánica*), sauce blanco (*Salix alba*), roble (*Quercus robur*), muérdago (*Viscum álbum*), agracejo (*Berberis vulgaris*), manzano (*Pyrus malus* o *Malus domestica*), guisante (*Pisum sativum*), *Geranium phaeum*, arce (*Acer campestre*, violeta (*Viola tricolor*, la cicuta (*Conium maculatum*), *Hordeum distichum*, *Secale cereale*, *Fragaria vesca*, *Ficus carica*, *Salvia officinalis*, *Linaria vulgaris*,

¹⁶⁶ Los modelos de diagramas florales se pueden consultar en la web del CEIMES, correspondientes a los códigos: ISI-MOD-00059, ISI-MOD-00060 e ISI-MOD-00061.
<http://www.ceimes.es/mediateca/bd/ISI-MOD-00061> (Consultado el 16/05/2013)

Taraxacum officinale, *Nicotiana tabacum*, *Theobroma cacao*, *Papaver rhoeas*, *Primula officinalis*, *Solanum tuberosum*, *Utricularia vulgaris* y *Campanula rapunculoides* (*Catálogo Cultura*, 1927).

5.2.2. Los modelos utilizados en la Región de Murcia.

En el Museo Loustau se encuentra conservada en vitrinas la gran colección de modelos animales y vegetales de la casa Les Fils d'Émile Deyrolle. Esta casa comercial suministró a muchos centros de nuestro país, entre ellos a los llamados “institutos históricos”, pero también a algunos museos y centros universitarios como el Laboratorio de Biología de la Universidad de Murcia. Este material, que al parecer fue adquirido en dos partidas, ya se encontraba en parte en el Laboratorio de Biología en 1920 (Del Baño, 1999). Entre 1900 y 1905 los modelos de la colección Deyrolle recibieron el gran premio de las Exposiciones Universales de París y Lieja, respectivamente (*Catálogo Les Fils d'Émile Deyrolle*, s.d.).

En el Gabinete-Museo José Loustau hay setenta y seis modelos del mundo vegetal en perfecto estado de conservación. El ingenio de los artesanos consiguió una articulación única en este tipo de modelos al ser posible que giraran en torno a un eje metálico sobre la peana de madera. Encontramos modelos formados por una sola pieza, normalmente alguna estructura maciza, como la colección de la germinación de las semillas, la reproducción del hongo o los modelos de inflorescencias. Conforme aumentan la complejidad del organismo y el tamaño en la naturaleza, podemos hablar de estructuras mayores y, por tanto, de complejos modelos formados por varias piezas. Sin duda los más complejos e interactivos son los modelos florales, con pétalos que se insertan en la estructura principal, y otro tipo de interacciones como abrir el modelo en dos partes. Por ejemplo, la flor del peral se podía abrir y separar como si realizáramos un corte longitudinal con un bisturí, dejando observar el interior del gineceo y los óvulos (figura 16: a y d). La pieza se podía volver a unir, encajándola en un eje metálico y asegurándola por medio de un pequeño gancho (figura 16: b). Los pétalos de algunas flores se podían separar como en el caso de la flor papilionácea del guisante (figura 16: c), también los estambres como en *Fuchsia* y *Borago* (figura 16: e y f). La casa Deyrolle

reproducía en un esquema el modelo con una numeración que servía al profesor para reconocer cada una de las partes. El realismo de los modelos permitía seguir de forma sencilla las leyendas (modelo de ficha M-24 en el anexo III).

En el siguiente apartado de este capítulo mostramos las características didácticas de cada pieza de la colección de la casa Les Fils d'Émile Deyrolle. Según el organismo, podemos distinguir diferentes niveles: dentro de las criptógamas están representados el hongo, el musgo y el helecho: respecto a las fanerógamas, tenemos distintos tipos de flores e inflorescencias que nos hablan de la variabilidad de la diversidad biológica. En cuanto a los procesos fisiológicos, podemos separar los modelos en el desarrollo de un hongo parásito, el mildiu, de gran importancia ya que afectaba al cultivo de la uva (figura 17), el ciclo reproductor de musgos (figura 18) y helechos (figura 19), así como la germinación de la semilla monocotiledónea del trigo, la germinación de la semilla dicotiledónea, la reproducción en las fanerógamas con las distintas estrategias florales e inflorescencias y la anatomía interna de la raíz, el tallo, las hojas, el fruto y la fecundación. Podemos combinar ambos criterios y agruparlas en series, en base a su objetivo didáctico. En el orden de exposición hemos establecido ir desde la flora criptogámica (hongos, briófitos y helechos) hasta la flora fanerógama con los modelos raíz, tallo, hoja, frutos y semilla, inflorescencias, flores, tipos de ovario y germinación de semillas. Se han inventariado un total de setenta y seis modelos (tabla 5 en el anexo II) y hacemos un pequeño comentario acerca de su estado de conservación.

La colección de modelos comienza con explicaciones teóricas sobre el ciclo reproductor y desarrollo del hongo oomiceto *Peronospora vitícola*, que provoca la enfermedad del mildiu o mildew en la vid¹⁶⁷. La infección de la vid tiene lugar por las esporas de este hongo, que germinan sobre las hojas. Loustau reproducía este ciclo en su libro de texto (Loustau, 1925a) con las mismas fases que la casa Deyrolle ofrecía con una serie de representaciones de seis momentos a lo largo de la infección del hongo (figura 17). Los modelos muestran la reproducción asexual con la producción de

¹⁶⁷ Esta enfermedad fue importada a Europa en los sarmientos traídos de América para el replanteo de las viñas filoxeradas. En las regiones cálidas y húmedas de los Estados Unidos era muy frecuente su presencia. Apareció en Francia por primera vez en el año 1878, y desde 1880 a 1890 se extendió por todos los viñedos del sur de Europa y norte de África, produciendo daños de gran consideración (Sancho, 1922).

conidios y esporas en condiciones favorables, y también es representada la reproducción sexual heterógama con gametos fijos en el interior del tejido vegetal invadido por el hongo que forma huevos como estructura de resistencia en situaciones poco favorables.

- Corte de una hoja de viña infectada por mildiu (M-1). Se muestra la forma en la que se produce la infección del hongo en el interior de los tejidos de una hoja de vid. El talo del hongo se desarrolla y ramifica en el interior de la hoja, produciendo aparatos generadores de esporas en el exterior cuando las condiciones son favorables. Los filamentos del talo, en la faz inferior o envés de las hojas, se apelonan en las cámaras subestomáticas saliendo al exterior por la abertura del estoma, ramificándose y formando los esporangios o conidióforos ramificados, en cuyos extremos se desarrollan pequeñas esporas ovoideas. Estas esporas son de desarrollo inmediato y se llaman conidios. En las hojas de vid invadidas los conidióforos se desarrollan en gran cantidad, percibiéndose como un polvillo blanquecino. Una vez maduros los conidios son dispersados por el viento infectando otras hojas. En el caso de condiciones duras como la desecación o la muerte de la hoja, se produce la reproducción sexual, que también se representa en el modelo: en el interior de la hoja se pueden ver los cigotos o huevos resistentes. Esta representación está aumentada del natural 450 veces, permitiendo la observación de estructuras que solo se pueden ver bien con microscopio.
- Unión del anteridio con el oogonio para formar un huevo (M-2). Se representa la reproducción sexual heterogamética¹⁶⁸ del mildiu que tiene lugar en el seno del parénquima interior de la hoja de vid, donde se diferencian los anteridios y los oogonios. El oogonio se forma engrosando la extremidad de un filamento del micelio, formando un cuerpo esférico que se separa del resto del micelio por medio de un tabique. El extremo de un filamento próximo se hincha y se individualiza formando el anteridio que se pone en contacto con el oogonio. La fecundación se produce cuando el anteridio emite una prolongación que penetra en el interior del oogonio con la fusión de un núcleo del anteridio con uno del oogonio. Esta representación está aumentada del natural 1800 veces, permitiendo la observación de estructuras que solo se pueden ver bien con microscopio.

¹⁶⁸ La reproducción sexual heterogamética o heterogamia es un tipo de reproducción mediante la fusión de dos células reproductoras (gametos) de distinto tamaño y forma.

- La germinación del huevo o arbusculo (M-3). En el modelo del huevo se puede observar cómo está constituido por una gruesa membrana diferenciada en dos capas. En el ciclo reproductivo el huevo permanece incluido en el parénquima; cuando en otoño las hojas caen al suelo lo hacen llenas de huevos, los cuales pasan allí el duro invierno resistiendo en estado de vida latente. Al llegar la primavera, y ya libres por putrefacción de las hojas, tiene lugar la germinación, rompiéndose la cubierta externa y saliendo del interior en forma de micelio corto, que se convierte en un conidióforo semejante a los que surgen en la hojas atacadas produciendo conidios e infectando nuevas plantas.
- Conidio en germinación (M-4). El filamento se forma directamente del conidio, sin la formación de zoosporas. Esta representación está aumentada del natural 2000 veces ya que son estructuras que solo se pueden ver bien con microscopio. Estos conidios se desarrollan muy rápidamente; se forman durante la noche, y a la mañana siguiente ya están maduros. La invasión se realiza al desprenderse los conidios maduros y caer desde el envés de las hojas superiores a las que están debajo. Además, como son muy ligeros, el viento los arrastra a grandes distancias, transmitiéndose de este modo la enfermedad a otros viñedos lejanos.
- Conidio produciendo zoosporas que se liberan para infectar una planta (M-5). Esta parte del ciclo es aquella en la que el conidio se transforma en zoosporas que se liberan para infectar una planta. Se produce al germinar con las gotas de lluvia, la niebla o el rocío sobre la superficie de la hoja de vid. El contenido del conidio se divide en células, de cinco a ocho, convirtiéndose cada una de ellas en una zoospora con dos cirros o flagelos; por tanto, el conidio pasa a ser un zoosporangio que se abre y deja libre a las zoosporas, que nadan en el agua encima de las hojas. Los flagelos terminan perdiéndose y desarrollando un filamento de micelio, que penetra en la hoja produciendo la infección. Los conidios que forman zoosporas se producen tanto en los aparatos esporíferos que surgen en los estomas de las hojas, como los que lo hacen a partir de los huevos que están en las hojas secas del suelo.
- Zoospora germinando en la hoja de una viña (M-6). En el modelo se estudia en detalle la llegada de la zoospora a la superficie de la hoja y cómo, a partir de ésta, surge el filamento del hongo o micelio perforando las células epidérmicas. El

micelio se desarrolla en el parénquima clorofílico, extendiéndose entre las células y emitiendo haustorios o chupadores que penetran entre ellas, absorbiendo sus sustancias y matándolas. Girando el modelo podemos apreciar cómo se produce la infección visto en un corte longitudinal de las células de la epidermis de la hoja.

Encontramos también la serie del ciclo reproductor del musgo *Atrichum undulatum* (figura 18), que representa las distintas estructuras de la reproducción sexual en la fase de gametofito y la asexual del esporófito. Las distintas fases del musgo se recogen en los siguientes modelos:

- Gametófito (M-7). El modelo muestra las estructuras reproductoras sexuales, las femeninas (arquegonios) y masculinas (anteridios) que están presentes en esta etapa de desarrollo del musgo. Las femeninas se encuentran en la parte central del musgo protegido por unos filamentos uniseriados, llamados paráfisis, que protegen las estructuras sexuales con las hojas verdes que también cubren la estructura. En segundo término encontramos las masculinas también protegidas. Es un modelo interesante para explicar cómo hacer una disección y obtener un corte longitudinal con la lupa y observando en detalle con el microscopio los arquegonios y anteridios.
- Arquegonio, (M-8). Este modelo muestra la estructura femenina que el musgo desarrolla para la reproducción sexual en su fase de gametófito. Se presta especial atención a la cuestión microscópica mostrando la oosfera y los detalles del recorrido que el anterozoide debe hacer para unirse a la oosfera y producir el huevo o cigoto.
- Anteridio (M-9). Este modelo enseña la estructura masculina que el musgo desarrolla para la reproducción sexual en su fase de gametófito. Se presta especial atención a la cuestión microscópica mostrando los anterozoides (equivalentes al polen) y la forma en que salen del anteridio.
- Corte longitudinal de esporófito en desarrollo (M-10). Ilustra las explicaciones sobre la reproducción sexual en los musgos y el concepto de esporogonio que se

empieza a desarrollar en el extremo del caulidio¹⁶⁹.

- Esporogonio de musgo (M-11, ficha en el anexo III). Muestra la fase de esporogonio maduro. Cuenta con un pedícelo (o seta) de dos a cuatro centímetros y con una cápsula (esporangio) que es el órgano que produce las esporas y las dispersa. Esta cápsula tiene formas diversas y puede servir para distinguir unas especies de otras. En el *Atrichum undulatum* la cápsula es cilíndrica e inclinada, de tres a cuatro milímetros de largo, con un pico prominente en la tapadera de la cápsula. El pie o pedículo de color rojizo sostiene la cápsula del esporogonio. Por encima de la cápsula queda la cofia, una especie de caperuza en la punta que es la mitad superior rasgada y acrecida del arquegonio, que es arrastrada por el esporogonio en su crecimiento.
- Espora germinando (M-12). Este modelo muestra la fase de la germinación de la espora que dará lugar a un cuerpo celular filamentosos más o menos ramificado llamado protonema.
- Protonema, (M-13). El modelo representa la formación de un cuerpo celular filamentosos más o menos ramificado después de germinar la espora. En esta fase comienzan a desarrollarse las células con clorofila y los primeros brotes de los caulidios (como el tallo en briófitos) con los filidios (equivalentes a las hojas). El protonema recuerda mucho a las algas verdes (clorofíceas) diferenciándose por sus tabiques oblicuos.

El apartado de flora criptogámica acaba con el ciclo reproductor del helecho *Aspidium filix-mas* cuyo sinónimo actual es *Dryopteris filix-mas* (figura 19). Es el helecho macho de la familia de las dryopteridáceas con las siguientes fases representadas:

- Pínnula de una fronde del helecho con los soros productores de esporas (M-14). La pínnula es el equivalente al foliolo en las hojas compuestas de las plantas superiores. Los soros son unas estructuras muy sencillas de localizar en los helechos, son las agrupaciones de los esporangios y tienen una forma hemisférica

¹⁶⁹ Caulidio: miembro análogo al tallo, pero en modo alguno homólogo a él, se presenta en talófitos y briófitos (Font Quer, 1993).

con forma de riñón muy característica.

- Corte transversal de una pínula de una fronde del helecho (M-15, ver ficha en el anexo III). Se pueden enseñar las agrupaciones de los esporangios en el interior de los soros, bajo la pínula. Este modelo es ideal para guiar a los alumnos en la forma de hacer una buena disección mediante la realización de este corte transversal que ha de ser muy preciso.
- Protalo juvenil (M-16). Este modelo enseña la germinación de la spora y la formación del protalo; es decir, el gametófito en estado juvenil, sin tallo ni hojas diferenciadas.
- Protalo maduro (M-17). Este modelo muestra un protalo desarrollado, con una serie de estructuras para la reproducción sexual. En él los alumnos pueden localizar las estructuras reproductoras masculinas (anteridios) y femeninas (arquegonios).
- Anteridio (M-18). Estructura masculina que el protalo desarrolla para la reproducción sexual. Se presta especial atención a la cuestión microscópica mostrando los anterozoides (equivalentes al polen) y la forma en que salen del anteridio.
- Arquegonio (M-19). Estructura femenina que el protalo desarrolla para la reproducción sexual. Se presta especial atención a la cuestión microscópica mostrando la oosfera y la forma en que se llega a comunicar con el anterozoide una vez llega al arquegonio por medio del canal del arquegonio lleno de mucílago.
- Protalo desarrollado, con el resultado de la reproducción sexual y la formación de la plántula que dará lugar al helecho adulto (esporófito) con sus frondes (M-20). Con esta última fase se muestra el cierre del ciclo que comenzaba con las esporas de los soros.

Otro aspecto interesante de la colección Deyrolle radica en la modelización de órganos vegetales como raíces, tallos y hojas (figura 20). Representan distintos tipos de tejidos como los conductores, el parénquima o el esclerénquima, además de la reproducción de los vegetales superiores. Encontramos los siguientes modelos de las funciones y la anatomía de las plantas:

- Representación de una raíz, con un corte longitudinal mostrando la anatomía interna (M-21). Se pueden enseñar distintas zonas importantes como el ápice, que está recubierto por varias capas de células protectoras y forman la cofia. Otra de las zonas importantes es la pilífera, llena de pelos radicales para la obtención de nutrientes. Con la cara interior del modelo se pueden enseñar los distintos vasos y la forma en la que se produce la absorción y el transporte de las sustancias. También muestra el proceso de crecimiento celular y cómo la raíz llega a desarrollarse.
- Corte transversal del tallo (M-22) numerando las partes que se pueden reconocer: epidermis en vía de destrucción, las lenticelas, el suber o corcho, las células muertas llenas de aire, la capa generadora del corcho, la endodermis, el periciclo, los vasos del floema, haz medular secundario, tubos cribosos, trazas de placas de vasos con punteaduras, varias capas de madera en formación, capas de madera secundaria y madera muerta, la médula con haces primarios, los vasos punteados, los vasos reticulados y los vasos helicoidales.
- Haz y envés de la hoja y anatomía interna (M-23) y conceptos como el limbo, el peciolo, los nervios, la cutícula, la endodermis, los vasos del floema y del xilema (liber), los tubos cribosos, los haces libero-leñosos, el parénquima en empalizada, el parénquima lagunar, los estomas y las células estomáticas.
- Fecundación de la flor representando las distintas partes del androceo y el gineceo de la flor, con estructuras tales como el pistilo, los ovarios, los estambres, las anteras, el polen y el tubo polínico (M-24, ver ficha en el anexo III). Desde el punto de vista didáctico nos interesa la formación del polen con un corte transversal de la antera que deja ver los sacos polínicos y la forma en que se libera el polen. Una vez llega el polen al estigma y germina podemos estudiar la formación del tubo polínico desde el estigma al ovario a través del estilo. Se pueden reconocer un núcleo reproductor que se dividirá para formar dos anterozoides, y el núcleo vegetativo que desaparece cuando el extremo del tubo polínico llega a contactar con el saco embrionario. Podemos reconocer otras estructuras como la placenta, el óvulo, el saco embrionario, las células antípodas y la oosfera.
- Corte longitudinal de una semilla de trigo (M-25). Ilustra las explicaciones sobre

anatomía del fruto en cariósido o cariopsis del trigo cuyas características son las de producir una sola semilla (monospermo), seca e indehiscente. La parte del fruto que rodea a la semilla (pericarpo) es delgada y está soldada al tegumento seminal (la capa que envuelve y protege a la semilla). Otro de los conceptos que se pueden estudiar es el de albumen, que designa a los tejidos nutricios contenidos en la semilla que acompañan al embrión.

- *Pisum sativum*: representación del típico fruto en legumbre (M-26).
- Serie germinativa de semillas de monocotiledóneas, tipo cariopsis de gramíneas (figura 21) del M-27 al M-32.
- Serie germinativa de semillas de dicotiledóneas, tipo legumbre (figura 22) corresponde a los códigos M-33 al M-36.

Los siguientes modelos reproducen flores a gran tamaño de distintas familias (figura 23) polinizadas por insectos: flor regular o actinomorfa idealizada (M-37), flor de ranunculáceas (M-38, ver ficha en el anexo III), flor de amapola en capullo (M-39), flor de amapola (M-40), flor de crucíferas, el alhelí (M-41), flor de prímula (M-42), flor de malváceas (M-43), flor del peral (M-44), flor de *Fuchsia* (M-45), flor de papilionácea (M-46), flor de *Borago* (M-47), flor zigomorfa de labiadas (M-48), flor de patata (M-49), flor de *Linaria* (M-50), flor de *Campanula* (M-51), Inflorescencia de margarita mayor (M-52), flósculo, flor de compuesta (M-53), flor de azucena (M-54), flor del lirio – *Iris germanica* - (M-55), flor de orquídea - *Ophrys* - (M-56), e inflorescencia de *Arum maculatum* en espádice (M-57).

Otro tipo de flores que podemos distinguir en la colección son aquellas que están especializadas en la dispersión del polen por el viento (figura 24). En este caso encontramos plantas con piezas florales poco llamativas que facilitan dicha dispersión como las gramíneas o las estructuras reproductoras del pino con los sacos polínicos apilados. Existe una pequeña representación de estas flores en la colección Deyrolle: flores femeninas y sacos polínicos del pino (M-58), flor masculina del cáñamo - *Cannabis sativa* - (M-59), flor de trigo (M-60), flor de sauce - *Salix* - (M-61) y flor de la vid - *Vitis vinífera* - (M-62). También se representaban los tipos de óvulo en cortes longitudinales (figura 25) realizados en metal sobre peana de madera: óvulo ortótropo,

dispuesto sobre el filamento recto que lo une a la placenta (M-63), el óvulo encorvado 180° sobre su base o anátropo (M-64) y un óvulo campilotropo, encorvado 90° sobre su base (M-65).

Para el estudio de las inflorescencias, sistemas de ramificación en los que se agrupan las flores, hay once modelos formados por una composición de varillas metálicas que semejan los tallos y pedúnculos que están asociados a pequeñas bolitas de madera coloreadas que representan cada una de las flores. El modelo funciona a modo de una representación tridimensional que puede ser observada por toda la clase. Estos modelos de inflorescencia carecen de movilidad e interacción (figura 26). Estas estructuras se hallan también en perfecto estado de conservación.

- Racimo simple (M-66). En este caso tenemos la racemosa simple que corresponde al modelo monopódico, un eje indefinido de cuyos flancos van brotando flores sobre pedicelos simples. Por ejemplo, se puede observar en las flores femeninas del algarrobo, *Ceratonia siliqua*.
- Panícula (M-67). Es un racimo compuesto o un racimo de racimos.
- Corimbo (M-68). En la inflorescencia de tipo corimbo los pedúnculos de las flores arrancan desde diferentes posiciones, alcanzando las flores el mismo nivel. La palabra corimbo fue utilizada por primera vez en botánica por Linneo y significa cima o cúspide. Un ejemplo de corimbos muy típicos los tendríamos en las crucíferas, en las especies del género *Iberis*.
- Cima bipar o dicotoma (M-69). Tiene un eje rematado con una flor, al igual que los ejes secundarios que parten a sus costados. Son frecuentes las cimas dicótomas en las cariofiláceas, en géneros como *Cerastium* o *Gypsophila*.
- Cima escorpioide (M-70). Su característica principal es que las ramitas nacen siempre al mismo lado de la rama madre; como resultado, la inflorescencia parece estar enroscada. Así son, entre otras, algunas de la familia boragináceas como el género *Heliotropium*.
- Cima unípara (M-71). La inflorescencia está rematada con una flor al igual que los ejes secundarios laterales que surgen alternativamente a uno y otro lado del eje

madre. Como ejemplo tenemos el género *Hemerocallis*.

- Umbela (M-72). Es una inflorescencia racemosa simple, centripeta, con el extremo del raquis o eje principal ensanchado en mayor o menor medida para formar un receptáculo del cual arrancan todos los pedicelos equidistantes en cuyos extremos hay flores.
- Umbela compuesta (M-73). Es un conjunto de flores en racimo simple, centripeta, con el extremo del eje principal (raquis) ensanchado en mayor o menor medida para formar un receptáculo del cual arrancan todos los pies (pedicelos) equidistantes cuyos radios traen, en vez de flores, otras umbelas de menor tamaño que reciben el nombre de umbélulas.
- Espiga (M-74). Es de tipo racemoso simple o de racimo pero con la peculiaridad de que las flores son sésiles (no tienen pie)
- Racimo compuesto (M-75), donde cada uno de los ramos van decreciendo desde la base hasta el ápice del eje, por lo que toma un aspecto piramidal. Por ejemplo, se puede observar en las flores de la mazorca de maíz.
- Capítulo o flor compuesta (M-76). Flores sésiles dispuestas sobre un eje muy corto y dilatado a modo de receptáculo típico de la familia de las asteráceas o compuestas como la margarita o el girasol.

El Museo del Instituto Alfonso X el Sabio (MUSAX), en su sección de Ciencias Naturales cuenta con una magnífica colección de modelos para el estudio de la anatomía y la morfología de animales, de las plantas y del hombre también de la casa Les Fils d'Émile Deyrolle. Hemos inventariado dieciséis modelos vegetales de la colección (tabla 6): micelio sifonado con mitosporangios de *Mucor mucedo* (M-77), cápside de esporogonio de musgo (M-78), la serie incompleta de la reproducción del helecho, pinna de un fronde de helecho con soros (M-79), protalo (M-80), anteridio (M-81), arquegonio (M-82) y embrión (M-83), serie germinativa de dicotiledóneas incompleta (M-84 a M-87), serie incompleta de la germinación de monocotiledóneas (M-88 a M-90), pistilo mostrando la polinización y fecundación (M-91) y flor de *Primula* (M-92). La reducida colección vegetal (figura 27) contrasta con el hecho de que se conserve en el mismo centro docente casi toda la colección de modelos animales, y que en la

universidad existieran dos colecciones, animal y vegetal, completas.

En las memorias del Instituto se menciona que esta colección de material científico de experimentación fue adquirida por Real Orden de 28 de mayo de 1909. Encontramos citados los modelos anatómicos de hoja, tallo, raíz, pistilo y estambre, corte transversal de un helecho, flor de primavera, flor de peral, flor de margarita, flor masculina y femenina de margarita, musgo, cuatro diagramas de flores, diez inflorescencias, tres tipos de óvulos y un grano de trigo¹⁷⁰. En el curso de 1911/12 se completan los modelos con la serie de germinación de una planta monocotiledónea y el de la planta dicotiledónea¹⁷¹.

En el CEME se conservan los modelos del Gabinete de Historia Natural de la antigua Escuela Normal de Murcia. Son en total diecinueve modelos de la casa Cultura Eimler-Basanta-Haase y dos de la casa Sogeresa (figura 28). Algunos de los modelos de Cultura están duplicados; cabe la posibilidad de que existieran dos juegos de modelos, uno para la sección masculina y otro para la femenina. Aunque los modelos se compraron hacia 1959, son de interés para nuestra investigación ya que son reproducciones de material anterior a 1936. Su estado de conservación es delicado ya que son piezas pequeñas que han tenido un uso frecuente en el pasado (tabla 7, anexo II). Muchos modelos presentan rozaduras y en algunos casos faltan piezas. Sería muy interesante su restauración en futuros proyectos. Sus dimensiones son menores que los modelos de la casa de Les Fils d'Émile Deyrolle, es probable que su reducido tamaño dificulte el encajado de las piezas y haya habido más rozaduras y fracturas. Además, en estos modelos predomina el papel maché sobre la escayola (mucho más resistente). Hemos inventariado y catalogado diecinueve modelos correspondientes a las siguientes fichas: flor de avena - *Avena sativa* - (M-93), flor de guisante (M-94), tulipán - *Tulipa gesneriana* - (M-95 y M-96), flor de la colza - *Brassica napus* - (M-97 y M-98), flor de la vid - *Vitis vinífera* - (M-99 y M-100), el musgo - *Mnium cuspidatus* - (M-101), flor del clavel - *Dianthus cariophyllus* - (M-102 y M-103), flor de la cicuta - *Conium maculatum* - (M-104), flor del azafrán y bulbo - *Colchium autumnale* - (M-105 y M-

¹⁷⁰ Instituto Provincial de Segunda Enseñanza de Murcia. (1911): *Memoria leída en la solemne inauguración del curso académico de 1911 a 1912*. Murcia: Tipografía de Anselmo Arques.

¹⁷¹ Instituto Provincial de Segunda Enseñanza de Murcia. (1912): *Memoria leída en la solemne inauguración del curso académico de 1912 a 1913*. Murcia: Tipografía de Anselmo Arques.

106), flor del rosal - *Rosa canina* - (M-107), flor del trigo - *Triticum vulgare* - (M-108), flor de la belladona - *Atropa belladonna* - (M-109), flor de la patata - *Solanum tuberosum* - (M-110 y M-111), flor de salvia - *Salvia officinalis* - (M-112), *Taraxacum vulgare* (M-113), flor del tabaco - *Nicotiana tabacum* - (M-114 y M-115), flor del avellano - *Corylus avellana* - (M-116 y M-117), corte del tronco del roble - *Quercus robur* - (M-118, M-119, y M-120) y modelo de inflorescencia en capítulo (M-121). En perfecto estado de conservación hay dos modelos de la casa Sogeresa correspondientes a la orquídea (M-122) y la malva (M-123, ver ficha en el anexo III).

Capítulo VI

LA NATURALEZA COMO MATERIAL PARA LA
ENSEÑANZA DE LA BOTÁNICA

6. La naturaleza como material para la enseñanza de la botánica.

La naturaleza nos ofrece un caudal infinito de medios y contenidos de estudio con sólo salir del aula como apuntaba Cossío en su libro sobre la escuela, el maestro y el material de enseñanza: “En todo caso, el que ofrece la Naturaleza es el primer material, el adecuado, el que está siempre vivo, el que no se agota jamás, porque es la realidad misma, que generosa, se nos ofrece. Lo que hace falta es saber buscarla, aprender a verla” (Cossío, 1906: 260). La investigación botánica comprende dos partes: una en el campo, con la observación de los fenómenos relativos a las plantas y recolección de ejemplares, y otra en el laboratorio, con la preparación de los ejemplares, su clasificación y estudio. El material de los enseñantes de la botánica está en la naturaleza, en el jardín botánico, el huerto escolar, en los alrededores de la escuela o en el mismo aula (en macetas, placas de cultivo o tubos de ensayo).

Uno de los recursos más interesantes y prácticos con los que ha contado históricamente el profesor en los distintos niveles de enseñanza de la botánica ha sido enseñar a los alumnos a formar un herbario, también llamado *hortus siccus* (huerto seco). Fue Luca Ghini -creador de los jardines botánicos de Pisa, Bolonia y Florencia- quien desarrolló estas colecciones de plantas secadas, prensadas y montadas en pliegos. Debemos distinguir distintas acepciones y formas de hacer un herbario dependiendo de los niveles educativos y las distintas formas de conservar los organismos vegetales. Por un lado, está el prensado de las plantas; por otro, la conservación en líquidos como el formaldehído de aquellas estructuras blandas que se descomponen, tales como los cuerpos fructíferos de los hongos o las algas, y hay otras estructuras duras que son muy leñosas y no se pueden prensar como los frutos secos, las cortezas o las hojas, que también se pueden conservar en cajas (Ganong, 1899). También hay organismos que pueden desecarse y conservarse en sobres, tal es el caso de briófitos, hongos, líquenes y algunas algas cianobacterias como el *Nostoc*, que vuelven a adoptar su forma una vez hidratados.

Algunos libros como el de *Elementos de Historia Natural* de Ignacio Bolívar, Calderón y Quiroga, de 1895, hacían una serie de recomendaciones a la hora de tomar

las muestras de plantas en las excursiones: “para herborizar no se necesitan muchos ni especiales instrumentos. Una azadilla destinada a arrancar o desarraigar las plantas herbáceas y una podadera o navaja para cortar las ramas de las arbóreas o arbustosas, puede decirse que constituyen todos los medios necesarios” (Bolívar *et al.*, 1895: 211). Desde el Museo Pedagógico se aconsejaba que siempre que fuera posible se tomara el ejemplar entero, intentando tener todos los órganos indispensables para la clasificación. Exceptuando las plantas leñosas demasiado grandes, las anuales, bianuales o vivaces, debían recogerse con sus raíces o al menos con las llamadas hojas radicales (basales) que a veces difieren tanto de las hojas superiores del tallo (Rubio, 1891d: 372). En ese aspecto coincidían Bolívar *et al.* (1895: 212): “las plantas herbáceas deben cogerse enteras, esto es, con su raíz; de las arbóreas y arbustosas bastará tomar una rama, eligiendo la que reúna mayor número de caracteres, a fin de que puedan estudiarse todos los órganos, para lo que convendrá también recoger algunas hojas de la parte inferior que suelen tener distinta forma que las otras”.

Al ser las flores y los frutos los órganos que mayores datos aportaban para la clasificación, se recomendaba cogerlos en bastante cantidad y en distintos estados de desarrollo para poder apreciar todos los caracteres. A menudo los autores estudiados recomendaron algunas medidas especiales: “casi siempre, para el estudio, ofrece mucho mayor interés el capullo de la flor que la flor abierta, porque en aquel se observa más fácilmente la disposición relativa de los diversos verticilos” (Rubio, 1891d: 372). “En el caso de que la especie sea monoica habrán de buscarse ramos diversos en que estén representadas las flores masculinas y las femeninas, y aun de pies distintos, si fuese dioica o polígama. Se necesita además con mucha frecuencia procurarse ejemplares de la misma planta en épocas diversas para conservar la flor y el fruto, así como otros órganos caducos o fugaces que desaparecen antes de la fructificación” (Bolívar *et al.*, 1895: 212).

El arte de preparar y disponer las plantas en un herbario se denominó cortonomía por Desvaux¹⁷². Los protocolos decían que después de haber examinado la planta y de haber escrito en una papeleta su nombre científico, si se hubiera determinado, se

¹⁷² Nicaise Auguste Desvaux (1784-1856) fue director del Jardín Botánico de Angers.

anotaba además el nombre vulgar y cualquier observación que no se pudiera hacer ya con la planta seca. Respecto a la disposición de la planta sobre el papel, se debía procurar que quedaran las flores al descubierto y no ocultas entre las hojas, y en ciertos casos era necesario abrir algunas de ellas cuando la forma de la corola impedía el examen del resto de órganos florales. A este respecto, algunos botánicos procedían con mucho esmero en la preparación de los ejemplares, tal y como apuntaban Bolívar *et al.* (1895: 273) “extendiendo cuidadosamente las diversas partes del vegetal y sosteniéndolas en la posición deseada por medio de pesos, para lo que suelen servirse de piezas de moneda, las cuales van retirando luego a medida que aplican sobre la planta otra hoja de papel”. La desecación se reducía a colocar la planta entre papeles absorbentes de humedad, de tamaño igual al del pliego del herbario y al prensado final. Si las plantas eran crasas o bulbosas no bastaba con esto, había que sumergirlas durante un minuto en agua hirviendo, preservando tan solo las flores (Colmeiro, 1847b).

El método de prensado podía diferir de unos grupos a otros. Por ejemplo, en las especies algales y de plantas acuáticas se hacía sumergiendo la lámina por debajo del espécimen, de forma que no quedara apelmazado y que se extendieran las hojas y otras estructuras similares en las algas, teniendo en cuenta una mayor exigencia de precauciones por la gran cantidad de agua y el peligro de enmohecimiento de los ejemplares. La preparación de las algas exigía ciertos cuidados, “se comenzará por reblandecerlas si estaban secas, poniéndolas en agua dulce de lluvia o de río, pues si el agua no es pura se alteran los colores delicados y característicos de estas criptógamas. Es recomendación importante la de lavar las algas marinas en agua dulce, pues de otro modo la sal de que quedan impregnadas absorbe en todo tiempo la humedad de la atmósfera y jamás se consigue su desecación completa” (Bolívar *et al.* 1895:123).

6.1. Los herbarios y su utilidad pedagógica.

Uno de los debates en cuanto a la utilidad pedagógica del herbario giraba en torno a su uso a una edad apropiada o el mal uso que se podía hacer del mismo. Colmeiro en su manual para hacer herbarios y herborizaciones indicaba que una de las causas principales del abandono y atraso de la botánica en España era “el contentarse casi todos los jóvenes que concurren a nuestras escuelas con oír las explicaciones, dando muy poca importancia a la conservación de las plantas que se les demuestra. Los que las conservan formando un herbario convenientemente dispuesto, se aficionan a la ciencia, y pueden llegar a ser unos verdaderos botánicos exploradores del país, induciéndolos el deseo de que su colección se aumente” (Colmeiro, 1847a:1). Sin embargo, para profesores como Enrique Rioja, la confección y estudio de herbarios en la enseñanza primaria tenía poca utilidad. Se mostraba contrario a la formación de colecciones por parte de los alumnos. En su trabajo sobre coleccionismo y enseñanza de las ciencias naturales publicado en la *Revista de Pedagogía* decía que “el fragmento de la planta encerrado entre polvorientos papeles de un herbario, no era más que una momia inanimada de la que solo puede sacar algún provecho el botánico ejercitado” (Rioja, 1928: 105). Desde luego, el trabajo con pliegos de herbario era algo muy complicado, a la par que delicado, ya que la planta no estaba en su ambiente y la apreciación de la morfología cambia al estar las estructuras prensadas y en un solo plano.

Según Rioja, el material para la enseñanza de las ciencias naturales era la naturaleza entera, que en toda época y en todo momento ofrece múltiples motivos de contemplación y estudio. Decía que una planta, una flor, una semilla y otros elementos encontrados en el campo eran excelentes materiales para esta enseñanza, y muy superiores siempre al que pudiéramos utilizar procedente de colecciones adquiridas que carecían de los múltiples fenómenos físicos y biológicos que los rodeaban. Para Rioja no eran tantas las plantas necesarias para la enseñanza elemental de la botánica como para recurrir al sistema antipedagógico de los herbarios (Rioja, 1923). Sostenía que las plantas de los jardines de la ciudad, de los huertos del vecindario o de los alrededores eran más que suficiente para una enseñanza elemental, teniendo además el inestimable valor de estar vivas.

Ricardo Rubio opinaba que las excursiones eran insustituibles para la enseñanza de la botánica, y la formación de herbarios uno de los medios de estudio más eficaces si se hacía de forma adecuada (Rubio, 1891d). Las reflexiones sobre los herbarios para el curso de botánica en el Museo Pedagógico apuntaban a que con este trabajo se hacía observar, recordar y afirmar todo lo aprendido manteniendo vivo el interés de los alumnos hacia el mundo de las plantas. Pero matizaba que las herborizaciones en la escuela primaria no podían ser del nivel de un profesional de la botánica que buscara la colección y estudio de la flora. Por tanto, se separaba de la idea de realizar un herbario ideal en la escuela en favor de hacer uno formado por las formas principales y las familias más importantes de la localidad (Rubio, 1891d). Una ventaja de este material era que una vez hechos los herbarios podían ser inagotables, ya que estaban siempre abiertos para aumentar su contenido con nuevos ejemplares obtenidos en las excursiones (Rubio, 1892d).

Un herbario elaborado por los niños de las colonias de vacaciones del Museo Pedagógico, nos ofrece una muy buena idea del primer paso en esta clase de trabajos puesto que los niños por regla general no tenían nociones de botánica, y su trabajo, representaba lo que podía conseguirse en un mes de clase y en una más de las varias actividades que durante ese mes ocuparon su atención. El contenido de este herbario era de cien ejemplares: con algunas algas, varios helechos y plantas superiores (fanerógamas) de forma mayoritaria. Su característica esencial era que reflejaba el trabajo espontáneo de los niños y lo que aprendieron agrupando y rotulando ejemplares en un corto periodo de tiempo. No destacaba por el número de especies, tampoco por su preparación ni por el detalle de la clasificación (Rubio, 1892a). Sin embargo, por medio de esas recolecciones en el entorno escolar se podía caer en el riesgo de fomentar el coleccionismo. Margarita Comas advertía que en los niños existía un afán coleccionista que les impulsaba a recoger sellos, viñetas de cajas de fósforos, billetes de tranvía, postales, insectos y plantas (Comas, 1925). Sostenía que almacenar seres naturales por coleccionismo no tenía ningún valor científico, y podía fomentar la crueldad de los pequeños. Esto se veía claro en el caso de los animales donde, mientras fuera posible, recomendaba observar el ejemplar como huésped y devolverlo al medio natural cuando no hiciera falta. Precisaba que el maestro debía tender a que los ejemplares conservados

ilustraran algún problema o punto estudiado en clase; por ejemplo, recoger pequeñas ramas de árboles para poder ver la diferencia entre corteza y yemas, o series de hojas diversas del entorno al alcance de los niños ya que los museos y colecciones tenían solo un interés relativo en la escuela primaria, sirviendo de recordatorio de algo que se observó y aprendió y no porque fueran el objetivo primordial de enseñanza (Comas, 1929).

Modesto Bargalló en su *Metodología de las ciencias naturales* indicaba, igual que Ricardo Rubio, que había de distinguir entre las colecciones destinadas a la investigación científica y las dedicadas a la enseñanza, en especial a la primaria. Las muestras científicas debían ser clasificadas con todo rigor y su valor dependía del número de ejemplares, calidad, localidad, etc. Sin embargo, en la escuela bastaba con que estuvieran los ejemplares principales de la región o los que deben ser objeto de conocimiento general. Bargalló opinaba que para que la enseñanza de la botánica tuviera siempre el obligado carácter de observación y de experimentación era indispensable llevar a la clase la vida vegetal que, adaptada al nuevo ambiente, daría también enseñanzas muy instructivas (Bargalló, 1932).

6.2. Los jardines botánicos y el jardín escolar.

La función educativa de los jardines botánicos ha existido como algo inherente a estos centros, pero inicialmente, como vimos, estaba asociada a la educación superior cumpliendo otras funciones, entre ellas las medicinales y las recreacionales (Heilbron, 2003). Más tarde llegó la orientación educativa, que abarcaba la formación de los estudiantes que examinaban las plantas desde un punto más científico. Algunos jardines europeos aún conservan la antigua disposición en sectores demostrativos; por ejemplo, el de la Universidad de Oxford con parterres dedicados a las plantas medicinales o el *Jardin des Plantes* de París con sus parterres didácticos dedicados a distintas familias. A finales del XIX los jardines evolucionaron, pasaron de ser colecciones de plantas temáticas con una disposición clásica a crear otras agrupaciones tendentes a mostrar la naturaleza de una forma mucho más real, siguiendo un esquema más ecológico.

Los jardines botánicos por tradición se han considerado “museos vivos” por las plantas que atesoran, clasificadas y ordenadas conforme al criterio científico, estético y educativo (García Guillén, 2013). Los trabajos educativos dentro de estos centros tenían como prioridades ofrecer la información de las etiquetas de los especímenes, las lecturas populares

¹⁷³, promover la investigación, editar publicaciones, realizar cursos o dar instrucción para organizar clases. Paul Monroe en sus lecciones acerca de cómo enseñar botánica afirmaba que “los jardines botánicos son un lugar donde una persona suficientemente interesada puede ir y educarse por sí mismo, en plan autodidacta” (Monroe, 1915). En los jardines primitivos el etiquetado daba solo una información del nombre científico de la planta, pero sucesivamente se fueron añadiendo el nombre común, la información de la distribución geográfica y el lugar del espécimen dentro del sistema de clasificación sistemático. En los modernos jardines que surgieron en América como los de Missouri, Harvard y New York, las plantaciones fueron organizadas con arreglo a la distribución geográfica, la relación con el ambiente (ecología) y la morfología, sin olvidar las tradicionales del uso por parte del hombre como la medicina o la agricultura.

El desarrollo del jardín escolar se inició con los creados por Friedrich Fröbel a principios del siglo XIX, el kindergarten, (jardín de niños o de infancia). Era un espacio donde los niños de tres a siete años aprendían a través del juego, con gran libertad de movimientos y unas condiciones higiénicas que permitían su adecuado desenvolvimiento (Martínez Ruiz-Funes, 2013). Fröbel adoptó el nombre de jardín de infancia desde un doble sentido. El término hacía referencia a la labor del educador con el niño, ya que igual que el jardinero cuidaba de las plantas para que crecieran con todo su esplendor, el educador debía tratar de llevar a cabo una tarea semejante con el niño.

Fröbel conectó su concepto de jardín de infancia con el del trabajo en el jardín donde los niños podían adquirir conocimientos básicos de biología. Si existía la posibilidad, cada niño del jardín debía tener su propio arriate o espacio para labrar. En esos arriates los niños podían plantar lo que querían y administrar las plantas para que

¹⁷³ Al principio las lecturas populares en los jardines botánicos estaban muy vinculadas a las propiedades medicinales de las plantas, ilustradas por especímenes vivos en los jardines e invernaderos además de por los ejemplares de herbario. Después se extendieron a todas las vertientes científicas de la botánica, desde las floraciones, las expediciones botánicas a las teorías de la herencia.

ellos aprendieran a cuidarlas de un modo adecuado por experiencia propia, cuidando de su crecimiento siguiendo unas normas o guías. Fröbel reconocía que los niños aprendían según los resultados, y esbozó un plan completo para el diseño, elaboración y plantación de los arriates conforme a las estaciones del año. Su jardín unía los elementos de un jardín de trabajo, de exhibición, identificación o reconocimiento de plantas, para la actividad corporal y el diseño de las ideas propias (Berger, 2000).

Del primer kindergarten abierto por Fröbel en el pueblo de Bad Blankenburg queda un grabado de 1840 (figura 29) y un esquema en el que se puede apreciar los arriates para los alumnos con sus nombres de pila en el centro, y veintiocho pequeños espacios para cultivos en el lateral, con diversas hortalizas como el repollo, la berza de Saboya, colinabo, remolacha, patatas, habas, mijo, etc., cultivando en el otro lateral dos grandes arriates destinados a un jardín de flores y a una huerta (figura 30). Este tipo de jardín se reprodujo en muchas escuelas. En las actas del Congreso Internacional de Beneficencia celebrado en Frankfurt, en 1857, podemos leer la siguiente descripción: “En los jardines de niños hay no solo un espacioso local donde los pequeños pensionistas desarrollan todos los miembros de su cuerpo, sino también una porción de terreno que cultivan. Cada niño cultiva un jardincito que viene a ser de su propiedad y además toma parte en un terreno llamado Jardín Común” (Martínez Ruiz-Funes, 2013: 175).

Los jardines botánicos siguieron una vía lenta para ser incluidos en los planes de actividades de la escuela. Uno de los primeros casos del binomio escuela-jardines botánicos fue el de Brooklyn, que abrió sus puertas al público en 1910 y que desde el comienzo estuvo enfocado al desarrollo de un programa educativo (Avery, 1971). El jardín ofrecía un amplio rango de actividades para los jóvenes: visitas de colegios, clases para niños en sábado, durante las vacaciones y después de clase. Una de las iniciativas fue el Children’s Garden, promovido por la profesora Ellen Eddy Shaw¹⁷⁴. Como casi ningún jardín botánico ofrecía posibilidades para los niños y profesores, en el libro *Gardening and farming* narra diferentes experiencias para repetir las en otros

¹⁷⁴ Ellen Eddy Shaw, profesora impulsora del Children’s Garden en el Jardín Botánico de Brooklyn, escribió un libro *Gardening and farming* sobre diferentes experiencias de los chicos del Garden Club con experiencias y consejos para repetir la experiencia en otros centros docentes.

centros docentes (Shaw, 1911). Gracias a esta propuesta los niños fueron cultivando flores, vegetales y hierbas aprendiendo de primera mano el mundo natural, con un enfoque basado en la transformación del entorno urbano a través de la educación, las prácticas sostenibles y la autogestión.

Manifestaba O. W. Beyer en el *BILE* (1901: 361) que “la escuela jardín debe ser un compendio de la naturaleza, compendio que tiene por objeto hacer entrar a los niños en el conocimiento elemental de la agricultura y de los trabajos educativos de jardinería”. Relacionar botánica, jardinería y escuela era una combinación interesante para la enseñanza primaria, de enorme valor para el desenvolvimiento infantil: “debiera haber un jardín escolar anejo a cada escuela”, decía Rasmussen (1933: 233), sirviendo de campo experimental a los alumnos con el doble propósito de observación y trabajo. Era importante para algunos renovadores, entre ellos Rasmussen y Rioja, poder disponer el jardín de manera que se tuvieran en cuenta las condiciones biológicas. Por ejemplo, si el jardín tenía una parte soleada y seca que se pudieran poner en ese espacio las especies adaptadas a la aridez, y si el espacio era una zona más húmeda, situar allí especies de zona de ribera. Algo muy común que podemos ver hoy en día en los principales jardines botánicos.

Existen algunas referencias a las actividades relativas al jardín escolar por parte de algunos pensionados españoles de la JAE. Dolores Cebrián en un artículo publicado en el *BILE* explicaba cómo era el jardín escolar de la James Allen's Girls School. Su directora, Lilian Clarke¹⁷⁵, definía así los motivos de su formación: “nuestro principal objeto, al formar el jardín, ha sido hacer la enseñanza de la botánica completamente práctica, por la estrecha asociación del trabajo dentro de la clase y fuera de ella. Estudian la estructura de las plantas en los ejemplares recién cogidos, y por medio de experimentos, adquieren el conocimiento de las mismas como una cosa viva” (Cebrián, 1925: 8). Por este método no sólo aprendían acerca de las plantas sino que recibían un entrenamiento en las manipulaciones, en la reunión de observaciones, en la comparación de los resultados obtenidos y a la hora de sacar conclusiones de los

¹⁷⁵ Lilian Clarke (1866–1934) fue profesora de Botánica en la James Allen's Girls' School en Dulwich, en el Sur de Londres desde 1896 a 1926. En 1917 obtuvo el grado de Doctora en Ciencias por la Universidad de Londres por su tesis acerca de la botánica en la educación desarrollada en su escuela.

hechos. Por medio del trabajo de las niñas, dedicadas al cuidado de las plantas diariamente cuarenta minutos al día, se conseguía infundirles actitudes favorables hacia la naturaleza y el interés por conocerla. La profesora Cebrián añadía la posibilidad de poder hacer esas actividades en nuestro país: “¿cuándo veremos al lado de cada escuela, como elemento indispensable para la educación de los niños y de los jóvenes, ese pedazo de tierra, de campo que hará sentir para siempre al hombre el amor a la Naturaleza y el interés por todo lo que de ella procede?” (Cebrián, 1925: 11). También mencionaba especies y hábitats naturales reproducidos en el jardín como las clavelinas silvestres en las dunas, las rosas salvajes en los caminos, montes con retamas y brezos.

Otro de los maestros españoles pensionados por la JAE, como el profesor Abilio Rodríguez, presentó una ingente memoria acerca de cómo enseñar botánica y hacer un jardín escolar (Rodríguez Rosillo, 1935). En cuanto a las indicaciones para cultivar en un jardín escolar había que tener en consideración su aplicación en la enseñanza, principalmente por prestarse alguno de sus órganos como ejemplo en el estudio morfológico del vegetal o porque fuera una planta que mostrara de forma sencilla detalles taxonómicos como, por ejemplo, un girasol para explicar una flor compuesta, de la misma forma que una cebolla podía mostrar lo que es una planta con bulbo. Se trataba de encontrar plantas adecuadas para las experiencias científicas demostrativas de cada una de las diversas funciones que realizan los vegetales.

Como caso práctico de un jardín escolar en España comentamos la experiencia de Félix Martí Alpera en el Grupo Escolar Pere Villa de Barcelona. Al contar con mucho espacio en el patio, desarrollaron la idea de fomentar el contacto activo de los niños con la tierra y con las plantas. Los profesores se lamentaban del alejamiento de los niños del ambiente natural. Todo el terreno laborable de la escuela quedó dividido en tantas parcelas como clases. Se reservó una para las plantas medicinales de la clase de economía doméstica y se reservaron macetas para las clases de párvulos. El arreglo de las parcelas duró un año y cuenta Martí Alpera que los niños trabajaron con entusiasmo, incluso más del tiempo programado: “se había dicho que se dedicaría al trabajo de la tierra media hora diaria, de doce a doce y media. Pero a las doce y media no había manera de conseguir que soltaran las herramientas” (Martí Alpera, 1932: 559). No faltan anécdotas interesantes derivadas del trabajo en el jardín escolar. Por ejemplo, la

vivida por una maestra en el primer grado que hablaba a sus alumnos de la germinación con las semillas que iban a plantar cuando fue interrumpida por un alumno de siete años preguntando: “¿Y si plantamos una patata saldrá un árbol de patatas?”. Eran niños que no habían visto las hortalizas más que a la hora de la comida, según Martí Alpera “iban de asombro en asombro al aparecer y crecer aquella abigarrada variedad de plantas alimenticias (...) iban corriendo cada día al entrar por la mañana en el jardín, a ver lo que había crecido. Y estas frutas y verduras les daban, sin hablar, lo que será siempre una eterna lección necesaria a los hombres: la de saber esperar” (Martí Alpera, 1932: 560).

Además del jardín escolar, diversos autores recogieron las experiencias educativas y botánicas que se podían hacer en maceta, los llamados jardines de ventana, que eran de gran valor en clase para la enseñanza de la fisiología vegetal, con la ventaja de que los cultivos eran más rápidos y de menor duración, y en pocas semanas ofrecían resultados. A falta de un invernadero en la escuela o centro docente, era uno de los recursos más útiles y económicos. Ganong, en su libro de enseñanza de la botánica, hacía al respecto una serie de recomendaciones: “estas plantas requerían más cuidados que una planta de invernadero, debiendo cuidar la situación, era mucho mejor en ventanas hacia el este ya que pueden recibir de forma temprana la luz de Sol, siendo contraproducente la orientación sur o norte. Dentro de esta modalidad de cultivo se recomienda aquellas bien adaptadas a la fisiología experimental como la fucsia y la cinerana” (Ganong, 1899: 146).

En España encontramos también propuestas de usos de las plantas en el aula. La profesora Comas mantenía que la mayoría de los objetos que nos rodean podían ser susceptibles de servir para la determinación de algún principio científico. Una alternativa que proponía consistía en trabajar con los seres vivos en el aula recomendando por ello la utilización de macetas y pequeños campos agrícolas, hechos con cajas de madera en el interior de la clase y, cuando fuera posible, en parcelas situadas en el jardín de la escuela (Comas, 1936). En la misma línea, Bargalló opinaba que toda escuela debería tener su campo de demostración agrícola, o por lo menos su jardín o cuadros de demostración en el patio; en último término, en todas las escuelas

tenían cabida macetas con plantas y algunos sencillos instrumentos para el estudio de la germinación, el crecimiento de la planta y su fisiología (Bargalló, 1932).

Una de las cuestiones más importantes en el éxito de una plantación y la supervivencia de este material didáctico radicaba en una buena conservación. Por desgracia las instituciones educativas sufrían la falta de medios para la enseñanza de las ciencias, haciéndose patentes en el mantenimiento y uso de los espacios ajardinados de los centros educativos, que en muchos casos desaparecían o tenían una vida muy corta. Por tanto, era lógico que las especies que se recomendaba plantar fueran de cultivo sencillo para que dieran la mayor seguridad a la hora de disponer de ellas en el momento de la clase práctica. Otra consideración a tener en cuenta era la necesidad de representar el máximo de tipos para el estudio de los diversos grupos taxonómicos de la clasificación botánica.

Decía el profesor Abilio Rodríguez consideraba que era recomendable seleccionar para el cultivo las especies más sencillas de sacar adelante. Además, debían mostrar de forma clara y directa los caracteres más importantes de cada familia, tanto en los órganos reproductores como en los vegetativos. Una cuestión básica en cualquier jardín era considerar los tiempos de floración y fructificación ya que en el caso de plantar especies en un jardín escolar o de un instituto había que tener en cuenta el calendario académico, evitando el cultivo de especies que tuvieran su floración en periodo vacacional. En el caso de países con latitudes más septentrionales este problema era más evidente ya que los inviernos largos dan floraciones tardías. Los jardines de este tipo en climas mediterráneos tenían evidentes ventajas al no tener heladas y una primavera temprana, en torno a final de febrero y hasta final de mayo.

Con el fin de poder observar en las plantas ciertas características morfológicas, se podían seleccionar aquellas que destacaban en algún aspecto a la hora de mostrar los tipos de estructuras como raíces, tallos, inflorescencias, flores y frutos. Los diferentes tipos de raíces: adventicias, napiformes, tubérculos, etc., eran complicadas de observar salvo si se sacaba la planta al completo, de raíz. Por lo tanto debían de ser especies herbáceas de las que se pudiera disponer en grandes cantidades aunque una alternativa podía ser las hierbas invasivas. En el caso de los tallos, se disponía de distintos tipos

para poder observar mejor las variaciones. Así, para ver distintos tipos en las monocotiledóneas se podían cultivar trigo y maíz, presentando el primero una caña hueca y el otro maciza.

Los árboles y las inflorescencias eran un material adecuado para el estudio de la ramificación. El castaño de indias y la col de Bruselas se recomendaban como objeto de estudio para la conformación de las yemas. Para estudiar la diversidad floral, como las papilionáceas y las boragináceas podían dar una multitud de variaciones de cáliz, así como una gran variedad de corolas (Rodríguez Rosillo, 1936). Para estudiar los órganos florales se requerían flores de gran tamaño como la azucena para los estambres, la espuela de caballero o una leguminosa para los carpelos. También se recomendaba utilizar la azucena para el estudio del pistilo y sus partes, además con un corte longitudinal del estilo estudiar el desarrollo del tubo polínico (Rubio, 1891c). La diversidad de estrategias de las flores para atraer a los insectos podía estar representadas en el jardín con plantas con grandes corolas vistosas como las amapolas, dalias, primaveras, etc. Por otro lado, también se debían distinguir aquellas que no poseen corola y que se polinizan por el viento (anemófilas) como el mercurial, el cáñamo y el cenizo (Rodríguez Rosillo, 1936). En cuanto al papel del viento en el cruzamiento, en las conferencias del Museo Pedagógico se recomendaba observar los largos estigmas del trigo y del lúpulo encargados de capturar el polen en el aire, destacando su abundancia y falta de adherencia al contrario que el polen que se pega a los insectos (Rubio, 1891c).

Entre las distintas especies y grupos utilizados como recurso para la enseñanza de la botánica se puede hacer una clasificación representando distintos niveles taxonómicos partiendo desde las criptógamas, algas, hongos, musgos, líquenes y helechos. Era posible disponer de algas filamentosas en las pequeñas fuentes o charcas de los jardines. Por su sencillez solo es necesaria una gota de agua para ver las algas unicelulares moviéndose en la preparación microscópica. La observación de algas filamentosas para ver los distintos tipos de cloroplasto o los fenómenos de la conjugación durante la reproducción, eran una práctica habitual. Las algas se pueden encontrar en las zonas costeras, con especial atención a las que se recolectan sin

dificultad entre las rocas o durante la marea baja cuando se acumulan las laminarias (Wuitner, 1921).

En el caso de querer cultivar hongos se podía disponer de una habitación o cuarto oscuro con temperatura poco variable para tener un pequeño cultivo de champiñón, pudiendo ser comprados en los mercados o recolectados en temporada. Para los musgos era suficiente con utilizar los que de forma habitual se podían encontrar en los sitios húmedos, sobre el suelo y las paredes o los céspedes de musgos y hepáticas recolectados en excursiones. Se podían aclimatar al jardín sobre todo si se colocaban sobre recipientes de arcilla que pudieran servir de cazuela con una capa de tierra del lugar de procedencia de la muestra y cubriendo los recipientes con un cristal para mantener la atmósfera con la humedad óptima. Era interesante dedicar un espacio a los helechos, las criptógamas vasculares, habituales en jardinería y en los jardines botánicos con la posibilidad de estudiar los tipos de frondes (las equivalentes a las hojas en helechos) y ver sus estructuras reproductoras (soros). Dentro de las prácticas con los helechos se podía ver la silificación de la epidermis de los equisetos y la observación de los movimientos hidrocópicos de sus esporas (Rodríguez Rosillo, 1936).

Uno de los grandes grupos representados en los jardines botánicos clásicos fueron las colecciones de gimnospermas, en especial de las coníferas. La obtención de piñones era muy interesante para el estudio de las semillas en gimnospermas. Las efedras y los tejos eran especies habituales junto a las cicas en ambiente templado, siendo el fruto del tejo de especial interés para explicar la diseminación de las semillas por medio de animales como los pájaros.

En cuanto a las plantas angiospermas lo ideal es que estuvieran representadas las familias más importantes, atendiendo a la representatividad ecológica en el territorio y la biodiversidad o importancia para el ser humano. Familias muy importantes desde el punto de vista botánico que se utilizaban eran: moráceas, salicáceas, populáceas, ulmáceas, crucíferas, papaveráceas, ranunculáceas, magnoliáceas, lauráceas, malváceas, geraniáceas, oxalidáceas, leguminosas, rosáceas, crasuláceas, cactáceas, mirtáceas, umbelíferas, solanáceas, escrofulariáceas, labiadas, oleáceas, cucurbitáceas, compuestas, liliáceas, amarilidáceas, iridáceas, juncáceas, orquidáceas, palmáceas y

gramíneas. Desde el punto de vista económico podemos destacar en la región mediterránea algunas familias indispensables para la agricultura como las cucurbitáceas, con hortalizas como la calabaza, el melón y la sandía; crucíferas como la col, el repollo, el rábano, la colza, la coliflor y el brócoli; las leguminosas como la alfalfa, las judías, las habas, el algarrobo, la albaida; las solanáceas como el tomate, el pimiento y la patata; y las rosáceas, con gran presencia de árboles frutales de hueso como el albaricoquero, melocotonero, ciruelo, almendro, etc.

6.3. Las colecciones comercializadas de material procedente de la naturaleza.

Los catálogos de las casas comerciales solían ofrecer una gran cantidad de cajas temáticas con plantas o partes de ellas que, a modo de lecciones, se distribuían en cajas acristaladas para exponerlas en la pared. La casa Cultura ofrecía una colección de cajas con plantas que estudiaban la clasificación del sistema botánico natural, la morfología, los órganos trepadores, la nutrición, la fecundación y germinación de las semillas, la morfología de la hoja, la biología de la hoja, la florecencia, la morfología de la flor, la clasificación del género, las semillas y frutas, las plantas carnívoras y preparaciones en alcohol con la germinación detenida en cada una de sus fases del centeno, la cebada, el trigo, el guisante, la avena, la judía y el melón (*Catálogo Cultura*, 1927).

En cuanto a material para herborizaciones, las casas comerciales vendían toda una serie de herramientas y materiales para los muestreos y la conservación. La casa Cultura ofrecía un completo set formado por azadilla, prensa portátil de metal mediante cintas, papel absorbente para disección de plantas, estuche botánico para prácticas (lupa plegable, una aguja, pinza fina, escalpelo y tijeras finas), papel de color en pliegos para aislar los géneros y las especies, carpetas de cartón para los herbarios, etiquetas, endosmómetro, tubos de cristal para la conservación de raíces, espigas, conservación de semillas (*Catálogo Cultura*, 1934).

La ventaja del material de herbario frente a otros era la sencillez y lo barato de su realización. Era habitual que los propios institutos realizaran sus herbarios como, por ejemplo, el actual Instituto Isabel la Católica donde se realizaban herbarios con las

especies locales encontradas en los parajes visitados por los jóvenes estudiantes en sus salidas al monte por los alrededores de Madrid, en Moncloa, la Dehesa de la Villa o la Casa de Campo (Aragón, 2012), o como en el Instituto de Murcia donde se trabajaba con un herbario de investigación perteneciente al catedrático. No obstante, en nuestro país existió un herbario de referencia elaborado por el Museo Nacional de Ciencias Naturales, coherente por otro lado con los esfuerzos realizados para completar la flora ibérica y hacer un trabajo coordinado.

Las casas comerciales ofrecían herbarios con colecciones de plantas que en muchos casos no estaban presentes en nuestra geografía y mucho menos en el ámbito local, con lo que no eran muy recomendables para los primeros niveles educativos. Solo en la enseñanza superior podrían tener sentido aunque siempre era mucho más recomendable que los propios alumnos hicieran el suyo. Casas como Dalmáu (*Catálogo*, 1935) o Espasa-Calpe (*Catálogo*, 1931) ofrecían colecciones de botánica con diversos tipos de fanerógamas y criptógamas, pegadas sobre papel fuerte, en hojas tamaño 22 cm x 32 cm. y agrupadas en una carpeta de cartón. En concreto, Espasa-Calpe tenía un herbario de 150 especies separadas en monocotiledóneas, dicotiledóneas y acotiledóneas. Pero, sin duda, los herbarios de las potentes casas comerciales alemanas como Koehler-Volckmar¹⁷⁶ tenían más diversidad y exotismo ofreciendo herbarios temáticos como el de gramíneas para escuelas, especies usadas para uso tecnológico que se aplicaban a la alimentación y medicina, el pequeño herbario de las plantas de los bosques y praderas de norte y sur de América, con treinta especies, y el de plantas de los desiertos y estepas de la Rusia europea, Argelia y el Sáhara.

Otra serie de materiales servían para experiencias de fisiología o a modo de museo demostrativo con elementos naturales conservados. Hemos estudiado algunos de los elementos más interesantes para tener una visión de lo que se podía elaborar en la época, en algunos casos con un auténtico alarde de imaginación, como las distintas fases de la germinación en tarros (figura 31), como si el proceso de crecimiento estuviera detenido en el tiempo. Por ejemplo, la caja experimental para la biología de Spilger, que

¹⁷⁶ La casa Koehler-Volckmar (Leipzig) comercializaba para España y América del Sur una gran variedad de material de enseñanza, puesto que había «aumentado en gran manera la demanda de los artículos de enseñanza». En 1910 publicaba una edición en español del Catálogo general con un sinnúmero de grabados e ilustraciones en colores de material de enseñanza y útiles para escuelas.

tenía 116 elementos en lo que a las plantas se refiere, con diferentes materiales para experimentar en diferentes condiciones de luz y oscuridad, accesorios para experimentar sobre la respiración, fermentación y la asimilación de carbono en los vegetales. Se utilizaban también material fungible como vasos para estudiar el crecimiento, tubos capilares, papel de filtro, lámpara de alcohol, balanza con platillos de cuerno, cilindro para medir el equilibrio, placa de Petri y frasco de germinaciones. En los experimentos se empleaban algunos materiales biológicos como semillas de guisante, avellana, malta, lúpulo, corteza de encina, hojas de menta, fibras leñosas de tilo, piña de una conífera, musgo blanco, turba, caña de manila, etc.

Entre otros productos ofrecidos por la casa Koehler-Volckmar destaca la colección del bosque de Rückert, hecha con preparados tomados de las especies más importantes de árboles de los bosques alemanes, que representaba de manera clara todas las transformaciones de dichos árboles a lo largo de cuatro años (figura 32). La colección contenía secciones transversales pulidas, secciones longitudinales con corteza, tablitas pulidas, hojas, flores, frutos, semillas, retoños y botones de árboles del bosque centroeuropeo como el pino silvestre, pino negro, pino cembro, abeto, alerce, haya ojaranzo, aliso, abedul, el álamo lúbrico, olmo de campo, fresno, moscón, arce campestre y tilo. Las partes delicadas como, por ejemplo, los botones florales y las flores no estaban desfiguradas al ser prensadas, sino que se mostraban en condiciones naturales en tubos de vidrio cerrados, protegidas contra el deterioro (*Catálogo Koehler-Volckmar*, 1910).

Otra de las formas de presentar la naturaleza era por medio de esquemas y cuadros clasificatorios, como la construcción de un sistema botánico basado en la taxonomía. Consistía en varias preparaciones de material vegetal natural y conservado con un texto explicativo que representaba la clasificación del reino vegetal para una fácil comprensión (figura 33). Además de hacer una presentación clara de la clasificación de las plantas, este material auxiliar de enseñanza permitía seguir el desarrollo gradual de las plantas desde las algas hasta las fanerógamas. Las preparaciones podían ofrecer una demostración intuitiva del desarrollo de las plantas y del fundamento del sistema natural.

Por lo que respecta a los museos escolares, los catálogos nos ofrecen mucha información y diversidad. Entre los más importantes se encontraban el museo de Dorangeon y el Deyrolle. En cuanto a lo fabricado en España, destaca el Museo Industrial Soler, que mostraba productos de la naturaleza y sus aplicaciones. Estas colecciones iban contenidas en cajas con tapas de cristal (tamaño 27 cm x 40 cm.). El Museo Escolar Industrial Deyrolle tenía unos cien cartones de 59 cm x 47 cm, y estaba dividido en cinco series dispuestas en forma de cuadros murales, con ribetes y ojetes representando los tres reinos de la naturaleza, siendo la segunda serie la dedicada a animales y vegetales útiles. Este museo comprendía una colección bastante completa de muestras acompañadas de explicaciones en español. Se empleó para facilitar a los centros docentes el material para una supuesta enseñanza intuitiva, adoptada por el gobierno francés y otros (*Catálogo Michaud*, 1914). En cuanto a su contenido, estaba formado por estructuras como la yema, forma y composición de hojas y composición, organización del tallo, raíz, flor, germinación de granos, reproducción por estaca, acodo e injerto, plantas sin flores, helechos, hongos, musgos, algas, monocotiledóneas, trigo y maíz, dicotiledóneas (alubia, haba, guisante), viña (planta, flor y racimo de uvas, productos brutos y fabricados), algodón, lino y cáñamo.

6.4. Estudio de las colecciones utilizadas en la Región de Murcia.

6.4.1. Las plantas del Jardín Botánico del Instituto Provincial de Murcia.

El antecedente inmediato del Jardín Botánico fue el campo de cultivo anejo al centro costado en su día por Guirao. Finalmente el jardín quedó instalado en el Huerto del Convento de San Francisco, terreno que había pertenecido al Instituto hasta 1849 y desde entonces era de la Junta Provincial de Agricultura hasta que en 1863 se procedió a su devolución. Una vez conseguido el terreno bajo la actuación de Guirao pronto funcionó a pleno rendimiento como campo de prácticas para la enseñanza de Historia Natural y Agricultura (López Fernández, 2001).

En el Jardín del Instituto de Murcia se llevaron a cabo distintas clases de plantaciones, según hemos sabido por las *Memorias* de esta institución. Por medio de

los exámenes de los peritos agrimensores de tierras tenemos varias descripciones del Jardín, con el reconocimiento, medición y levantamiento del plano de la finca. En los ejercicios se indicaba que había un huerto llamado Jardín Botánico del Instituto Provincial de Murcia cuyos límites eran: al levante las posadas del Malecón, al mediodía el Paseo del Malecón con la puerta principal, al poniente un huerto particular y al norte el huerto de las monjas isabelas y la calle del Mesón, donde había otra puerta de acceso al Jardín. El estudiante Francisco Alonso y Ruiz decía en su examen (figura 34) que la finca tenía una cabida de “72 áreas, 58 centiáreas y 75 decímetros equivalente a 5 tahúllas, 4 octavas y 17 brazas. De estas tahúllas la mitad está plantada de berenjenas, dos variedades de flores y el resto de barbecho y paseos. Conteniendo además tres moreras, cuatro palmeras, cuatro melocotoneros, un plátano, una magnolia, tres perales, once pereteros, ocho higueras, cuatro albaricoqueros, ocho granados, cuatro acacias, un níspero y veinte y seis cipreses”¹⁷⁷. Antonio Marín Martínez indicaba en su ejercicio (figura 35) que de los parterres que tenía el jardín, dieciséis estaban destinados a cultivo de flores, otros dos a la agricultura del tomate y uno grande a la calabaza¹⁷⁸.

En las *Memorias* se indicaba que el Jardín estaba formado por numerosas y preciadas especies remitidas por el Jardín Botánico de Valencia: “especial atención del fomento del estado del Jardín Botánico nutrido de numerosas y preciadas especies remitidas por el Jardín Botánico de Valencia que de esta manera procura llenar la misión que le está encomendada, propagando cuanto se puede contribuir a ensanchar los límites de la enseñanza de la botánica en nuestro país y a cuyo centro debemos y tributamos sincera expresión de reconocimiento”¹⁷⁹. Se construyeron tres invernaderos y se compraron numerosas plantas y cincuenta tarjetones de zinc¹⁸⁰ para el cultivo de plantas y para su reposición se compró una partida de macetas de alfarería¹⁸¹ y se adquirió un generador de vapor, de plancha de cobre con un caballo de fuerza para

¹⁷⁷ Instituto Provincial de Segunda Enseñanza de Murcia. (1873). *Expediente académico de perito agrimensor de Alonso Ruiz, Francisco*. Archivo Regional de Murcia, código de referencia: IAX,1397/23.

¹⁷⁸ Instituto Provincial de Segunda Enseñanza de Murcia. (1873). *Expediente académico de perito agrimensor de Antonio Marín Martínez*. Archivo Regional de Murcia, código de referencia: IAX,1397/17.

¹⁷⁹ Instituto Provincial de Segunda Enseñanza de Murcia (1884). *Memoria leída en la solemne inauguración del curso académico de 1883 a 1884*. Murcia: Tipografía de Anselmo Arques, p. 10.

¹⁸⁰ Instituto Provincial de Segunda Enseñanza de Murcia (1887). *Memoria leída en la solemne inauguración del curso académico de 1886 a 1887*. Murcia: Tipografía de Anselmo Arques, p. 56.

¹⁸¹ Instituto Provincial de Segunda Enseñanza de Murcia (1890). *Memoria leída en la solemne inauguración del curso académico de 1889 a 1890*. Murcia : Tipografía de Anselmo Arques, p. 51.

alimentar un termosifón, además de una estufa inglesa con tres metros de chimenea para el invernadero de plantas tropicales¹⁸². Las puertas de los recintos botánicos solían estar ornamentadas, en el caso del Jardín del Instituto era una puerta modesta que daba al Paseo del Malecón, las *Memorias* dan noticia de su reparación durante el curso entre 1890 y 1891: “se fortaleció y decoró la escalera de entrada, aprovechando su emplazamiento sobre la acequia de la Arboleja para instalar en la bóveda un oportuno invernadero acuático”¹⁸³. Durante el curso de 1891 a 1892 se iniciaron las reformas para levantar un umbráculo, indispensable para las plantas de invernadero en la estación de verano; se sustituyó el que había por uno de fábrica con diez columnas de fundición apoyado en un zócalo de sillería de 12 m de largo por 5 m de ancho, y en su cubierta 13 m por 6 m con quince arcos de hierro en T, forma china y circunvalada por crestería de zinc; también se recibió una colección de plantas extranjeras y ciento seis tarjetones metálicos con inscripciones¹⁸⁴. Según el secretario del centro, el profesor García Calvo, se realizaron obras en el Jardín Botánico por lo que pasó “en pocos años a la condición de uno de los más notables, si no el que más, entre los de Instituto”¹⁸⁵.

En 1906 se obtuvo una colección de semillas para el Jardín gracias a las gestiones del director Andrés Baquero¹⁸⁶ y al año siguiente se recibió otra colección de semillas del Instituto Agronómico de la Moncloa¹⁸⁷, se repararon y construyeron 338 tarjetones de zinc para el etiquetado de plantas, lo que da una idea del número de plantas diferentes que se pudieron reunir¹⁸⁸. Posteriormente se acometieron reformas de importancia con la construcción de un pabellón para las clases prácticas de botánica y la instalación de un gran invernadero, perfectamente acondicionado para plantas de

¹⁸² Instituto Provincial de Segunda Enseñanza de Murcia (1889). *Memoria leída en la solemne inauguración del curso académico de 1888 a 1889*. Murcia: Tipografía de Anselmo Arques, p. 55 y 56.

¹⁸³ Instituto Provincial de Segunda Enseñanza de Murcia (1891). *Memoria leída en la solemne inauguración del curso académico de 1890 a 1891*. Murcia: Tipografía de Anselmo Arques, p. 10.

¹⁸⁴ Instituto Provincial de Segunda Enseñanza de Murcia (1892). *Memoria leída en la solemne inauguración del curso académico de 1891 a 1892*. Murcia: Tipografía de Anselmo Arques, p. 55.

¹⁸⁵ Instituto Provincial de Segunda Enseñanza de Murcia (1892). *Memoria leída en la solemne inauguración del curso académico de 1891 a 1892*. Murcia: Tipografía de Anselmo Arques, p. 9.

¹⁸⁶ Se obtienen las siguientes colecciones: Una de aves y conchas del Museo de Historia Natural, una de semillas del Jardín Botánico, una de rocas de la escuela de Ingenieros de Minas, una de animales marinos de la Estación Biológica de Santander y una de mariposas.

¹⁸⁷ Instituto General y Técnico de Murcia (1907). *Memoria leída en la solemne inauguración del curso académico de 1906 a 1907*. Murcia: Impresores Sucesores de Nogués, p. 8.

¹⁸⁸ Instituto General y Técnico de Murcia (1908). *Memoria leída en la solemne inauguración del curso académico de 1907 a 1908*. Murcia: Impresores Sucesores de Nogués, p. 57.

estufa¹⁸⁹. El Jardín vivió otra época de esplendor utilizando estas mejoras en la enseñanza de la asignatura de Historia Natural impartida por el catedrático Miguel Rivera Ruiz. Durante el curso 1912 - 1913 se continúa ampliando la colección de plantas con sus respectivas chapas de zinc¹⁹⁰. Rafael Verdú, director y catedrático del centro, apuntaba sobre estas mejoras que además de dotar al Jardín con un modernísimo invernadero metálico y un umbráculo del mismo material, se reparó también todos sus desperfectos, se canalizaron las acequias que lo atravesaban, construyendo un estanque para el cultivo de plantas acuáticas y un invernadero especial para las mismas, “algunas de las cuales, así como de las iniciales debidas a José Echegaray, aún perviven milagrosamente, por desgracia se han perdido en su gran mayoría” (Verdú, 1958: 14-15). Estas mejoras que hemos enumerado y la nueva distribución del Jardín se puede observar en las fotografías aéreas de 1928 (figura 36).

Hoy en día siguen sobreviviendo en el Jardín algunos ejemplares antiguos. La relación que seguidamente realizamos se ha efectuado consultando el catálogo del Jardín Botánico del Malecón editado por el Ayuntamiento de Murcia (Sánchez de Lorenzo, 1989), inventariando y estudiando el estado de conservación de los ejemplares que a día de hoy sobreviven (tabla 8 en el anexo II). En la actualidad, estamos llevando a cabo un proyecto de recuperación del Jardín Botánico para la didáctica de la botánica, en el cual participamos en la dirección científica, intentando hacer una representación viva del herbario de Guirao, mostrando distintos ecosistemas muestreados por él en la Región.

En la actualidad el árbol más emblemático es una vieja sabina mora (SN-1, ver ficha en el anexo III). En la colección de árboles no podía faltar un ejemplar de lo que por aquel entonces se conocía como alerce africano o árbol de la Sandárac y por su nombre científico *Callitris quadrivalvis* (sinónimo de *Tetraclinis articulata*), especie del Mediterráneo occidental distribuida principalmente por el norte de África. Este viejo ejemplar, que por suerte aún se conserva, tiene un tronco de 1,40 m de cuerda y 12 m de altura. Sobre este ejemplar escribe el botánico mazarronero Francisco de Paula Jiménez

¹⁸⁹ Instituto General y Técnico de Murcia (1908). *Memoria del curso académico de 1907 a 1908*. Murcia: Impresores Sucesores de Nogués, p. 12.

¹⁹⁰ Instituto General y Técnico de Murcia (1912). *Memoria leída en la solemne inauguración del curso académico 1912 a 1913*. Murcia: Imprenta Sucesores de Nogués, p. 53.

Munuera, en 1908¹⁹¹ quien en sus *Plantas de Cartagena, adiciones y rectificaciones*, presentadas en las *Actas* del Primer Congreso de Naturalistas Españoles hace referencia por primera vez a los escasos ejemplares europeos de *Callitris quadrivalvis* que localizó silvestres en Cartagena¹⁹², y sobre el ejemplar del Malecón dice lo siguiente: “En el Jardín Botánico del Instituto de Murcia hay también un magnífico ejemplar que no tendrá menos de 6 a 8 m” (Jiménez Munuera, 1908: 270). En referencia a las características más importantes de la sabina de Cartagena, desde el punto de vista didáctico centramos la atención en la morfología de las ramas articuladas, las hojas escuamosas y el tipo de fruto en gábulos. En cuanto a la importancia de su ecología y biogeografía esta especie se encuentra en las sierras de Cartagena y en el norte de África, desde Marruecos hasta Túnez, así como en la Isla de Malta. En lo relativo a su uso por parte del ser humano o etnobotánico, se utilizaba la resina de la corteza del tronco y de las ramas, la llamada sandácara, de olor balsámico, para hacer cementos dentales y utilizado para embalsamar por los antiguos egipcios (Rivera y Obón, 1995). Hoy en día sobrevive este ejemplar siendo un recurso de educación ambiental para los visitantes (figura 37).

Entre otros árboles centenarios del Jardín encontramos la palmera azul, palma gris, palma azul de Méjico - *Brahea ornata* (SN-2). Es una palmera hermafrodita con grandes hojas palmadas profundamente divididas en segmentos agudos de color verde azulado. Pecíolo de un metro y medio de longitud, con espinas recurvadas en los márgenes. Las flores y los frutos son muy atractivos ya que cuelgan de la palmera casi hasta la mitad del tronco. El fruto es ovoide de unos 2 cm de diámetro y color amarillo. Esta palmera nos permite reconocer las características taxonómicas de la familia de las palmáceas y, en especial, la morfología de la hoja palmada, las inflorescencias de pequeñas flores hermafroditas y la forma de la corteza del tronco.

La palma de la jalea - *Butia capitata* (SN-3). Palmera con flores masculinas y femeninas sobre el mismo pie de la planta (monoica), de tronco cubierto por las bases de las hojas viejas que son alargadas y están dispuestas de manera ordenada alrededor

¹⁹¹ Agradecemos a José Antonio López Espinosa el interés y la información aportada sobre este árbol.

¹⁹² Los pocos árboles de esta especie que existen aquí, viven en el barranco de Avenque, Coto de Alquerías y Peña del Águila. Las muestras que se han repartido por Europa, proceden casi todas del Coto de Alquerías.

de todo el tronco. Tiene hojas pinnadas, muy arqueadas, con folíolos rígidos insertos en el raquis en un mismo plano pero formando una uve. Son de color verde grisáceo.

El pino australiano - *Casuarina cunninghamiana* (SN-4 y SN-5), árbol de gran porte con una copa piramidal. En la zona histórica del Jardín hay dos ejemplares siendo los árboles más altos del lugar. Es importante aclarar que esta planta no es un pino como mucha gente piensa, la diferencia más importante es que los pinos son gimnospermas, plantas que producen semillas en piñas o conos, y el género *Casuarina* es una angiosperma, es decir, una planta que produce flores¹⁹³ y frutos. Lo que a simple vista parecen hojas aciculares son realmente ramillas muy delgadas que asumen el papel de hojas en cuanto a la fotosíntesis se refiere. Las verdaderas hojas son escamitas dispuestas en los nudos de esas ramillas, necesitándose una lupa para observarlas. Este rasgo sirve para poner de relieve el concepto de “convergencia evolutiva” cuando dos estructuras similares han evolucionado independientemente a partir de estructuras ancestrales distintas y por procesos de desarrollo muy diferentes. Otra de estas convergencias con el pino, quizá la más interesante, es que las semillas de la *Casuarina* en algún momento de su crecimiento desarrollan una ala parecida a la de las semillas de los pinos; en ambos casos las alas permiten su dispersión por el viento.

El árbol coral o ceibo - *Erythrina crista-galli* (SN-6). En este árbol podemos reconocer las características taxonómicas de las fabáceas, y en especial la morfología de la flor papilionada (con forma de mariposa) y el fruto en legumbre. En cuanto a la flor, es el elemento más llamativo que puede servir para explicar la flor papilionada, caracterizada por un cáliz rojo acampanado, una corola roja compuesta por cinco piezas, un pétalo grande o estandarte, dos laterales o alas y dos pétalos soldados en su borde que forman la quilla. Esta especie es utilizada por el ser humano como ornamental y es una melífera de interés para apicultores en Argentina.

La acacia de las tres espinas - *Gleditsia triacanthos* (SN-7). Es un árbol caducifolio con el que se pueden reconocer las características taxonómicas de la familia de las leguminosas, en especial las características especiales morfológicas de la hoja

¹⁹³ En cuanto a las flores, son unisexuales. Las masculinas están dispuestas en espigas terminales. Las femeninas en amentos cónicos en las axilas de escamas foliares. Sus frutos son globosos, de alrededor de 1 cm de diámetro, con bracteolas prominentes, aglomeradas.

compuesta y su fruto característico en legumbre que se abre al caer lanzando las semillas.

La higuera australiana - *Ficus macrophyla*. (SN-8). Está a la derecha de la antigua entrada del Jardín por el Malecón. Es un árbol de gran porte, perenne, siempre verde que alcanza dimensiones gigantescas en el Asia tropical (Sánchez de Lorenzo, 1989). Cabe observar de este árbol su parentesco con la higuera, aparte de otros detalles como el fruto en higo, el látex que brota al arrancar una hoja o producir una herida puede sugerir que son del mismo género. De este látex se extrae el caucho, siendo un detalle importante para que los alumnos relacionen ideas. En la revista *Brisas Alfonsinas*, el catedrático de Ciencias Naturales Rafael Verdú Payá dedicaba un artículo a este árbol como parte de una serie divulgativa sobre las joyas del mundo vegetal en los jardines de Murcia (Verdú, 1964).

Varios ejemplares de palmera datilera - *Phoenix dactylifera* (SN-9) son de los árboles más antiguos del jardín. En ellas se pueden reconocer las características taxonómicas de las palmáceas como el tronco simple que recibe el nombre de estípite o estipe, que termina en un ápice de crecimiento llamado yema apical. Este órgano es vital ya que si sufre algún daño o alteración fisiológica puede morir la planta. De hecho, una de las grandes amenazas de estos ejemplares es la del escarabajo picudo rojo (*Rhynchophorus ferrugineus*) que arrasa las palmeras de nuestra geografía. Otra de las características a tener en cuenta son las flores pequeñas y poco llamativas pero que en grupo hacen un efecto de gran apariencia. Las flores masculinas y femeninas están separadas en diferentes plantas con palmeras femeninas que darán dátiles y palmeras con flores masculinas exclusivamente, siendo un ejemplo perfecto de plantas dioicas (del griego dos casas).

Varios ejemplares de *Yucca elephantipes* (SN-10) uno de estos ejemplares aparecía junto a un banco y a la puerta del Jardín (figura 38).

6.4.2. Los árboles del Parque Ruiz Hidalgo.

Este espacio sirvió para divulgar el conocimiento de muchas plantas de importancia forestal, agrícola y ornamental, despertando la afición a propagarlas en la provincia. La mayoría de las especies que recoge la guía del parque (Codorniu, 1915) eran de otros lugares del mundo: 27 especies de América, 34 de Asia, 18 de Australia, 3 de Canarias frente a 38 europeas-mediterráneas. El parque estaba limitado al norte por el muro construido por el Conde de Floridablanca (luego terraplenado y convertido en paseo Garay), al sur las sucesivas avenidas del río fueron acumulando al pie del muro arenas, que llegaron a abarcar doce hectáreas. La idea de Codorniu era crear en ese espacio un vivero destinado a proporcionar plantas para la celebración de la Fiesta del Árbol y un arboreto que fuera una muestra del cultivo forestal.

Siendo alcalde de Murcia Jerónimo Ruiz Hidalgo, se llevó a cabo la realización de un gran parque con la participación de Codorniu¹⁹⁴. Se cedió a la III División Hidrológico Forestal del Segura el terreno situado al oeste del Puente de Hierro y las parcelas en la parte este. El proyecto era transformar una porción ribereña en un jardín botánico con un vivero que la ciudad necesitaba para aportar las plantas con las que celebrar las fiestas del Árbol, así como disponer de un arboreto que constituyese un aproximado muestrario de cultivo forestal. Un lugar, decía Codorniu, capaz de mitigar la bola de fuego que se precipitaba sobre la ciudad con tanta saña y peso que tardaba meses en desalojar su sitio y marcharse a otras latitudes a derretir caletres (Morales, 1996).

Las especies americanas que se encontraban en el Parque eran el magnolio de Carolina del Norte (*Magnolia grandiflora*), el chirimoyo de Perú y Méjico (*Anona cherimolia*), la acacia blanca de América del Norte (*Robinia pseudoacacia*), la acacia rosa (*Robinia hispida*), el junco marino de América tropical (*Parquinsonia aculeata*), el pimentero falso de América del Sur (*Schinus molle*), el arce de hojas de fresno de Estados Unidos (*Negundo fraxinifolium*), el abutilón de Uruguay (*Sida striata*), la flor de pascua de Méjico (*Euphorbia pulcherrima*), el aroma de Santo Domingo (*Acacia*

¹⁹⁴ La solicitud de Codorniu a la corporación municipal para crear este espacio se topó varias veces con la negativa de varios alcaldes, hasta que Jerónimo Ruiz Hidalgo, amigo de Codorniu, ganó la alcaldía, con la idea en proyecto de hacer de aquel paraje junto al río un parque (Morales, 1996).

farnesiana), el agérato de Méjico (*Eupatorium adenophorum*), la catalpa de América del Norte (*Catalpa syringaefolia*), la bignonia de Brasil (*Bignonia twediana*), el jazmín de Virginia (*Tecoma radicans*), la pasionaria de Brasil y Perú (*Passiflora coerulea*), la bouganvilia de Brasil (*Bougainvillea spectabilis*), el maestrate de Brasil (*Lantana camara*), el durante de las Antillas (*Duranta plumieri*), el abrotano de Méjico (*Habrothamnus elegans*), el galán de noche de Chile (*Cestrum parqui*), la aurora de América meridional (*Pharbitis hispida*), la *Pritchardia filifera* de California, la *Washingtonia robusta* de California, la *Lafania borbónica* de la Isla de Borbón, el sabal de Florida (*Sabal adansoni*) y la yuca de América septentrional (*Yucca aloifolia*).

Las especies asiáticas eran el árbol del cielo de China (*Ailanthus glandulosa*), el naranjo de Asia (*Citrus aurantium*), el limonero chino del noroeste de la India (*Citrus limonium*), el limero (*Citrus limetta*), el cinamomo de Siria (*Melia acederach*), el majuelo lampiño de Japón (*Photinia serrulata*), rosa amarilla (*Rosa egianteria*), rosal de cien hojas (*R. centifolia*), rosal de Alejandría (*R. damascena*), rosal de Bengala (*R. indica*), sófora de China y Japón (*Sophora japonica* y *S. secundiflora*), la glicinia de China septentrional (*Wistaria chinensis*), árbol del amor o de Judea (*Cercis siliquastrum*), árbol de la seda de Persia (*Acacia julibrisin*), la lila de Asia Menor (*Syringa vulgaris*), el parasol de la China (*Sterculia platanifolia*), la malva real de Siria (*Hibiscus syriacus*), el árbol de la vida de la India (*Hibiscus mutabilis*), la celinda de Europa del Este y Asia Menor (*Philadelphus coronarius*), el *Pittosporum tobira* de China, el aligustre de Japón (*Ligustrum japonicum*), el aligustre de la India (*L. spicatum*), el jazminero del Himalaya (*Jasminum grandiflorum*), el jazminero de flores amarillas de China (*Jasminum nudiflorum*), el sauce llorón de Asia occidental (*Salix babylonica*), el ficus de la India oriental (*Ficus elastica*), la higuera de las pagodas de la India (*Ficus religiosa*), la higuera de Adán o bananero procedente de la India (*Musa paradisiaca*), la caña dulce de la India (*Saccharum officinarum*) y el *Chamaerops excelsa* de China.

En cuanto a la flora australiana, tan adaptable a Murcia, se podían encontrar el gomero gigante de Australia y Tasmania (*Eucalyptus amigdalina*), el kino austral (*Eucalyptus resinífera*), el gomero rojo (*Eucalyptus rostrata*), el gomero azul (*Eucalyptus globulus*), el karri del sudoeste de Australia (*Eucalyptus diversicolor*), el

Eucalyptus occidentalis, la caoba de los pantanos del sudeste de Australia (*Eucalyptus robusta*), el *Eucalyptus bicolor*, el *Eucalyptus gomphocephala*, la *Acacia saligna*, la *Acacia retinoides*, la *Acacia longifolia* y la acacia real (*Acacia lophanta*), la siempre verde transparente de Australia (*Myoporum laetum*), la grevillea de flores anaranjadas de Australia (*Grevillea robusta*), el pino australiano (*Casuarina tenuissima*) y la *Coripha australis* de Australia.

Encontramos citadas pocas especies canarias como el crisantemo de Canarias (*Chrysanthemum frutescens*) y la palmera canaria (*Phoenix canariensis*). De otras partes de Europa se plantaron el plátano de Grecia y Asia Menor (*Platanus orientalis*), la alfalfa leñosa de Italia y Grecia (*Medicago arborea*) y la espirea del Tirol (*Spiraea decumbens*). En cuanto a las de Sudáfrica estaban el pelargonio de hojas de yedra (*Pelargonium hederifolium*), el *Pelargonium peltatum* y la malvarrosa (*Pelargonium capitatum*).

Una parte de los árboles plantados eran especies habituales en el área mediterránea y de la provincia de Murcia como el espino (*Crataegus* sp.), el almendro (*Amygdalus communis*=*Prunus dulcis*), el granado (*Punica granatum*, var. *rubra*), el fresno de la tierra (*Fraxinus angustifolia*), el bonetero (*Evonimus europaeus*), el ricino (*Ricinus communis*), el taray (*Tamarix africana*), la yedra (*Hedera hélix*), el durillo (*Viburnum tinus* y *V. odoratissimum*), la santolina (*Santolina chamaecyparissus*), la cineraria (*Cineraria marítima*), el acanto (*Acanthus lusitanicus*), el baladre (*Nerium oleander* y *N. oleander* var. *variegatum*), el romero (*Rosmarinus officinalis*), el árbol del paraíso (*Eleagnus angustifolia*), el chopo lombardo (*Populus nigra*), el álamo blanco (*Populus alba*), chopo del Canadá (*Populus canadensis*), el sauce blanco (*Salix alba*), violeta común (*Viola odorata*), la mata cuchillo (*Messembryanthemum grandiflorum*), el perejil de la reina (*Messembryanthemum cordifolium*), el nogal (*Juglans regia*), el olmo (*Ulmus campestris*), el almez (*Celtis australis*), la morera (*Morus alba* y *Morus alba* var. *pendula*), la palmera común (*Phoenix dactylifera*), el palmito (*Chamaerops humilis*), la caña común (*Arundo donax*) y el rusco (*Ruscus aculeatus*).

Especial mención hacía Codorniu de las coníferas utilizadas en reforestaciones. Había ejemplares raros como el pinsapo o abeto de Grazalema (*Abies pinsapo*) difícil de sacar adelante en la ciudad de Murcia por el calor. Del género *Cedrus* se plantaron el cedro del Líbano (*C. libani*), el cedro del Atlas (*C. atlántica*) y el cedro del Himalaya (*C. deodara*). Del género *Pinus* se mencionan el pino carrasco (*P. halepensis*), el pino piñonero (*P. pinea*) y el pino canario (*P. canariensis*). Del género *Cupressus* había un ciprés del levante (*C. sempervirens*), el ciprés fúnebre de china (*C. funebris*), el ciprés de fruto grueso de California (*C. macrocarpa*), ciprés de Portugal (*Cupressus glauca*). Y otras coníferas de otras latitudes como la tuya de China y Japón (*Biota orientalis*), el alerce africano o sabina mora (*Callitris quadrivalvis*) y la araucaria australiana (*Araucaria australis*).

Pese a la gran cantidad y diversidad de especies que atesoró, el Parque de Ruiz Hidalgo desapareció para el ensanche del Paseo Flomesta y la Ronda de Garay, además de la construcción del muro para encauzar el río. Todavía sobreviven los viejos eucaliptos, cuyas copas son las que vemos hoy en día frente al Palacio de Justicia. Igual que el Jardín Botánico de Cartagena y el Jardín del Instituto de Murcia, sufrió un grave revés y olvido, en este caso con la excusa del desarrollo se destruyó el que hubiera sido el pulmón verde de la ciudad.

6.4.3. El Herbario de Ángel Guirao.

La memoria de la intensa actividad naturalista y botánica de Ángel Guirao queda reflejada en la gran cantidad de especies herborizadas. En la actualidad sus pliegos de herbario se pueden encontrar repartidos entre la Universidad de Coimbra, el Museo de Historia Natural de París y el Real Colegio Alfonso XII de San Lorenzo de El Escorial. En este último se conserva una colección de Guirao con pliegos de 136 plantas de la Región de Murcia, recolectadas entre los años 1844 y 1855 y que forma parte del herbario M. P. Graells¹⁹⁵ (Carrasco *et al.*, 2001).

¹⁹⁵ Este material fue enviado a Mariano de la Paz Graells, director por entonces del Museo de Ciencias Naturales de Madrid, quien depositó esta colección, junto con el resto de su herbario, en el Real Colegio Alfonso XII donde se mantuvieron ocultas hasta su reciente redescubrimiento.

Para nuestro estudio hemos seleccionado la información de las plantas herborizadas por Ángel Guirao de los pliegos originales que hizo para el herbario de Willkomm. Un herbario de la zona del Mediterráneo (y Canarias) que forma parte de una colección de más de 30.000 ejemplares custodiados por el Departamento de Botánica de la Universidad de Coimbra y disponible en red¹⁹⁶. Esta colección fue la base para la preparación de los trabajos *Prodromus Florae Hispanicae* (Willkomm & Lange, 1861), una de las más importantes recopilaciones de flora ibérica. Los pliegos de Guirao están bien documentados con etiquetas que aportan datos de la ecología como el tipo de suelo o la comunidad y la fecha de recolección entre los años 1842 y 1864.

Los ejemplares de los herbarios históricos permiten entablar una reflexión en torno a la biología de la conservación y la relación que el hombre ha mantenido con la naturaleza a lo largo de la historia. La continua pérdida de biodiversidad vegetal y el alejamiento cada vez mayor que la sociedad urbana actual tiene de la naturaleza, hace que su estudio hoy día ofrezca una oportunidad única de conocer especies que formaron parte de su entorno natural, menos urbanizado en otros momentos. Así, por ejemplo, en los pliegos de Guirao, figuran especies en ciertas localidades que no corresponden con su actual distribución y nombres de especies que han dejado de utilizarse, de los que indicaremos su sinónimo actual entre paréntesis.

Con el desarrollo urbanístico desordenado y especulativo de los últimos treinta años, en el entorno de la ciudad de Murcia han desaparecido plantas y los propios ecosistemas que las albergaban. Guirao muestreó en el paraje de la Rueda de la Ñora y en sus alrededores ejemplares de *Carex echinata*, *Lysimachia ephemerum* típicas especies de suelos hidromorfos en el Segura y afluentes y el *Hypericum caprifolium* de pastizales y juncales en suelos hidromorfos. También muestreó plantas en los márgenes del río Segura y bordes de los márgenes de canales y acequias como *Statice delicatula* var. *tournefortii* (*Limonium tournefortii*)¹⁹⁷, *Phragmites gigantea*, *Physalis somnifera* (= *Withania somnifera*), *Rumex conglomeratus*, la orquídea *Ophrys apifera*, *Oxalis*

¹⁹⁶ El herbario de Willkomm y los pliegos realizados por Guirao se pueden ver en este enlace: http://www.uc.pt/en/herbario_digital/willkomm_herbarium/herb_on_line (Consultado el 29/09/2013).

¹⁹⁷ Actualmente no aparece en la flora de Murcia (Sánchez et al, 1996).

corniculata, *Salix aurita* y *Statice delicatula* var. *tournefortii*.

El herbario refleja también el cambio de paradigma ecológico ya que en la descripción del lugar donde es recogido el ejemplar se hace una breve referencia en latín al entorno. Como veremos a continuación, se refleja la diversidad de ecosistemas que podemos encontrar en la Región de Murcia. Una de las zonas con mayor representación en el herbario son las sierras del Valle en Murcia: La Fuensanta y Carrascoy, con puntos de muestreo en el entorno del santuario, la Cresta del Gallo, los Teatinos, Algezares y la Naveta. Dentro de estos parajes, Guirao hacía distinciones ecológicas tales como suelos arcillosos y calcáreos, de la pradera, cuevas en la Naveta, colinas áridas del Castillo de la Luz y Santuario de la Fuensanta. Estos datos recuerdan que el estado de estos montes era muy diferente del actual, fruto de modernas reforestaciones de pino carrasco. En aquella época el panorama era mucho más arbustivo.

En las colinas del Santuario de la Fuensanta se muestrearon las siguientes especies: *Filago spathulata* (= *Filago pyramidata*), *Fagonia cretica*, *Elaeoselinum lagascae*¹⁹⁸ (= *Distichoselinum tenuifolium*), *Ephedra altissima*, *Erianthus ravennae* (= *Saccharum ravennae*), *Sideritis leucantha*, *Ptychotis verticillata*, *Rumex intermedius*, *Bupleurum fruticosum*, *Chondrilla juncea* y *Clematis flammula*. En la zona de la Naveta se recolectaron *Euphorbia clementei*, *Brachypodium distachyon*, *Cynosurus echinatus* y *Dianthus brachyanthus*. Entre el matorral y herbáceas de Carrascoy se recolectan *Artemisia glutinosa*, *Centaurea eriophora*, *Cistus monspeliensis*, *Centaurea boissieri* entre las fisuras de las rocas y *Achillea odorata* en la cima de la montaña. En la falda de Carrascoy también se cita *Silene divaricata*, *Cachrys pterochlaena* y *Carthamus tinctorius*.

Sierra Espuña es otra zona muy estudiada, desde los alrededores de Alhama a parajes como La Perdiz, el Valle del Leyva y el Morrón. Encontramos especies en media montaña como *Pistacia terebinthus*, *Armenia bourgaei*, *Artemisia hispánica*, *Aspidium aculeatum*, *Astragalus nummuloides*, *Barkhausia albida*, *Bupleurum fruticosum*, *B.*

¹⁹⁸ Lagasca en 1816 describió *Thapsia tenuiflora* a partir de plantas recolectadas “juxta Sanctuarium de la Fuensanta prope Murciam urbem” y es Boissier quien transfiere la especie al género *Elaeoselinum* con el nombre de *E. lagascae* (García Martín y Silvestre, 1983: 99).

gibraltaricum y *B. rigidum*. En la zona alta de Sierra Espuña hallamos los pliegos de *Marrubium supinum*, *Nepeta amethystina*, *Paronychia aretoides*, *Cephalaria leucantha* e *Hypericum ericoides*. Del Valle del Leyva se conservan *Campanula dichotoma*, *C. rotundifolia*, *Centranthus macrosiphon*, *Colutea arborescens*, *Cotoneaster granatensis*, *Dictamnus albus*, *Digitalis obscura* y *Lonicera splendida*.

También hay referencias a espacios verdes como el Jardín de Floridablanca con ejemplares de *Liriodendron tulipifera* y *Callistemon speciosus*, y a otros jardines de la ciudad de Murcia con especies como *Lonicera canescens*, *Lippia citriodora* y *Helichrysum bracteatum*. Hay unas citas específicas que se refieren al huerto nuevo de Guirao, quizás se trate del primer Jardín anexo al Instituto o un jardín particular, con *Bidens cernua* propia de estanques, y *Gaura biennis* y *Garuleum pinnatifidum* procedentes de Sudáfrica. También alude a un huerto nuevo en Murcia con *Helichrysum bracteatum* especie cultivada como ornamental y *Citrus limetta* o limón dulce. En la huerta se recogieron especies como *Dolichos lignosus*, planta ornamental de flores violetas, y *Cobaea scandens*, trepadora originaria de México cultivada como ornamental. Entre otros ambientes muestreados por Guirao tenemos las tierras de cultivo y arcillosas con especies como *Haptophyllum rosmarinifolius*, *Helianthemum squamatum* y *Guiraoa arvensis* en suelos arcillosos del Puerto de la Cadena, actualmente protegida.

Capítulo VII

EL MATERIAL ÓPTICO PARA EL ESTUDIO DE LA
BOTÁNICA EN EL CAMPO Y EL LABORATORIO

7. El material óptico para el estudio de la botánica en el campo y el laboratorio.

Con el fin de comprender lo que sucede en la naturaleza a nivel microscópico se hizo indispensable aumentar nuestra capacidad de visión. Esta idea fue una gran preocupación para muchos pensadores a lo largo de la historia, ya que muchas teorías no podían ser confirmadas sin explicar lo pequeño o microscópico. Para hacer una observación y descubrir las células, su forma, estructura y función, fueron esenciales los instrumentos como la lupa y el microscopio. La función del sistema de lentes era la de amplificar los objetos dentro del campo del microscopio, dando especial importancia al contraste y a la resolución.

El recorrido del descubrimiento desde las primeras lentes¹⁹⁹ a los modernos microscopios es un recurso ideal para la enseñanza de las ciencias en un gabinete histórico de biología. La historia de la microscopía arranca con los primeros instrumentos ópticos de Roger Bacon cuando en 1245 creó las primeras lupas con lentes simples biconvexas. El primer microscopio se atribuye a Johannes y Zacarías Jansen en torno a 1590; en la misma línea Galileo utilizó un aparato similar para observar lo que llamó los menores componentes de la materia (Del Baño, 1972). Leeuwenhoek, en 1665, descubrió el mundo microbiano mediante el uso de un microscopio simple con una sola lente biconvexa de distancia focal corta. Menos conocido es Hufnagel de Frankfurt que, en 1662, creó un microscopio simple de una sola lente, por medio del cual consiguió hacer observaciones de estructuras de difícil resolución en insectos (Deflandre, 1930). El desarrollo de los microscopios compuestos modernos necesitó casi dos siglos de investigación, y entre el siglo XIX y principios del XX la óptica consiguió poner al servicio de la investigación biológica una serie de instrumentos que abrieron nuevas perspectivas a la investigación con los avances de la teoría celular, histología, fisiología vegetal, etc.

¹⁹⁹ La talla de lentes se remonta a la antigüedad, desde las de cristal de roca encontradas en las excavaciones de la ciudad asiria de Ninive hace 2700 años, o las lentes rellenas de agua mencionadas en los relatos de historiadores como Séneca y Plinio, hasta llegar a las auténticas lentes plano-convexas de finales del siglo XIII en Europa (Deflandre, 1930: 11).

Podemos dividir los instrumentos ópticos para el estudio de la botánica en lupas de campo, lupas de mesa, estereomicroscopios, microscopios ópticos, cámaras de dibujo, cámaras fotográficas y microproyectores. El valor educativo de estos instrumentos iba a la zaga de los grandes descubrimientos, siendo habituales en centros de enseñanza superior, de segunda enseñanza e incluso en los de primaria de forma inicial. En las excursiones o salidas de campo el instrumento preferente para el descubrimiento de la botánica era la lupa de mano desarrollándose muchos modelos. La lupa servía para la observación y descripción de estructuras vegetales pequeñas y de organismos de reducido tamaño como hongos, algas, líquenes y helechos. Las estructuras florales eran reconocidas de forma inmediata, y de esta manera se podía llegar a identificarlas con las guías y claves dicotómicas de botánica. En las salidas de campo la ayuda de una lupa era fundamental para identificar ejemplares como, por ejemplo, aquellos con flores anemófilas de estructura difícil de resolver tal y como sucede en las familias de las gramíneas.

Las lupas se componen de dos lentes convergentes con las dos caras convexas (o solo una de ellas). Los rayos de luz, que un objeto refleja, llegan al ojo después de atravesar la lupa. Esos rayos se desvían al llegar a nuestros ojos y parecen provenir de un punto más alejado pero también de una imagen más grande, creándose una imagen virtual más allá del objeto, que se encuentra entre la imagen virtual y el ojo (Del Baño, 1972). Existe otra modalidad de lupa, la de laboratorio, que es fija y se dispone sobre la mesa. Se le puede incorporar una luz para poder seleccionar y preparar el material a la hora de realizar cultivos o hacer preparaciones microscópicas. Para los que se iniciaban, la lupa era esencial a la hora de realizar trabajos con muestras microscópicas. Solo en casos muy raros podría bastar el ojo desnudo para realizar este trabajo. Por otro lado, el gran aumento de los microscopios y la poca extensión de su campo visual los hacían poco adecuados, de aquí la necesidad de tener instrumentos que ofrecieran una imagen derecha, una gran distancia libre objetiva y un campo visual amplio. Estos requerimientos eran cumplidos por las lupas sencillas, que podían ser lupas de bolsillo o con mango y, en segundo término, estas lupas en unión con diferentes clases de estativos o soportes. Existía en el mercado una enorme diversidad de lupas que ofertaban las casas comerciales (figura 39) desde la lupa simple a la binocular fija hasta

llegar al estereomicroscopio con muchas variedades comerciales.

Si la lupa era el instrumento que se recomendaba en la botánica de campo, el microscopio compuesto fue la herramienta fundamental en el moderno laboratorio biológico para los estudios anatómicos y fisiológicos. La situación ideal para algunos pedagogos del *Nature Study* era que hubiera en clase un microscopio por alumno haciéndolo responsable del aparato y de su conservación (Ganong, 1899). Para profesores renovadores, un microscopio era en esencia un sistema de dos lentes convergentes dispuestas en los extremos de un tubo a través del cual se miran ciertos objetos que, por su sencillez, se podía realizar de forma artesanal en clase (Rodríguez Charentón, 1932), por lo que la excusa del precio no debía ser impedimento para su utilización en la escuela.

Respecto a la estructura del microscopio, podemos diferenciar dos partes. Por un lado, la óptica y, por otro, la mecánica que forma el soporte (figura 40). La parte óptica en los microscopios estudiados era básicamente un tubo con un juego de lentes en cada extremo; un ocular en su abertura superior y en la parte inferior una rosca para el objetivo o un ingenio giratorio llamado revolver, con varios objetivos. El cuerpo superior podía llevar los mecanismos de enfoque rápido y lento; el primero realizado mediante piñón cremallera y el segundo por tornillo micrométrico. La platina por lo general era fija, cuadrada o redonda, pudiendo ser a veces giratoria y centrable. Un elemento común a todos los microscopios era una abertura central para hacer llegar la luz al objetivo desde un aparato de iluminación externo por medio de un espejo. De la parte no óptica del aparato se llamaba pie a la que formaba la base para estabilizar el conjunto que en los microscopios complejos a veces tenía forma de herradura o de trípode inglés (*Catálogo Leitz*, 1924).

Vamos a comentar la parte óptica desde el punto de vista práctico intentando no profundizar en las consideraciones teóricas físicas del funcionamiento de las lentes. El principio de este instrumento está en obtener con una lente una imagen magnificada y luego, con otra, una imagen agrandada; la primera lente pequeña que se encuentra frente al objeto sería el objetivo y la otra más grande, a la que el observador acerca su ojo,

sería el ocular. Las leyes de la refracción en las superficies esféricas tenían una serie de inconvenientes, las llamadas aberraciones que para un mejor estudio de los organismos se intentaron eliminar con el devenir del avance científico y tecnológico dando más calidad y realismo a la imagen.

Los objetivos son los componentes más importantes del microscopio. Son pequeños cilindros de metal que contienen en su interior una combinación de lentes, se enroscan en la parte inferior del tubo o al revólver del portaobjetos y se clasifican en objetivos en seco o de inmersión. Ambos se suelen clasificar, además, por aquella aberración que tienen corregida. Se dice que un objetivo es aplanético si no tiene aberraciones esféricas; objetivo acromático es el que nos muestra las imágenes sin colores, especialmente el rojo y el azul, y apocromático el que está acromatizado para los tres rayos del espectro: rojo, azul y violeta (Del Baño, 1972). Los principales tipos de objetivos acromáticos comenzaron a aparecer a mediados del siglo XIX, con los objetivos Amici y Hartnack. Gracias a la corrección con cálculos precisos y por el empleo de nuevos materiales se realizaron notables progresos. Pero desde la implantación del objetivo apocromático por Abbé se inició una constante y progresiva evolución que benefició a los objetivos acromáticos dando lugar a la creación objetivos hechos con fluorita (*Catálogo Leitz*, 1924).

El ocular se sitúa sobre el borde superior del tubo, pegado al ojo, sobre una montura metálica que se introduce dentro del tubo del microscopio. Una de sus funciones es la de amplificar la imagen del objetivo en la medida necesaria para que el ojo del observador aprecie en todos sus detalles la preparación microscópica. La combinación de los sistemas ocular y objetivo era de crucial importancia para obtener una imagen correcta. Por ello, había profusa información del manejo en los manuales y catálogos de las casas fabricantes de instrumentos. Otro accesorio indispensable que se desarrolló en los microscopios ópticos fue el condensador, un tercer sistema de lentes que ayuda a regular el contraste de la imagen y la intensidad de la iluminación (Marquette, 1931).

Por lo que se refiere al manejo del microscopio, las casas comerciales solían editar unos libretos con un mínimo de instrucciones para su uso correcto y

mantenimiento, un aspecto interesante con vistas a su musealización y puesta a punto, siendo las técnicas originales de conservación en combinación con las actuales útiles para mejorar la vida de los instrumentos como piezas de museo. Una correcta limpieza era sinónimo de calidad en la observación y en la durabilidad de un material destinado a ser utilizado por los alumnos o para investigar. Algunos de los microscopios que son objeto de este trabajo han llegado a la actualidad en unas condiciones óptimas gracias a esos cuidados²⁰⁰.

La combinación del microscopio con el aparato de proyecciones era un elemento que cada vez iba siendo más habitual en los centros educativos. Con la llamada micro proyección se podían hacer explicaciones colectivas y además facilitaba el dibujo de la preparación por parte de los alumnos. Dado que el dibujo exigía que cada uno de los alumnos estuviera consultando el microscopio continuamente para hacer los trazos, esta herramienta ponía a disposición de todos el material en caso de no disponer de suficientes microscopios (Rodríguez Charentón, 1932). La instalación del microscopio para la microproyección era otra solución: se podía adaptar a microscopios de gran estativo y con iluminación de luz eléctrica.

7.1. Instrumentos más importantes en el periodo objeto de estudio.

La referencia comercial en el mundo de la microscopía fueron las casas centroeuropeas y en especial las alemanas. Reputados científicos recomendaban una serie de fabricantes en sus trabajos sobre el microscopio y su aplicación. Leopold Dippel²⁰¹, como botánico, dedicaba un espacio a los principios para la elección de un microscopio, siendo sus comentarios una referencia muy importante para el mundo educativo e investigador.

Los fabricantes de instrumentos ópticos más importantes fueron Leitz en Wetzlar, Zeiss en Jena, Engelbert y Hensoldt en Wetzlar, Himmler en Berlín,

²⁰⁰ Se recomendaba limpiar oculares y objetivos con frecuencia. La ventaja de ocular y objetivo es que se podían separar del cuerpo del microscopio y proceder a su limpieza individualmente. Se aconsejaba durante la limpieza no tocar el interior del objetivo.

²⁰¹ Leopold Dippel (1827–1914), profesor de botánica y director del Jardín Botánico de Darmstadt.

Rosenbaum en Berlín, Reichert en Viena, Bénèche en Berlín, Hartnack en París, Hasert en Eisenach, Merz en Munich, Möller y Emmerich en Glessen, Nobert en Barth, Reichart y Plossl en Viena, Schieck en Berlín, Schröder en Hamburgo, Amici en Florencia y Nachet et fils en París, entre otros. En nuestro país los catálogos dedicaban especial atención a los productos de Leitz, Zeiss, y Rosenbaum. Ganong recomendaba, en su método de enseñanza de botánica en el laboratorio el uso de los microscopios Reichert de Viena, pero reconocía que los de mayor calidad eran los de la casa Zeiss, aunque con precios muy altos. Como solución para modestos presupuestos y buena relación calidad-precio recomendaba los de la casa Leitz (Ganong, 1899). En la misma línea se expresaba Modesto Bargalló en su *Metodología de las Ciencias Naturales* donde recomendaba el microscopio para estudiantes de la casa Leitz, aunque advertía del elevado precio, unas 200 pesetas, para una escuela primaria (Bargalló, 1932). Una parte importante del material microscópico en nuestro país procedía de la empresa Leitz, como en el caso de la mayoría de microscopios que tenía la Universidad de Murcia.

La historia de Ernst Leitz²⁰² nos ilustra la evolución de la microscopía óptica y su internacionalización, con la mejora continua de los procesos de producción, automatización e innovación, llegando a ser uno de los grandes fabricantes de aparatos ópticos pese a la dura competencia. En 1887 se construyó el microscopio número diez mil de la compañía, en 1907 ya había cien mil microscopios fabricados y sólo cinco años después ciento cincuenta mil. Un hito corporativo importante fue la introducción de la cámara Leica en la feria de primavera de Leipzig en 1925. Leitz desarrolló gran diversidad de microscopios específicos para los diferentes campos científicos; en los catálogos de principios de siglo XX aparecían microscopios monoculares y binoculares de platina redonda, algunos sistemas para mover la preparación y diferentes opciones de objetivos y oculares según la tarea a realizar. Para los ejercicios escolares recomendaban el estativo G (figura 40), que era monocular de platina cuadrada: la preparación se movía en la platina de forma manual, tenía revólver para tres objetivos del tipo acromáticos del 1, 3 y 6 con oculares Huygens de 8 y 12 aumentos, en total se podía

²⁰² Ernst Leitz (1843–1920) recibió formación en mecánica en la ciudad de Pforzheim. Tras unos años fue a Neuchâtel en Suiza para trabajar con en el famoso relojero Hipp Matthäus (inventor de una especie de cronómetro, el cronoscopio Hipp, e impulsor del tráfico de señales).

conseguir un aumento entre 26 y 540 veces el tamaño real (*Catálogo Leitz*, 1926).

La ciudad de Wetzlar también acogió otra gran empresa de microscopios fundada por Carl Moritz Hensoldt en 1852. Los primeros catálogos de esta casa incluyen diferentes microscopios compuestos y varios microscopios de disección. Otros productos famosos de esta casa fueron los prismáticos y telescopios Hensoldt, que ganarían una gran reputación en todo el mundo, aunque nunca alcanzó la fama de Zeiss y Leitz. Después de la Primera Guerra Mundial se redujo la producción de instrumentos ópticos para el ejército alemán y, a consecuencia de esta disminución, Hensoldt decidió volver a su tradicional fabricación de microscopios. En 1920 inició una nueva línea de microscopios de campo, los famosos microscopios “Tami”, abreviación del nombre *Taschenmikroskop* (microscopio de bolsillo). En 1928 la mayoría de la empresa pasó a manos de Zeiss, aunque al menos una parte de los productos siguió vendiéndose con la marca Hensoldt. El microscopio de bolsillo Tami (figura 41) y sus sucesores fueron muy utilizados. Siendo el producto educativo estrella de Hensoldt, distinguiéndolo de otras casas. Era un microscopio robusto diseñado para el trabajo de campo, ideal para los botánicos, estudiantes de segunda enseñanza y universitarios. Su valor educativo radicaba en estimular el interés y el estudio, dando a conocer las maravillas de la naturaleza en cualquier lugar al ser portátil, fácil de transportar y extremadamente simple en su funcionamiento, pudiéndolo llevar a excursiones, campamentos o a estaciones biológicas. El microscopio Tami fue sustituido por el Protami en 1925, también de la casa Hensoldt (figura 41).

Otro de los grandes ópticos constructores de microscopios fue Carl Zeiss²⁰³. Tuvo como objetivo proporcionar a los investigadores instrumentos de alta calidad. Zeiss siguió el consejo de su maestro, el botánico Schleiden, dedicando su atención a la construcción de microscopios simples. En septiembre de 1847 produjo los primeros microscopios de baja potencia. Schleiden ofreció ideas para la mejora del microscopio, así y otros investigadores como el botánico Dippel le dedicó un artículo *Das Mikroskop und seine Anwendung* sobre los nuevos sistemas de lentes y aparatos de iluminación. Pero, sin duda, la gran colaboración que tuvo fue la del físico Abbe, creándose una línea

²⁰³ Carl Friedrich Zeiss (1816-1888) estableció su propio negocio en la ciudad universitaria de Jena en Turingia en el este de Alemania.

de trabajo en el cálculo de lentes para el desarrollo de microscopios más potentes²⁰⁴. Fue una empresa pionera en incorporar científicos de renombre al proceso industrial, un magnífico ejemplo de investigación asociada al desarrollo tecnológico. Podríamos decir que Zeiss, construyó microscopios de gran calidad en su taller con normas muy estrictas. Después de su muerte, Abbe se convirtió en el único propietario de la empresa y desde 1890 expandió la gama de productos: instrumentos de medida, lentes de cámara, binoculares, instrumentos astronómicos y fotográficos. La persistencia de Abbe en su esfuerzo por compartir con otros los resultados de sus descubrimientos en los nuevos tipos de vidrio fue de gran ayuda para la industria óptica alemana, mostrándose escéptico sobre las patentes de los productos ya que los veía como un obstáculo al progreso científico²⁰⁵. Al final, debido a la presión de la competencia se hizo inevitable patentar las lentes de la cámara y las binoculares. En nuestro país alcanzaron mucha fama y relevancia sus productos, siendo comercializados y adquiridos por centros universitarios e investigadores de renombre como Santiago Ramón y Cajal. Entre la oferta comercial encontramos microscopios adaptados a las distintas tareas a desarrollar en un laboratorio de botánica: microscopios de investigación, microproyección, microfotografía, etc. También encontramos cámaras de dibujo y de fotografía.

7.2. Las lupas y los microscopios utilizados en la Región de Murcia.

Gracias al legado conservado en el Museo José Loustau y a la *Crónica de la Universidad de Murcia* (Fernández de Velasco, 1929), podemos conocer el material óptico original del Laboratorio de Biología, aunque una parte del material que se mencionaba no se encuentre en la actualidad entre los materiales del Museo. Respecto al estado de los aparatos y grado de conservación de sus piezas Francisco del Baño nos comentaba que el uso continuado de estos aparatos obligaba a sustituir piezas, y el paso del tiempo junto al cierre de algunas casas comerciales obligaban a recurrir a piezas de otras marcas. En la tabla 9 en el anexo II se puede consultar el estado y piezas de cada instrumento. A continuación exponemos una síntesis de la catalogación de los que se

²⁰⁴ Desde 1872, todos los microscopios se construyeron con los cálculos de Abbe, que alcanzarían gran nivel siendo muy competitivos en el mundo la producción de material óptico.

²⁰⁵ Información biográfica de Abbe en la web corporativa de Zeiss: http://corporate.zeiss.com/history/en_de/historical-figures/ernst-abbe.html#Scientist (Consultado el 18/06/2013)

conservan en la actualidad:

- Diez microscopios Leitz-Wetzlar del modelo G (figura 42), todos de platina cuadrada y fija, con estativo basculante, cremallera y micrométrico, aparato de iluminación, revolver, tres objetivos y dos oculares. De estos se conservan nueve con los siguientes códigos que les hemos adjudicado: IM-1, IM-3, IM-4, IM-5, IM-6, IM-8, IM-12, IM-19 y M-21.
- Un microscopio Leitz-Wetzlar del modelo E (figura 42), basculante, platina redonda giratoria y centrable, aparato de iluminación, cremallera y micrométrico y revolver para tres objetivos. Está en perfecto estado pero sin dos de sus objetivos, se conserva su caja original (IM-24).
- Un microscopio Leitz AABM binocular y monocular con tubos intercambiables estativo grande, con dos platinas, la circular centrable y la platina acordeonadas con nonius, etc. Gran aparato de iluminación, revolver, cinco objetivos apocromáticos y nueve pares de oculares periplanáticos y otros accesorios (figura 43). Se conserva bien, casi por completo en su caja original, (IM-16 e IM-18).
- Un posible microscopio de demostración Leitz para enseñanza y museos, con sus accesorios (IM-25).
- Colección de seis microscopios O. Himmler, de Berlín²⁰⁶, todos con estativo basculante, micrométrico y cremallera, revolver, condensador, tres objetivos y dos oculares. Se conservan cinco de ellos (IM-7, IM-9, IM-11, IM-15 y la IM-22). La parte metálica de estos microscopios sufre oxidación y no se conserva ninguno intacto con todos sus objetivos originales (figura 44).
- Un microscopio binocular estereoscópico de Leitz, modelo según Greenough IM-28 (figura 45). Este microscopio se compone de dos tubos que contienen en su interior un sistema de prismas montados en el estativo de forma que ambos tubos dan la imagen del mismo objeto. De esta manera, ambas imágenes se cubren exactamente, produciéndose la acción estereoscópica (*Catálogo Leitz*,

²⁰⁶ Su fundador Karl Otto Himmler (s.d.- 1899) trabajó en 1870 como ajustador con Ernst Gundlach en Berlín, y más tarde en la empresa Seibert en Wetzlar. En 1877 crea su compañía hasta los años cuarenta del siglo XX. No hemos encontrado catálogos y la información sobre esta casa es muy limitada.

1925).

- Entre los accesorios hemos encontrado una cámara de microfotografía de Leitz (IM-29) otra pequeña de Micca (IM-30), y un ocular de dibujo Zeichenokular (IM-31) que a modo de periscopio proyectaba la imagen (figura 46). Para la elaboración de preparaciones se contaba con varios microtomos (figura 47) uno del modelo Minot de la marca Reichert, que cortaba accionando la manivela (IM-32), y dos microtomos a guías con la cuchilla deslizante, uno de la marca Krauss (IM-33) y otro de Leitz (IM-34). Por último, para proteger a los microscopios del polvo hay 30 campanas de vidrio.
- Se encuentra en perfecto estado un aparato de grandes dimensiones, un microproyector de lámpara con revólver de tres objetivos y pantalla blanca (IM-35). Los aspectos técnicos de este aparato eran propios de una combinación de proyector y microscopio (figura 48). Como características principales tenemos que la platina con el porta-objetos debía estar colocada en la región más estrecha del haz luminoso con el fin de que la iluminación del objeto de la preparación se ampliara al máximo posible. Se prescindía del espejo y del ocular del microscopio, de forma que coincidía su eje con el haz luminoso. De esta forma la preparación quedaba entre el aparato de proyecciones y el tubo del microscopio. El micrométrico del tubo servía para graduar el enfoque. El tamaño y la calidad de la imagen en la pantalla dependían de la distancia a la que estaba el aparato y la intensidad de la luz.

Además encontramos otros instrumentos no mencionados en la *Crónica* de 1929 de la Universidad de Murcia: cinco microscopios de la casa Dobert de Breslau (IM-13, IM-17, IM-20 y IM-23), un gran microscopio de la casa Thiedig & Co. de Berlín (ficha IM-10), un microscopio Wöler-Kasser (IM-2), y un microscopio Zeiss en muy mal estado (IM-14). Hay también dos microscopios-lupas de Himmler (IM-26 y IM-27), con estativo de pie de hierro pesado, una gran platina con placa de vidrio, y un porta lentes con articulación que facilita el examen de grandes preparaciones. El enfoque se realiza por mecanismo de piñón y cremallera, la iluminación por espejo plano o placa opalina. Los soportes para las manos son metálicos y se cuelgan de unos botones laterales que tiene la platina.

Los siguientes instrumentos son citados en la *Crónica* de 1929 pero no han sido encontrados en el Museo Loustau:

- Un microscopio de viaje Leitz, modelo grande, basculante, micrométrico y cremallera, aparato de iluminación, revolver, tres objetivos y dos oculares.
- Cinco lupas binoculares Leitz de dos modelos distintos (figura 49), todos con tres combinaciones de oculares. Esta lupa era para realizar disecciones y ofrecía la ventaja, frente a otros instrumentos, de estudiar y manejar el objeto a gran distancia con un amplio campo de visión. La observación binocular ofrecía una imagen viva, clara y limpia dando una sensación de plasticidad. Este instrumento tenía la altura de un microscopio ordinario y estaba formado por dos tubos provistos de objetivos, ocular y prismas interiores (*Catálogo Leitz*, 1924).
- Un microscopio Stiassnie, gran modelo, con revolver de cuatro objetivos, tres oculares, gran aparato de iluminación, platina circular giratoria y centrable, etc.
- Un microscopio “Tami” de Hensoldt. Este microscopio era pequeño y modesto en comparación con los grandes microscopios complejos, delicados y voluminosos de mayor potencia. Cuando no estaba en uso tenía una capucha protectora de metal que cubría el instrumento completo, cuya altura no era superior a 10 cm, y una base de 4,5 cm; la altura total del microscopio llegaba a 19 cm (*Catálogo Dalmáu*, 1935). Otra característica era que ofrecía la ampliación de objetos entre 25 a 225 aumentos. El catálogo ensalzaba las características diciendo “este microscopio es el preferido por los naturalistas para observaciones rápidas, y la condición de reducirse a tan pequeño volumen le hace utilísimo e indispensable en las excursiones” (*Catálogo Dalmáu*, 1935: 112).
- Un microscopio “Protami” de Hensoldt. La carcasa exterior y el microscopio eran de metal y latón. El microscopio entubado medía 18 cm. de alto, mientras que el microscopio abierto se alargaba a los 25 cm de alto con los dos tubos pequeños totalmente extendidos. El microscopio enfocaba con la rosca a mitad del cuello del microscopio. El revolver de triple objetivo estaba equipado con los objetivos marcados T, M, y P. Este último era un objetivo de inmersión en aceite,

mientras que el objetivo T fue concebido para observaciones de menor aumento. Estos objetivos, junto con varios ajustes de los tubos pequeños, estaban diseñados para proporcionar aumentos en el intervalo entre 40 a 1200 aumentos. Los dos tubos enanos tenían tres calibraciones para el uso con cada objetivo. Además, el microscopio estaba equipado con un condensador Abbe con diafragma de iris, espejos planos y cóncavos en un brazo ajustable y un contenedor de almacenamiento extraíble para el aceite de inmersión.

- Dos grandes modelos de microscopios simples de dirección, con gran estativo y cuatro combinaciones de lentes.
- Entre los accesorios de micrografía se encontraban una cámara clara de Abbé, un micrómetro ocular y objetivo, unos condensadores de campo oscuro, un aparato cuenta glóbulos y un arco voltaico Lilipat.

Además de estos materiales había 12 grandes cubetas-acuarias y 12 de tamaño medio, grandes frascos de base ancha para la conservación de piezas y preparaciones anatómicas y material de vidrio (probetas, buretas graduadas, copas graduadas), material instrumental de porcelana y vidrio (cápsulas, pocillos, matracas, cristalizadores, cubetas, frascos de reactivos, porta-objetos normales y excavados, y cubre objetos calibrados de distintas clases (Fernández de Velasco, 1929).

Sobre la enseñanza basada en la microscopía óptica en el Instituto Provincial de Murcia en el curso 1891/92 se adquirió un microscopio Zeiss con todos los accesorios como un estereoscopio, una lente con pie, un aparato para cambiar los objetivos, un ocular micrométrico a tornillo, un objetivo micrométrico y un aparato para medir cubreobjetos²⁰⁷. En la tabla 10 del anexo II hemos inventariado los microscopios que se exponen en el MUSAX (figura 50): son monoculares de la casa Reichert (IM-36), Leitz (IM-37), Himmler (IM-38) y dos que no hemos podido identificar (IM-39 e IM-40). Sí sabemos a través de las memorias que además de este material se compraron para el Gabinete de Historia Natural cuatro microscopios TAMI²⁰⁸ y cinco juegos de

²⁰⁷ Instituto Provincial de Segunda Enseñanza de Murcia (1892). *Memoria leída en la solemne inauguración del curso académico de 1891 a 1892*. Murcia: Hijos de Nogués Impresores, p. 55.

²⁰⁸ Instituto Nacional de Segunda Enseñanza de Murcia (1925). *Memoria anual correspondiente al curso académico de 1924 a 1925*. Murcia: Imprenta Sucesores de Nogués, p. 48.

preparaciones microscópicas²⁰⁹.

Sobre los microscopios escolares en la tabla 11 inventariamos los que se conservan en el CEME que pertenecieron a la antigua Escuela Normal de Murcia (figura 51). Se trata de tres pequeños microscopios monoculares de aproximadamente cien aumentos, uno de ellos sin marca (IM-41) y dos de la casa HETTO (IM-42 e IM-43). Hetto fue una antigua empresa de Leipzig que fabricaba material óptico y aparatos de física. Debía su nombre a Hettig Wilhelm y tuvo actividad desde 1930 hasta el estallido de la Segunda Guerra Mundial. Por otra parte, tenemos constancia de la compra de un microscopio Rosenbaum, actualmente desaparecido, según una carta del director Domingo Abellán aparecida en el *Catálogo Cultura*, 1934.

7.3. Preparaciones microscópicas.

A lo largo de este apartado vamos a explicar la elaboración y el uso de preparaciones microscópicas siguiendo las direcciones técnicas y pedagógicas de distintos autores como Loustau, Ganong, Rodríguez Charentón, Celso Arévalo, Enrique Rioja, Modesto Bargalló, Ernesto Caballero, y las guías y libros de microscopía de la biblioteca del Laboratorio de Biología de la Universidad de Murcia.

La observación de preparaciones microscópicas realizadas por casas comerciales se combinaba con las realizadas en los laboratorios de biología por los estudiantes o por los profesores y sus ayudantes. Un laboratorio micrográfico requería de una gran disponibilidad de material de vidrio para realizar preparaciones, en concreto, porta-objetos y cubre-objetos cuya finalidad era la de dar soporte y proteger las preparaciones, sobre todo en el caso de estar haciendo una colección. Ante la falta de recursos en las escuelas siempre se podía recurrir a recortar unas láminas de las placas fotográficas, limando los bordes que hicieran de porta-objetos (Rodríguez Charentón, 1932).

La forma de hacer las preparaciones respondía a la naturaleza de la práctica que

²⁰⁹ Instituto Nacional de Segunda Enseñanza de Murcia (1926). *Memoria anual correspondiente al curso académico de 1925 a 1926*. Murcia: Imprenta Sucesores de Nogués, p. 50.

se quería realizar. Si se preparaban para la misma lección del día, eran de carácter meramente circunstancial, sin interés de conservación. Si había un interés por coleccionarlas, ya fuera por presentar algún carácter importante o por observar la evolución de un determinado órgano a lo largo del año, se podían conservar, como en el caso de un cultivo de algas en un acuario o en un tarro de cristal para ver las distintas fases de reproducción. Para observar las muestras frescas²¹⁰ se hacían preparaciones temporales, como la de organismos microscópicos que se encuentran en un medio líquido (es decir, todos los cuerpos de agua dulce, salobre o marina), y aquellos que aún siendo microscópicos, tienen grandes dimensiones (como el polen, pelos grasos o esporas). Necesitan la adición de un líquido como el agua glicerizada o la glicerina líquida (agua, alcohol, y glicerina a partes iguales) que se podía emplear para mejorar su visión.

Para la realización de preparaciones de objetos que no son microscópicos, como algunos órganos de las plantas, se necesitaba separar sus partes ya fuera con el método de disociación o mediante la realización de cortes para tener láminas muy finas que dejaran pasar la luz. La disociación podía ser mecánica, dividiendo con agujas de forma muy cuidadosa pequeños fragmentos del órgano, tejido o colonia. Por otra parte, se podían utilizar líquidos que facilitaran esa separación de células y elementos, es decir, disolventes de las sustancias que hay entre las células. Para realizar los cortes a mano alzada se requería una gran habilidad con el fin de conseguir un espesor perfectamente regular y uniforme para todos los cortes. Los cortes se hacían con micrótomos o con cuchillas, la muestra a cortar se podía inmovilizar entre dos pedazos de médula de sauco a modo de microtomo casero (Rodríguez Charentón, 1932). Existían multitud de modelos de micrótomos manuales o automáticos, destinados a cortar los objetos incluidos en la parafina, de uso constante en histología.

Algunas fases de la preparación descritas en los manuales que hemos estudiado son: fijación del objeto, coloración, esclarecimiento y montaje. La fijación permite conservar los elementos anatómicos con la forma original del organismo antes de morir,

²¹⁰ Se hacía poniendo una gota de glicerina o de agua entre el cubre-objetos y el porta-objetos. Si se deseaba hacer una preparación permanente se utilizaba bálsamo de Canadá en vez de la gota de glicerina, así se aumenta la transparencia y al secarse se adhería entre las láminas de cristal aislando la preparación.

endureciendo las estructuras y permitiendo el uso de otros reactivos posteriores. Estos agentes fijadores son soluciones líquidas que deben bañar completamente el objeto. Entre los fijadores más habituales estaban el alcohol y el formol. Algunos autores hacían recomendaciones muy útiles en sus obras, como no utilizar alcohol absoluto para conservar organismos marinos, recomendando añadir alcohol de 90° y una pequeña cantidad de clorhídrico (Rodríguez Charentón, 1932).

Una vez realizada la fijación se coloreaba la preparación con una tinción. Resulta muy llamativa la gran cantidad de tinciones que dominaban en la microscopía clásica. En el mundo educativo se recomendaban para las preparaciones vegetales el verde de yodo para colorear los tejidos leñosos de los vegetales, en el caso de los vasos por donde circula la sabia ascendente y el esclerénquima²¹¹, y el carmín alumbre para colorear de rojo el material celulósico, especialmente los vasos liberianos²¹², el parénquima y el colénquima²¹³. Loustau dejó instrucciones para realizar tinciones especiales que se en el laboratorio de biología, conducentes a observar ciertos elementos como los cromosomas y nucléolos²¹⁴. En sus anotaciones, testimonio de su metodología, aseguraba que las mejores preparaciones microscópicas por disociación eran las obtenidas coloreando con hematoxilina, pero con gran influencia de la regresión, es decir, después de teñir necesitaba ajustar el tono de color para poder diferenciar bien las estructuras²¹⁵.

En botánica podemos encontrar otras técnicas especiales para tratar algunos organismos como las diatomeas. Estas algas unicelulares, pertenecientes a la familia *Bacillariophyceae*, se caracterizan por ser unicelulares y tener un microesqueleto ornamentado de sílice que atrajo las investigaciones de muchos aficionados al

²¹¹ El esclerénquima es un tejido de sostén de algunas plantas formado por células muertas a la madurez, cuyas paredes secundarias están engrosadas y endurecidas.

²¹² Los vasos liberianos forman el floema. Es un tejido conductor que transporta savia elaborada con los nutrientes orgánicos, especialmente azúcares, producidos por la parte aérea fotosintética y autótrofa, hacia las partes basales subterráneas, no fotosintéticas, heterótrofas de las plantas vasculares.

²¹³ El colénquima es un tejido de sostén presente en plantas jóvenes y herbáceas. El nombre proviene del griego "goma" o "colá", nombre dado por la facilidad con que las paredes celulares se hinchan al hidratarse. Está formado por células vivas a la madurez y alargadas, ricas en agua y sustancias pécticas.

²¹⁴ A lo largo de la investigación se encontraron una serie de dibujos de núcleos y cromosomas hechos por el profesor Loustau con anotaciones.

²¹⁵ Para ello utilizaba una solución de perborato sódico, con la que el color violeta de la hematoxilina viraba a un azul muy intenso y lentamente se iba atenuando el color.

microscopio desde distintos ámbitos como la geología y la medicina. La afición por las preparaciones de diatomeas se transmitió a la enseñanza, prueba de ello fue la comercialización de las preparaciones sistemáticas de diatomeas inventadas por Möller el año 1867, en las que en una sola placa y en el espacio que abarcaba el campo visual de un microscopio, aparecían agrupadas con la más exquisita perfección estas algas presentadas de la manera más artística y en la posición más favorable para su estudio. Se las conocía como *Typen-Platte*, diatomeas seriadas o preparaciones sistemáticas (Caballero, 1925: 9). Algunos autores, como Harold Dalton, incluso hicieron pinturas reales a nivel microscópico utilizando microorganismos como las diatomeas, en un paso más que atrajo a mucha gente hacia el mundo microscópico²¹⁶.

La elaboración de estas preparaciones sistemáticas era meticulosa, lo que dio origen a varias publicaciones. En nuestro país fueron de referencia obligada los trabajos del catedrático del Instituto de Pontevedra, reputado especialista en diatomeas Ernesto Caballero o José Antonio Dosset Monzón, farmacéutico en Zaragoza. Ramón y Cajal hacía una reflexión en el prólogo del libro de Caballero acerca de estas preparaciones: “aficionado a las diatomeas, tuve que desasirme con dolor de la atracción y encanto, casi irresistibles de la sirena de los ojos fascinadores. Pero los viejos amores difícilmente se olvidan”. Ramón y Cajal también decía sobre una preparación de diatomeas de Caballero que “en ella aparecían montadas, como por mano de hadas, las diatomeas de la provincia de Pontevedra; pero no sólo en forma de series sistemáticas, sino dibujando grecas, florones y hasta frases bondadosas que nunca olvidaré” (Cajal, 1925: 6).

Las colecciones de Caballero consistían en preparaciones en cuyo centro se encontraban agrupadas en series de filas dibujos artísticos o motivos ornamentales objetos microscópicos tales como foraminíferos, radiolarios, policistinos, espículas de esponjas y gorgonias, pero sobre todo las diatomeas, colocadas en una sola preparación y dentro del campo visual. Con un microscopio provisto de combinación óptica suficiente para percibir los más importantes detalles de cada uno de los ejemplares se

²¹⁶ Video *Diatomées et papillons. Microscopie artistique au 19e siècle* (1999): http://www.canal-u.tv/video/science_en_cours/diatomees_et_papillons_microscopie_artistique_au_19e_siecle_1999.163 (Consultado el 13/06/2013).

podía a la vez apreciar el armónico conjunto de todos ellos. Era condición precisa para realizar estas preparaciones que los objetos microscópicos fueran desecables sin deformación. Por eso se aplicaban solamente a los organismos o partes de organismo de naturaleza mineral calcárea o silíceas o córnea como los mencionados y principalmente a las diatomeas. Caballero afirmaba que las preparaciones de diatomeas²¹⁷ adolecían de graves inconvenientes, como el que los frústulos o valvas silíceas que iban a ser objeto de estudio se presentaran en forma caprichosa al desecarse la gota de agua que las contenía en suspensión. Para él era mucho más adecuado que el operador pudiera encontrarlas para el mejor estudio de ciertos detalles.

En las recomendaciones del Museo Pedagógico Ricardo Rubio habló de los problemas a los que se enfrentaba la microscopía en la escuela. Decía que al principio se podría pensar que no se deberían emplear más preparaciones que las hechas por el maestro en el momento mismo de la explicación, reducidas a presentar algunas formas de células, fibras y vasos, o algún contenido celular, por ejemplo, el almidón, o la disposición de los estomas, etc. Pero Ricardo Rubio aseguraba que “una vez familiarizados los niños con el procedimiento mediante el cual se hacen estas observaciones, desaparecen la mayor parte de los inconvenientes que se oponen al empleo de las preparaciones fijadas de antemano” (Rubio, 1892d: 14). En los grados superiores de enseñanza el uso de las preparaciones de las casas comerciales era un recurso habitual. El Museo Pedagógico utilizó una pequeña colección hecha por Wolffensberger, maestro de la escuela de Zurich. La colección constaba de veintisiete preparaciones dispuestas para ser observadas a pocos aumentos en las que figuraban células, contenidos celulares, fibras y vasos, cortes longitudinales y transversales de tallos, epidermis de hojas y algunos aparatos de reproducción de las criptógamas (Rubio, 1892d).

Las preparaciones para un curso de botánica sugeridas por Ricardo Rubio eran realizadas con plantas sencillas para estudiar aquellos elementos básicos como, por

²¹⁷ Las preparaciones de diatomeas se hacen destruyendo, por la combustión o por la acción destructora de los ácidos, toda la materia orgánica hasta dejar lo más limpias posible las valvas silíceas de las diatomeas que, mezcladas entre sí y con otros organismos y residuos igualmente resistentes al ataque, servían para montar preparaciones microscópicas en bálsamo del Canadá, siguiendo la técnica general descrita en todos los tratados de citología para las preparaciones ordinarias en los bálsamos.

ejemplo, ver las diferentes estructuras vegetales, los pelos de la calabaza, las algas caráceas, un corte transversal de un ramito de álamo, los hongos, la levadura de cerveza, el filamento de un alga del tipo ova de río, o los detalles de una hoja de cualquier musgo. Otra actividad recomendada era estudiar la formación de la célula. Definía ésta como “un saquillo redondeado, con membrana, contenido plástico y núcleo; pero en sus diferentes edades y según el oficio que desempeña en el vegetal, carece de unos u otros de los citados elementos” (Rubio, 1891a: 202). También proponía la observación de algas, por ejemplo, una preparación del talo de *Spirogyra* “esos filamentos verdes, que se encuentran en fuentes y estanques, adheridos a las paredes y al fondo” (Rubio, 1891a: 200). Para la observación de la reproducción de los musgos seleccionaba la hoja de *Hypnum rusciforme*, y del aparato reproductor (cofia, opérculo, anillo) de *Bryum capillare*, y para el estudio de helechos una sencilla preparación de los esporangios de *Polystichum filix-mas* viendo su mecanismo de apertura y de *Equisetum arvense* (Rubio, 1891b).

Las propuestas educativas sobre microscopía se hicieron habituales en los trabajos que se publicaban en las revistas. Enrique Rioja presentó un artículo en la *Revista de Escuelas Normales* sobre la observación de los protozoos con ilustraciones de algunas algas flageladas como *Peridinium* (Rioja, 1924). En esta línea Celso Arévalo²¹⁸ publicó un trabajo acerca de las preparaciones microscópicas realizadas por sus alumnos de tercer curso de bachillerato del Instituto Cardenal Cisneros, con ilustraciones realizadas por ellos mismos. Reproduciendo las observaciones de Robert Hooke estudiando las células del corcho para ver la primitiva noción de célula; observaron células planctónicas y células disociadas de los tejidos del tallo de una planta y realizaron cortes vegetales para la observación de los cuerpos clorofílicos, la epidermis de algunas plantas, secciones de hojas diversas, la sección de una patata y de las sustancias incluídas en la célula (Arévalo, 1935).

²¹⁸ Celso Arévalo (1885-1944) estuvo a cargo de la cátedra de Ciencias Naturales del Instituto Cardenal Cisneros.

7.4. Las preparaciones microscópicas utilizadas en la Región de Murcia.

En el antiguo laboratorio de Biología de la Universidad de Murcia se podían encontrar gran número de preparaciones microscópicas, diez cajas de la casa Hensoldt de Wetzlar (cerca de un millar de preparaciones) de microbiología, histología, anatomía vegetal y animal. La colección completa de preparaciones de anatomía comparada del profesor Sigmund (de Stuttgart), cien preparaciones de rocas de Deyrolle, preparaciones de anatomía vegetal realizadas por Loustau y algunas preparaciones de diatomeas del profesor Caballero (Fernández de Velasco, 1929) de la que sólo hemos encontrado una (figura 52). En este trabajo solo hacemos referencia a las que se encuentran en el Museo Loustau y, en concreto, aquellas que están relacionadas con el mundo vegetal, dejando la posibilidad de estudiar las preparaciones que tratan la histología animal así como los parásitos de los vegetales para futuros trabajos.

7.4.1. Preparaciones microscópicas de la casa Hensoldt.

De la colección Hensoldt hemos inventariado las preparaciones relativas a la botánica traduciendo del latín y del alemán al castellano las inscripciones manuales de las etiquetas. El inventario está disponible en el anexo II (tablas 12-18 en el anexo II).

En cuanto a las algas, en la segunda caja de la colección de la casa Hensoldt Wetzlar hay cincuenta y tres preparaciones numeradas de la 3001 a la 3100, sobre diversidad de algas (tabla 12). Están montadas en gelatina glicerinada. Muchas de estas preparaciones se han degradado y las muestras de algas en ocasiones han perdido su pigmentación o desaparecido. Hay ciertas estructuras que se conservan mejor como los oogonios de *Chara* (preparación 3781) o las diatomeas epífitas sobre *Cladophora* (preparación 3757). Este tipo de preparaciones también se pueden realizar de forma sencilla recogiendo muestras en distintos ambientes acuáticos con insolación, en cualquiera de los casos el montaje es sencillo utilizando una gota de agua. En cuanto a la familia de las algas diatomeas hay una caja completa con un total de sesenta y una preparaciones (tabla 13). Están representados los géneros más importantes *Achnanthes*, *Cymbella*, *Campylodiscus*, *Cocconeis*, *Cymatopleura*, *Diatoma*, *Epithemia*, *Fragilaria*,

Gomphonema, *Melosira*, *Navicula*, *Nitzschia*, *Pleurosigma* y *Synedra*. Las especies que aparecen en las preparaciones son de gran tamaño y fáciles de reconocer. En la mayoría de los casos vienen acompañadas por otras, pero se reconoce la especie principal por su abundancia o mayor tamaño. Entre las de mayor tamaño, ideales para las prácticas docentes, encontramos las siguientes especies: *Achnanthes brevipes*, *Campylodiscus hibernicus* (figura 53), *Cocconeis pediculus*, *Cymatopleura apiculata*, *Ellerbeckia arenaria*, *Melosira varians*. Aparecen también especies típicas de aguas marinas como *Isthmia enervis* (figura 53).

Las siguientes cajas se pueden encuadrar dentro de la citología e histología vegetal de plantas superiores (tablas 14, 15, 16, 17 y 18). Estas cajas contienen una miscelánea de elementos sobre citología e histología enlazados con funciones fisiológicas como la nutrición, la circulación y la reproducción. Entre las preparaciones podemos observar cristales de sustancias contenidas dentro de algunas plantas como la palera (*Opuntia maxima*), el ágave (*Agave americana*), o el pimentero falso (*Schinus molle*); cortezas de plantas como la angostura (*Angostura trifoliata*) o el canelero (*Cinnamomum*); cloroplastos de algas conjugadas en espiral de *Spirogyra*, y estrellado en *Zygnema*; talos de alga parda como *Laminaria*, el musgo *Almacium* y el helecho equiseto (*Equisetum*); tallos de monocotiledóneas como el drago (*Dracaena draco*), el junco (*Juncus*), y *Aristolochia*; tallos de dicotiledóneas como el rosal (*Rosa* sp.) y los guisantes (*Pisum*); raíces de la vid (*Vitis vinífera*), lila común (*Syringa vulgaris*), lino (*Linum*); tejido conductivo (*cambium*) de los géneros del pino y álamo (*Pinus* y *Populus*), granos de polen de avellano (*Corylus avellana*), malva (*Malva*), calabaza (*Cucurbita pepo*), abeto rojo (*Picea abies*) y del pino.

El estudio del polen formaba parte del proceso de fecundación de las flores. El paso de la flor al fruto era algo muy importante a destacar en los jóvenes estudiantes por su relación con la apicultura y la agricultura. Hay siete preparaciones de Hensoldt dedicadas al estudio del polen de las siguientes especies lirio (*Lilium*), ajedrezadas (*Fritillaria*), thuja o tuya (*Tuja*), sauce (*Salix*), jarilla (*Helianthemum*), nogal (*Juglans*) y *Solanum*. Son preparaciones con los granos de polen montados con gelatina glicerínada, pero no se conserva muy bien por la degeneración de la glicerina. Las distintas estructuras de los pequeños granos de polen muestran gran diversidad en

cuanto a su superficie. Loustau dedicaba varios dibujos al desarrollo del grano de polen y a la formación del tubo polínico en la lección sobre la reproducción de espermatófitos (Loustau 1925a). El estudio de los ovarios también cuenta con varias preparaciones como el corte transversal de un de un ovario de *Papaver* (preparación 3209, figura 54).

Las maderas ocupaban un lugar muy importante con el estudio de estos tejidos por fisiólogos y forestales. En el laboratorio hay una caja entera dedicada a cortes de diferentes maderas desde la preparación 3401 a la 3500 (tabla 17). Entre las especies estudiadas hay varias maderables de los siguientes géneros: el abeto (*Abies*), el pino (*Pinus*), la acacia (*Acacia*), el arce (*Acer*), el abedul (*Betula*), el cedro (*Cedrus*), el castaño (*Castanea*), o el haya (*Fagus*). También otras especies de interés económico para la agricultura como: los cítricos *Citrus media*, el limonero (*Citrus limonum*), el naranjo (*Citrus aurantium*); el café (*Coffea arabica*) o la morera (*Morus alba*).

7.4.2. Preparaciones microscópicas realizadas en el Laboratorio de Biología.

También hemos estudiado la colección de preparaciones realizadas por los miembros del Laboratorio de Biología de la Universidad de Murcia y que comprende varias bandejas de preparaciones. Destaca el que algunas están repetidas en gran número, algo muy frecuente que observamos en las clases prácticas de microscopía actuales, donde se realizan varias copias para que toda la clase pueda estar trabajando de forma simultánea con la misma preparación mientras que el profesor va explicando sobre la marcha o respondiendo a las dudas que surgen. Es muy probable que fueran realizadas por Loustau o por Pedro Hernansaez.

La mayoría de las preparaciones son de histología vegetal. Destacan por su importancia aquellas con las que Loustau realizó su Tesis sobre las células gomosas y mucilaginosas del *Arisarum vulgare* y del *Arum italicum*. Los ejemplares de estas dos especies fueron recolectados en Valencia de Alcántara (Loustau: 1915). Para el estudio de los diferentes órganos empleaba el método de los cortes utilizando un micrótopo Ranvier, haciendo secciones sobre ejemplares frescos o los conservados en alcohol o formol. Loustau usaba fijadores de uso corriente en histología vegetal, coloreaba con el azul de metileno, azul de anilina, verde de metilo, verde de iodo, violeta de genciana,

violeta de metilo, violeta de rosanilina, safranina, etc., (Loustau, 1915: 487). Las preparaciones estudiadas de esta serie son las siguientes: secciones longitudinales o transversales de diversas partes de la espata, hoja, rizoma y yema en diferentes estados de desarrollo. En concreto, hemos encontrado veinticinco preparaciones de las cuales destacamos la preparación de cortes transversales de la parte superior de la espata y espádice jóvenes de *Arisarum vulgare*; la sección transversal de parte del pedúnculo y el inferior de la espata y espádice de *Arum italicum*, cuando el órgano no ha llegado a adulto; y la sección transversal de la espata y espádice muy jóvenes. Algunas de las observaciones de Loustau sirvieron para ilustrar sus libros con gran rigor científico y calidad artística (figura 55).

Dentro de las preparaciones elaboradas en el laboratorio de biología cobraban gran protagonismo las de los meristemos apicales, determinadas zonas ocupadas por células que son capaces de hacer crecer al organismo vegetal. En la observación se centraba la atención en las células iniciales y en las células derivadas de la proliferación de los meristemos apicales caulinares por donde crecen el tallo y las hojas. Para estudiar el crecimiento se hacían cortes longitudinales de las yemas apicales distinguiéndose el cono meristemático y los rudimentos de las hojas en distinto estado de desarrollo. Para la explicación de estas estructuras el laboratorio disponía de un buen número de preparaciones: cuarenta y cinco de la sección transversal de la yema de *Ficus elástica* preparada con parafina y hematoxilina; y ocho preparaciones de cortes longitudinales de yemas de *Myrsine* realizada con sulfosalicílico, con tinción de hematoxilina y rojo neutro (figura 56).

Mediante cortes de distintas raíces se enseñaban las estructuras características más importantes y fáciles de identificar como la cofia, el meristemo del cilindro cortical, los pelos radicales, el endodermo y el meristemo de cilindro central. Estas preparaciones mostraban la división entre dicotiledóneas como *Batata edulis* y monocotiledóneas como el *Allium*. La cuestión que marcaba la diferencia entre estos dos grupos de plantas es la capa celular interna de la cofia, que persiste en las dicotiledóneas para constituir la capa pilífera (Loustau: 1918). Hay muchas preparaciones repetidas sobre una misma muestra que se corresponden con las siguientes fichas: raíz de cala con cincuenta y tres preparaciones; dieciocho

preparaciones de raíz de *Allium*; secciones del meristemo de la raíz de *Batata edulis* con tinción de hematoxilina-eosina²¹⁹ en bálsamo; preparaciones de secciones del meristemo de la raíz de *Batata edulis* teñidas con clorocarmín débil y fucsina ácida²²⁰ montadas en goma-bálsamo; preparación de secciones del meristemo de la raíz de boniato (*Batata edulis*) con tinción de rojo Congo y rojo neutro, montadas en goma y bálsamo (figura 57); treinta y cinco preparaciones de meristemo de la raíz disociado de garrobilla (*Vicia parviflora*) cuyas muestras están fijadas con sulfosalicílico y teñidas con hematoxilina, el montaje con gelatina glicerinada y selladas; nueve preparaciones de meristemo de la raíz disociado de garrobilla, cuya muestra está teñida por un lado con azul de metileno y por otro con safranina, montadas en dos cubre-objetos y sellada.

Loustau daba gran importancia a la reproducción de las plantas con flores, con el estudio del gineceo o parte femenina de la flor por medio de varias series de cortes histológicos de los ovarios de distintas especies. En éstos se aprecia la diversidad de estructuras y formas de las piezas que forman el gineceo, con los carpelos que pueden formar cavidades cerradas o reunirse con otras, soldándose por sus bordes dando lugar a una sola cavidad. En estas preparaciones ofrecen gran detalle del interior del ovario. En las zonas que corresponden a los bordes de los carpelos es donde vamos a encontrar los óvulos, muy sencillos de ver por ser emergencias redondeadas u ovals. Se distingue también el tipo de disposición que ofrecen los óvulos, conocida como placentación. Hemos encontrado las siguientes preparaciones que tratan el ovario de distintas especies: trece preparaciones de secciones longitudinales de ovario de amarilis (*Hippeastrum vittatum*), teñidas con hematoxilina y rojo neutro, montadas con bálsamo; dos preparaciones de secciones transversales del ovario de amarilis; seis preparaciones de la sección transversal del botón floral de la trompeta del diablo (*Datura arbórea*); algunas de la sección transversal de ovario de la flor del lirio (*Iris*) con Zenck y hematoxilina montada en bálsamo. Otras estructuras florales como los estambres y anteras se estudiaban en menor detalle: tres preparaciones de estambres de trompeta del diablo, mostrando la antera joven con células madres de polen divididas en tétradas y con células nutricias grandes, con tinción de violeta de metilo; tres preparaciones del

²¹⁹ Tiñe estructuras ácidas en tonos azul y púrpura, como los núcleos celulares; la eosina que tiñe componentes básicos en tonos de color rosa, como el citoplasma.

²²⁰ La fucsina ácida es un colorante magenta.

perianto y estambres de *Bella* sp., con tinción de hematoxilina y fucsina, montadas en bálsamo por desecación.

El mundo de la criptogamia fue bien considerado por Loustau como lo demuestra la gran cantidad de algas y hongos de los que encontramos veintitrés preparaciones de cultivo de *Penicilium puberulum* siguiendo diferentes tinciones como el azul de agua, violeta cristal, violeta ácido y rojo neutro, y dieciséis preparaciones de cultivo sobre porta de *Aspergillus terrícola*.

CONCLUSIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Cuando justificábamos en las primeras páginas de este trabajo la estructura y organización del mismo, explicábamos la necesidad de introducir una primera parte - recogida en los tres primeros capítulos -, dirigida a conocer el origen y evolución de la botánica en España y en la Región de Murcia como referencia inicial obligada para poder comprender los posibles escenarios de uso del material científico y didáctico para la enseñanza de la botánica. El estudio en sí de estos materiales lo abordamos en la segunda parte del trabajo -capítulos, IV, V, VI y VII- en la que analizamos los objetos, instrumentos y aparatos - manuales, láminas, modelos, colecciones, herbarios, microscopios, etc.- que constituyen el núcleo central de este trabajo.

Este mismo esquema es el que hemos seguido a la hora de organizar las conclusiones de la investigación. Haremos referencia inicialmente a las conclusiones obtenidas en relación con el contexto científico, académico y educativo en el que surgieron y evolucionaron los estudios de botánica hasta su consolidación como disciplina científica y materia de enseñanza. Los cambios de paradigma científico y las innovaciones pedagógicas y didácticas que se produjeron en Europa en los últimos años del siglo XIX y los primeros del XX influyeron claramente en la concepción del material para la enseñanza de la botánica en el aula, en el campo o en el laboratorio.

El origen de los estudios de botánica.

Desde la perspectiva de la botánica como disciplina científica y campo de estudio e investigación comprobamos que a lo largo del periodo estudiado (1837-1939) la botánica tradicional, eminentemente descriptiva y sistemática, va cediendo terreno a enfoques evolucionistas y a nuevos campos de estudio como la ecología y la fisiología vegetal. Todo este proceso de evolución de la disciplina, de cambio progresivo de paradigma, se refleja también en la botánica como materia de enseñanza que, como asignatura completa o como parte de otras asignaturas o fuente de contenidos de enseñanza, se imparte en las escuelas, institutos y universidades durante el siglo XIX y el primer tercio del siglo XX en España.

En el ámbito universitario la enseñanza de la botánica fue durante muchos años exclusivamente sistemática y memorística, con unas nociones de fisiología vegetal muy

superficiales y sin prácticas de laboratorio. No es hasta la llegada del siglo XX cuando se produce el despegue de la botánica experimental con la renovación del profesorado y las importantes reformas llevadas a cabo en centros como el Jardín Botánico y la Universidad Central de Madrid. Las herramientas de este cambio son la utilización de materiales pedagógicos modernos, la realización de cursos, prácticas de laboratorio y excursiones, la inclusión de contenidos de los últimos avances científicos en técnica micrográfica, organografía y fisiología vegetal, y la introducción gradual de la ecología.

En la enseñanza secundaria, dentro de la inestabilidad de los planes de estudios y la cantidad de reformas que se suceden, la botánica tuvo siempre cierto protagonismo en las asignaturas relacionadas con las ciencias de la naturaleza y la agricultura, dominando una metodología esencialmente expositiva, de carácter memorístico, con vistas a la preparación para los estudios superiores. Las nuevas orientaciones didácticas incidieron en el carácter formativo de esta disciplina, en paralelo a su desarrollo en la educación superior, teniendo cada vez más presente un carácter cíclico para los contenidos desarrollados y huyendo del marcado tono memorístico concedido en años anteriores. Paralelamente a esta evolución se van desarrollando en los centros de secundaria jardines botánicos, gabinetes de historia natural y laboratorios para las clases experimentales y de micrografía.

La enseñanza de las ciencias en la escuela primaria encontró grandes dificultades por su lenta introducción y la escasa formación del profesorado. En principio, los alumnos accedieron al estudio de la vida de las plantas a través de las asignaturas Agricultura y Nociones generales de Física y de Historia Natural acomodadas a las necesidades más comunes de la vida, aunque su presencia fue siempre anecdótica. La introducción de la Historia Natural en las escuelas, la reforma del sistema educativo, la necesidad de formar al profesorado fomentando el conocimiento del medio natural y del mundo vegetal en particular tuvo como elementos catalizadores a la élite del mundo científico perteneciente a la RSEHN, y especialmente a los profesores de la ILE que, durante el último cuarto del siglo XIX y el primer tercio del siglo XX, estuvieron detrás de la gran mayoría de innovaciones y mejoras educativas que se sucedieron. Se crearon nuevas instituciones como la EESM para una mejor formación de los futuros profesores de escuelas normales e inspectores de enseñanza primaria, o como el Museo Pedagógico

que recogían y adaptaban las distintas propuestas de las corrientes pedagógicas europeas innovadoras.

Pero la institución más importante sería la JAE, el organismo que más contribuyó a la mejora de la formación científica en botánica. Dentro de nuestro país la Junta fue fundamental para orientar adecuadamente la enseñanza de las disciplinas científicas, en paralelo con el desarrollo de los establecimientos y laboratorios existentes con anterioridad, como el Museo de Ciencias Naturales y el Jardín Botánico, o creados por la Junta como el Laboratorio de Fisiología Vegetal, la Estación Biológica de Guadarrama y el Instituto-Escuela de Madrid, modelo de formación para el futuro profesorado oficial de educación secundaria. Los cursos realizados por la JAE relacionados con la botánica se centraron, en líneas generales, en la fisiología vegetal, la biología de las plantas fanerógamas y la flora criptogámica (en especial algas y hongos) con gran presencia de las excursiones pedagógicas, el trabajo experimental y el desarrollo de la micrografía. La JAE también facilitó estancias de docentes en centros educativos y de investigación científica en el extranjero, participando en actividades de formación, actualización e investigación científicas. Las estancias en el extranjero podemos dividir las en dos bloques: las relacionadas con el estudio de las ciencias naturales especialmente para maestros y formadores de maestros y, por otro lado, las dirigidas a catedráticos de instituto en laboratorios extranjeros. En el caso de los pensionados de la JAE, la experiencia formativa se transformó en guía docente y ejemplo para otros al compartir sus experiencias en publicaciones como el *BILE*, la *Revista de Pedagogía*, la *Escuela Moderna* y los *Anales de la JAE*.

Las nuevas orientaciones pedagógicas estuvieron en consonancia con los últimos avances en biología y la nueva forma de entender la naturaleza y los organismos, dando como resultado el desarrollo de una organización metodológica y experimental de la enseñanza que empezó a tener en cuenta el desarrollo de actividades de campo, las excursiones, las aulas al aire libre o los laboratorios. El desarrollo de la biología experimental se abrió paso en todos los niveles educativos, alcanzando gran complejidad en los laboratorios de los institutos de segunda enseñanza y las universidades. Por su íntima relación con la botánica, destacamos las metodologías del *Nature Study* y las *Open Air School* como precursoras de la educación ambiental. Los pensionados de la JAE, convencidos de la importancia de la realización de actividades

prácticas y experiencias de laboratorio, comprobaron ese aprendizaje efectivo en el ámbito de las ciencias principalmente en las escuelas británicas, siendo difundidas en España y puestas en práctica en algunas de nuestras escuelas. Al mismo tiempo, se introducía un componente casi desconocido en nuestro país: la necesidad de ayudar desde la escuela a que los niños desarrollaran actitudes favorables hacia el respeto y la conservación de la naturaleza.

El estudio sobre la enseñanza de la botánica que se hacía en los centros educativos de la Región de Murcia en el periodo marcado nos permite obtener las siguientes conclusiones: por un lado, que la enseñanza y los estudios de botánica comenzaron de forma muy ambiciosa y prometedora con la creación del Real Jardín Botánico de Cartagena y que, de forma paralela al resto de España, sufre una rápida involución que se irá superando con el trabajo de personas relacionadas con el mundo educativo, científico y de la política, y con el impulso desde los diferentes gobiernos de recursos para la enseñanza. En el caso de Murcia, con el Jardín Botánico, las dotaciones de material del Instituto Provincial y la consecución de la deseada Universidad. Por otro lado, el carácter eminentemente agrícola de la Región de Murcia es otro factor que juega a favor de la recuperación de la enseñanza de la botánica con sus estudios aplicados y la apuesta por la cátedra de Agricultura por la Real Sociedad Económica de Amigos del País de Murcia, así como con la actividad en el Instituto Provincial llevada a cabo por los catedráticos Echegaray y Tomás Museros. La incorporación de la cátedra al Instituto Provincial y el proyecto común con la cátedra de Historia Natural dieron un doble protagonismo al Jardín del Instituto.

La enseñanza en el Instituto Provincial estuvo marcada por los estudios morfológicos y taxonómicos de botánica en la asignatura de Historia Natural, y por los estudios prácticos de la asignatura de Agricultura en el Jardín Botánico. El estudio de las memorias del Instituto Murcia y los artículos de botánicos murcianos, como Jiménez Munuera, nos sirven para reclamar el valor patrimonial del antiguo Jardín y los ejemplares que hoy en día perviven en él. El Jardín Botánico tuvo dos épocas bien marcadas: una, en la que las especies eran eminentemente agrícolas, tal y como ponen de manifiesto los planos de 1873 de los estudiantes de agrimensura del Instituto, y una segunda etapa, entre 1883 y 1913, con adquisición de especies diversas procedentes del Jardín Botánico de Valencia y la creación de nuevas instalaciones como los

invernaderos y los umbráculos. Algunas especies se han documentado bien, como la sabina mora (*Tetraclinis articulata*), auténtica joya botánica por ser un árbol singular con más de 106 años, siendo testigo vivo del esplendor que tuvo el Jardín y de la forma de enseñar botánica a finales del siglo XIX.

En cuanto al nivel de actualización científica y pedagógica, la Historia Natural en el Instituto siguió la tónica dominante ya que Guirao utilizó los libros de Galdo en casi todos los cursos, prestando mucha atención al sistema clasificador de plantas de De Candolle así como a una botánica en la que ni la teoría celular, ni la teoría de la evolución de las especies por medio de la selección natural, tenían cabida. De forma similar, Cánovas Cobeño siguió la clasificación precedente y además dedicó un tema en exclusiva al creacionismo y la concordancia de los hechos geológicos con la Biblia. Habría que esperar a la creación de la Universidad y a la llegada de Loustau para que el darwinismo irrumpiera en los estudios de ciencias naturales en la Región de Murcia.

En lo que atañe a la enseñanza de la ecología, es interesante destacar que aunque no tuvo mucha presencia en la educación formal, sí se ven los primeros pasos de una enseñanza basada en la biogeografía con las excursiones de Guirao y sus estudiantes por la huerta de Murcia, junto con los pliegos del herbario con los que estudiaban, en cuyas etiquetas se ofrecía datos sobre la ecología (tipo de suelo o comunidad vegetal). En la actualidad este material de herbario ofrece a los alumnos e investigadores una oportunidad única de conocer especies que formaron parte de nuestro entorno natural y de los ecosistemas regionales. La ecología desde el punto de vista de la conservación estuvo muy presente en la actividad divulgadora de personas como Ricardo Codorniu, a través de la Fiesta del Árbol, sus numerosas publicaciones y conferencias con las primeras proyecciones de diapositivas en Murcia. También es de reseñar el caso del maestro López de Almagro con los inicios de una ecología política a través de su actividad editorial en el *Levante Agrario*.

En la Universidad de Murcia la botánica de Loustau no se centró en la taxonomía salvo en algunos temas durante los primeros años, con la asignatura de Mineralogía y Botánica. Del estudio de los materiales del Laboratorio de Biología, de los programas de la asignatura y de los libros de Loustau, podemos inferir que se impondría una enseñanza que prestaba especial atención a relacionar la fisiología con la

anatomía, con una importante preocupación por los aspectos prácticos, como las plagas que afectan a los vegetales. En clase se interpretaba la división del trabajo fisiológico mediante el estudio anatómico de las diferencias morfológicas y estructurales de las células y los tejidos por medio de preparaciones microscópicas y abundante material de observación. Las ilustraciones de Loustau apoyan esta interpretación pues sus láminas de pared y dibujos en los libros reflejan esa relación; son dibujos muy alejados de la botánica clásica, básicamente esquemas que interpretan procesos como la fecundación de la flor, el ciclo reproductor de un hongo o ilustran el tipo de sustancias que acumulan las células vegetales, el desarrollo de la raíz o el de una yema, etc.

El estudio celular e histológico requería un laboratorio de biología con medios adecuados. Para ello Loustau consiguió una dotación de material excelente, usando microscopios de gran calidad. Recordemos que la mayoría eran microscopios Leitz, muy recomendados para su uso escolar por Ricardo Rubio en el Museo Pedagógico y por Ganog, instructor de Botánica en Harvard. En cuanto a las preparaciones microscópicas nos encontramos ante un legado de gran valor en consonancia con los contenidos de los programas y libros de la asignatura de Biología, siendo un testimonio material de la labor investigadora y docente en este laboratorio. En nuestras observaciones de este material micrográfico vemos como las preparaciones realizadas en el laboratorio están a la altura de las de las casas comerciales en cuanto a la técnica y los contenidos. Por otro lado, podemos añadir que el uso de las preparaciones comerciales se podría justificar para organismos difíciles de encontrar en Murcia, como los cortes histológicos de plantas de otras latitudes, o para algunas fases complicadas de los ciclos reproductores de algunas criptógamas.

En definitiva, de esta primera parte dedicada a estudiar el contexto de aplicación y conocer el origen y evolución de la botánica como disciplina y su desarrollo en los centros educativos murcianos, podemos extraer las siguientes conclusiones:

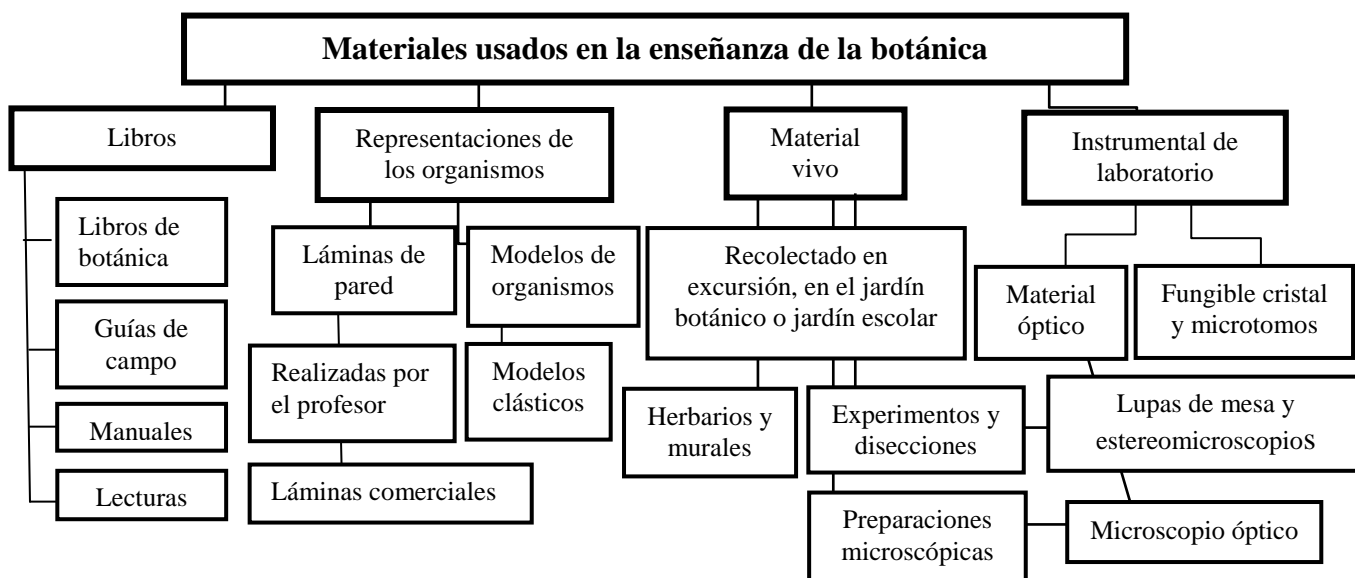
- A lo largo del periodo de estudio se observa una evolución en la concepción de la enseñanza de la botánica desde un enfoque inicial memorístico y sistemático, basado en la morfología, a una orientación de la disciplina donde priman las consideraciones relativas a la anatomía, fisiología y las relaciones de los organismos entre sí y con el medio.

- Las innovaciones que se producen en Europa se van introduciendo de forma paulatina en nuestro país, sobre todo gracias a los pensionados por la JAE. El uso de recursos para la enseñanza práctica de la botánica evoluciona de forma paralela a los cambios en los centros educativos con mejoras en los gabinetes, jardines botánicos y laboratorios, en relación directa con las reformas en los planes de estudio y una mejor formación del profesorado. Se puede comprobar con el desarrollo de actividades en los jardines escolares o botánicos, excursiones pedagógicas, colecciones de herbarios, material representativo, instrumentos de observación y experimentos en los laboratorios.
- El Real Jardín Botánico de Madrid fue la institución con más relevancia en relación con la investigación y la enseñanza de la botánica que, como vimos, estaba vinculado a la enseñanza universitaria y que, a partir de 1907, pasó a estar integrado en la JAE.
- El desarrollo de los estudios de botánica en la Región de Murcia siguió un proceso semejante al que ocurrió en el resto del país, con un buen nivel de enseñanza con la figura del botánico Ángel Guirao en el Instituto Provincial y su relación con la realización del inventario de la flora ibérica y la SEHN. Destaca la importancia del Jardín Botánico del Instituto de Murcia, uno de los mejores del país. En cuanto a la enseñanza de la botánica en la Escuela Normal, su introducción fue tardía, a excepción de las Nociones de Agricultura.
- En Murcia emerge la figura de José Loustau en la Universidad de Murcia con una enseñanza experimental de la fisiología vegetal y con un desarrollo muy notable de la microscopía. En su labor como científico, docente y gestor académico destaca su preocupación por la preparación para la vida profesional y social de los universitarios y el fomento de la educación científica fuera del ámbito universitario.

Los materiales científicos en la enseñanza de la botánica.

En la segunda parte hemos propuesto una clasificación general de los materiales científicos para la enseñanza de la botánica que nos ha servido para abordar su estudio de forma sistemática. Son cuatro grandes bloques. En primer lugar estudiamos los manuales, libros o tratados de botánica, guías de campo y lecturas escolares. En segundo lugar analizamos el material científico constituido por la representación de los organismos priorizando dos vías, las láminas de pared y los modelos de organismos. Finalmente consideramos el material vivo y el instrumental de observación necesario para la observación de la naturaleza.

Esta aparente independencia que hemos presentado entre los materiales sólo tiene sentido para poder estudiarlos con un cierto orden sistemático que nos permita analizar sus características en cuanto al origen, los contenidos científicos, las aplicaciones didácticas y su papel en la enseñanza de la botánica en la Región de Murcia. En realidad el uso de los distintos materiales estaba íntimamente relacionado entre sí, y con posibilidad de ser utilizados en distintos escenarios como el aula, el gabinete de ciencias, el laboratorio, el jardín escolar o el medio natural.



Fuente: elaboración propia basada en la información de los inventarios realizados.

Entre el material científico utilizado para la enseñanza de la botánica que se conserva actualmente en la Región de Murcia, hemos catalogado e inventariado:

- Libros relacionados con la enseñanza botánica localizados en la Biblioteca y la Sala Echeagaray del MUSAX (Instituto Alfonso X el Sabio de Murcia), en la biblioteca del Museo Loustau (Facultad de Biología de la Universidad de Murcia).
- Colección de láminas para la enseñanza de la botánica de la casa Les Fils d'Émile Deyrolle localizadas en el Museo Loustau (Facultad de Biología de la Universidad de Murcia) y la colección de láminas de Antonio Vallardi de Milán localizadas en el CEME (Facultad de Educación de la Universidad de Murcia).
- Colección de modelos botánicos de la casa Les Fils d'Émile Deyrolle localizados en el Museo Loustau y en el MUSAX, así como los modelos de las casas Cultura y Sogeresa localizados en el CEME.
- Ejemplares de los árboles más antiguos del antiguo Jardín Botánico del Instituto Provincial de Murcia.
- Aparatos de microscopía conservados en el Museo Loustau, MUSAX y CEME.
- Preparaciones microscópicas que se conservan en el Museo Loustau.

Los libros y manuales.

El libro de texto ha sido y continúa siendo el material didáctico más tradicional y utilizado en la enseñanza de cualquier materia, también en la botánica. Su estudio es una fuente imprescindible para la investigación de los contenidos que se podían impartir y además, para conocer las posibilidades del profesorado para profundizar en el estudio de los vegetales. El denominador común de los manuales de Historia Natural que más se usaron hasta 1890 era, en la mayoría de los casos, su carácter enciclopédico, abordando la botánica desde un punto de vista morfológico donde la sistemática clásica tenía gran peso. Eran textos áridos y anticuados, sin ilustraciones y con cuadros sinópticos que servían para exponer de forma metódica, pero escueta, caracteres diferenciales entre los

seres, sin interpretar las diferencias ni exponer las teorías que relacionaban aquellos datos. Claros ejemplos son el *Manual de Historia Natural* de Galdo en sus primeras ediciones y la *Historia Natural* de Pereda, muy utilizados a nivel nacional, o el *Curso de Historia Natural* de Cánovas Cobeño (1891) para el Instituto de Murcia. La ausencia de actividades y ejercicios en estos manuales, junto con el resto de rasgos peculiares que hemos ido mostrando, reflejan que la enseñanza de estas disciplinas era esencialmente memorística. Los libros que hemos encontrado en la biblioteca del Instituto Provincial de Murcia corroboran el interés que se tenía en la botánica clásica y en la sistemática, como los compendios de sistemática de De-Candolle y la flora ibérica de Colmeiro, que tuvieron mucha influencia.

Muchos de los programas y manuales estudiados omitieron o tardaron demasiados años en recoger descubrimientos importantes realizados a lo largo del siglo XIX tanto en el campo de la biología como en el de la botánica. Con la llegada de los nuevos manuales de profesores renovadores vinculados a la ILE, en especial los *Elementos de Historia Natural* de Bolívar, Calderón y Quiroga (1890) vemos que la enseñanza de la botánica pasa a presentar novedosas propuestas que combinan los avances científicos y el influjo de la corriente renovadora de la nueva comunidad científica. Otro título que seguiría esa estela sería el *Compendio de Historia Natural* de Cazorro, Martínez y Hernández (1919).

Del análisis de los textos seleccionados podemos extraer las siguientes conclusiones:

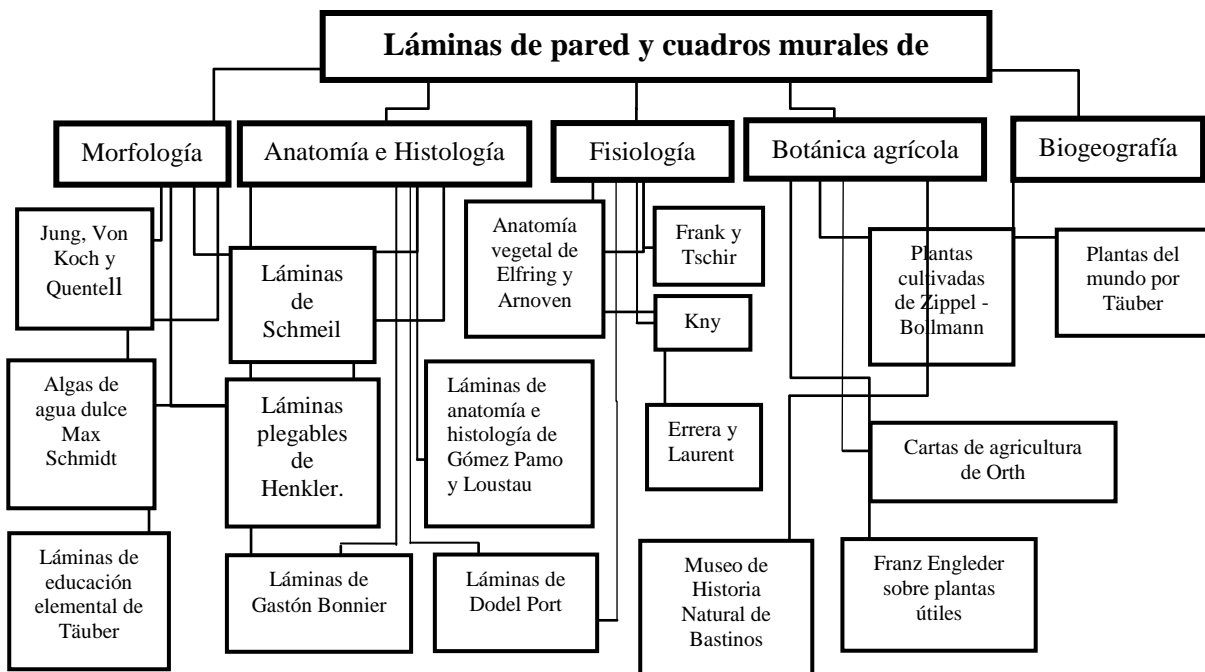
- La concepción de la botánica como disciplina científica que reflejan los textos seleccionados evoluciona a lo largo del periodo objeto de estudio. El análisis científico de los contenidos de los manuales más tradicionales, como el de Galdo, nos muestra el estudio de una botánica muy centrada en el estudio morfológico y sistemático heredero de los textos clásicos que sólo se interesaban en recoger inventarios de la flora. La irrupción de nuevos textos da paso a una botánica actualizada donde los estudios anatómicos, fisiológicos y los principios de ecología cobran gran protagonismo.

- En este mismo sentido, se termina con el sistema conocido como aforismo de Linneo, que comparaba los minerales a las plantas y a los animales, y daba origen a las tres divisiones que todas las obras seguían: mineralogía, botánica y zoología. La nueva visión de los libros integraba la botánica y la zoología dentro del marco de la biología general.
- Las ilustraciones de los textos pasaron progresivamente a tener un gran protagonismo y mayor calidad. Siguiendo la estela de los dibujos de Gastón Bonnier, los libros españoles de finales del XIX empezaron a incorporar dibujos como los diagramas florales, los cortes anatómicos y las representaciones esquemáticas de fenómenos fisiológicos como la reproducción. Estas representaciones serían el primer elemento visual que encontraremos en las aulas. Las láminas serían herederas de las representaciones de los libros.
- Los textos modernos, como los de Bolívar y Cazurro, centraban la atención de los estudiantes en las relaciones existentes entre los seres, descubriendo la existencia de grandes leyes de conexión entre los organismos y de éstos con el medio. Las nociones de biología general precedían a las de botánica y zoología, con la ventaja que ofrecía exponer lo que es común a ambos grupos de organismos, como los conceptos generales de organización de la célula, los tejidos, órganos, los seres y su distribución, así como los fenómenos comunes relacionados con la vida de los organismos como la herencia, la selección y las teorías evolucionistas.
- En el caso de la enseñanza superior podemos decir que los *Principios de Biología General y Genética de José Loustau* (1925) se correspondía con esa forma de enseñar botánica dentro del marco de una biología general. Una de las evidencias del interés de Loustau por ofrecer los últimos avances científicos era la profusa bibliografía usada y recomendada en el libro, basada en tratados y manuales especializados en anatomía y fisiología vegetal.
- En los libros de texto escolares podemos observar su evolución desde una enseñanza poco rigurosa en contenidos y centrada en el aprendizaje memorístico a una propuesta de enseñanza activa, experimental, centrada en la actividad del

alumno, con textos que preparaban para la observación e interpretación de la naturaleza en vivo, con una lectura divulgativa y reflexiva que estimulara la acción, la comprobación de lo leído y la investigación del por qué y del cómo. De los libros estudiados, las *Ciencias en la escuela* de Rodríguez Charentón y el *Libro de la vida* de Enrique Rioja son buenos ejemplos de la introducción de una visión del mundo vegetal desde un enfoque ecológico.

Láminas y modelos.

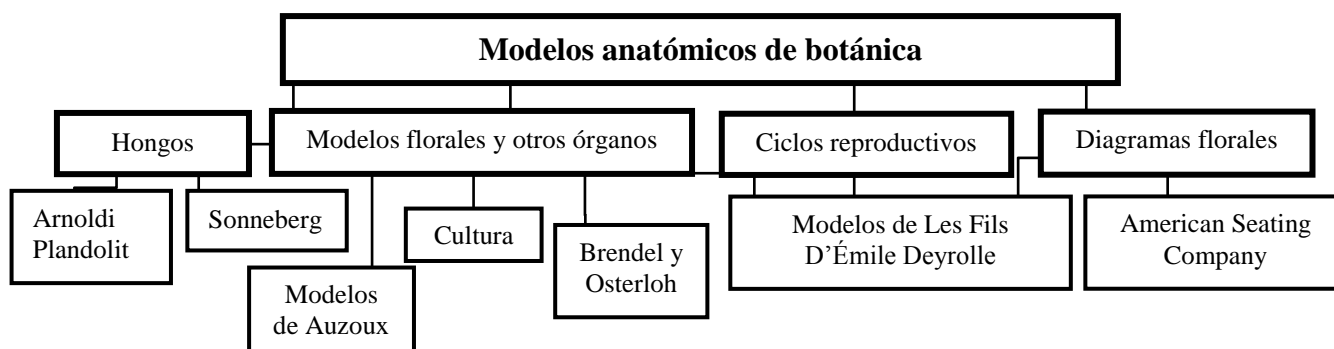
En cuanto a la representación de los organismos hemos estudiado las láminas y los modelos de diferentes casas comerciales. Las láminas de pared fueron las precursoras de las diapositivas y de las modernas presentaciones informáticas. La versatilidad de temas propuestos por los fabricantes de láminas abarcaba todas las ramas de la botánica como vemos en el siguiente esquema-resumen, en el que hemos dividido el contenido científico en cinco bloques clasificando las distintas colecciones estudiadas:



Fuente: elaboración propia basada en la información de los catálogos.

Las láminas concedían generalmente una desmesurada importancia a la botánica descriptiva y, en particular, a las plantas superiores, tratando de forma anecdótica otros organismos que el alumno podía encontrar en la vida cotidiana como los hongos, helechos, musgos y algas. En general se centraban en la morfología y anatomía y no en los procesos fisiológicos. Es posible que esto se deba a la extrema dificultad para entender la vida de las criptógamas, una comprensión que tuvo un desarrollo más tardío dentro de la botánica; de forma similar a la fisiología vegetal que despegó con el desarrollo del microscopio. Las láminas de Bonnier y las de Dodel-Port fueron las que alcanzarían un mayor nivel de perfección, tanto por su calidad artística como por su contenido científico y exposición didáctica.

Los modelos anatómicos de botánica trataron básicamente cinco temáticas: la reproducción de hongos para distinguir los comestibles de los no comestibles, la representación clásica desmontable de flores, la recreación del ciclo reproductivo de organismos complejos como los hongos parásitos, la representación en dos dimensiones de los diagramas florales y la tridimensional de las inflorescencias. En el siguiente esquema podemos ver las casas comerciales implicadas en cada uno de estos tipos.



Fuente: elaboración propia basada en la información de los catálogos.

Del análisis de las láminas y modelos estudiados en la Región de Murcia y ofertados en los catálogos de las casas comerciales podemos extraer las siguientes conclusiones:

- El desarrollo y la manera de entender el dibujo científico marcan la forma de hacer los materiales representativos, siendo actualmente una pista fundamental para inferir el criterio pedagógico y el contenido científico de la lámina.
- Entre las colecciones de láminas más extendidas y utilizadas en la enseñanza estaban las que se inspiraban en textos que propiciaban una enseñanza clásico-dogmática de las ciencias naturales. Las láminas que se conservan forman parte de las recomendadas por el Museo Pedagógico, como las de la casa Les Fils d'Émile Deyrolle realizadas por Bonnier.
- Los procesos innovadores de una enseñanza activa eran compatibles con la utilización de láminas como material complementario o de apoyo, pero nunca como único recurso didáctico. Autores como Ganong, Rubio, Cebrián y Bargalló señalaron algunos de los errores de las láminas, recomendando el uso de las realizadas bajo criterios científicos y pedagógicos que integraran contenidos accesorios a lo que se pudiera estudiar en clase. Recomendaron evitar las colecciones que se hacían con carácter exclusivamente comercial y de poca calidad, las representaciones confusas, las erróneas y la sustitución del objeto real de observación.
- De forma parecida al caso de las láminas, no todos los modelos podían contribuir a una enseñanza activa. El uso del modelo debía estar asociado a ilustrar la anatomía vegetal idealizada con el objeto de aclarar dudas. También podía ser un recurso en el caso de no tener material suficiente para la disección o carecer de medios de conservación de los ejemplares. Recordemos también las feroces críticas que autores como Ganong realizaba de los modelos de flores familiares tachándolas de grotescas parodias de la naturaleza.
- En la actualidad, al margen del valor pedagógico suponen un gran atractivo para nuestros museos, siendo en muchos casos las piezas más emblemáticas. Su uso no es recomendable dado su delicado estado de conservación.

El material vivo y el instrumental de observación.

El material vivo adquiere gran protagonismo entre los materiales realizados en los centros educativos por profesores y alumnos. La utilización del material vegetal vivo tiene una serie de ventajas para su manipulación:

- Disponibilidad. Las plantas carecen de movilidad siendo factible su recolección o exposición en un jardín botánico o en uno escolar.
- Fácil observación. Las plantas viven en el mismo lugar todo el año, ofreciendo la posibilidad de estudios estacionales a lo largo de todo el curso. Además pueden vivir en ecosistemas muy localizados (canales de riego, fuentes, pequeñas charcas, sobre madera en troncos) siendo fáciles de muestrear.
- Fácil experimentación. Organismos simples como algas y hongos pueden ofrecer la observación en clase de las distintas fases de su ciclo vital mediante sencillos cultivos en agua o sobre sustancias azucaradas. En el caso de las plantas las germinaciones han sido un recurso muy utilizado.

Respecto al instrumental de laboratorio destacamos el uso del microscopio. Su utilización llegó a popularizarse hasta el punto que una enseñanza experimental de la botánica moderna no se podía entender sin su utilización en un laboratorio. Tampoco se podía reducir su uso a los estudios superiores y de secundaria. Se animaba desde posiciones innovadoras a utilizar el microscopio también en la escuela.

Sobre las preparaciones microscópicas, observamos la coincidencia de Ganong, Rubio y Charentón en que las preparaciones microscópicas hechas en el aula y bien realizadas superaban en valor didáctico a cualquiera de las que se pudieran comprar. Las realizadas en clase involucraban con minuciosidad el conocimiento del objeto. Tal es el caso de las realizadas durante las prácticas con la asociación del esfuerzo del investigador y la devoción o empeño en el trabajo del alumno. Las recomendaciones de estos autores apuntaban a que las preparaciones microscópicas comerciales sólo debían ser usadas en el caso de carecer de material para realizarlas, del instrumental necesario como microtomos, láminas, parafina, tinciones, fijadores, glicerina, bálsamo, etc.

Encontramos una estrecha relación entre el uso del instrumental óptico y los organismos recolectados en el campo o el jardín:

- En el caso del estudio de una flor era habitual el uso de la lupa y el estereomicroscopio para realizar la disección y observar en detalle las grandes estructuras de órganos como estambres, anteras, pistilo, gineceo, pétalos y sépalos.
- Se utilizaba el microscopio a la hora de realizar un estudio de los órganos, como en el caso de la preparación de un corte del ovario de la flor estudiando células y tejidos.
- En una situación óptima de recursos, la mejor opción era el uso combinado de diferentes materiales. Por ejemplo, para explicar el ciclo reproductivo del hongo mildiu se podía disponer de una lámina junto a la pizarra donde se pudieran ver cada fase del ciclo y, en la mesa del profesor o en una mesa supletoria del laboratorio, los diferentes modelos tridimensionales de las fases reproductivas. A su vez, todos los alumnos trabajarían con lupas para seleccionar el material de la hoja de vid, recolectada del campo o del jardín de prácticas, realizando preparaciones microscópicas para observar el micelio o las esporas del hongo con el registro de datos y la realización de dibujos esquemáticos de las observaciones.

En el caso de no tener recursos materiales de las casas comerciales, era prioritario el uso del material realizado en el centro educativo. Para la formación del profesorado era crucial poder encontrar el material en la propia naturaleza y desarrollar herramientas como lupas y microscopios o experimentos caseros en el aula. En lo que coincidían todos los renovadores era en la necesidad de llevar la naturaleza al aula o llevar la misma a un entorno que favoreciera en el alumnado una experiencia vivencial con la naturaleza.

Consideraciones finales.

El estudio de los materiales científicos para la enseñanza de la botánica entre 1837 y 1939 nos brinda excelentes ejemplos que aportan un punto de vista único sobre los procesos prácticos y experimentales que sucedieron en los principales centros educativos de la Región. Son rastros fósiles de lo que realmente ocurría o no en las aulas. Existe una relación estrecha entre el tipo de material científico pedagógico y el estilo de enseñanza de la botánica, que podemos observar en cada uno de los cuatro grandes tipos de material. Por tanto, son indicadores de la actividad docente que se desarrollaba.

Esto mismo se refleja en los libros de texto utilizados y elaborados en la Región de Murcia. Ya que dominaron los estilos de enseñanza memorística con demostraciones del profesorado frente a una enseñanza activa, como pone de manifiesto la ausencia de las actividades que demandaban las nuevas orientaciones innovadoras. En general, los materiales representativos conservados en la Región de Murcia (láminas y modelos) eran similares a los del resto de España en cuanto al origen comercial y al tipo. Por ejemplo, en la Universidad de Murcia y en el Instituto Provincial de Murcia predominó el uso de materiales de la casa Les Fils d'Émile Deyrolle y en la Escuela de Magisterio los de la casa Cultura. Entre el material construido en los propios centros educativos destaca el material micrográfico y las láminas realizadas en el Laboratorio de Biología de la Universidad de Murcia, el herbario de Guirao o el modelo de campo agrícola de Tomás Museros en el Instituto Provincial de Murcia.

La conservación y puesta en valor de los materiales estudiados son una oportunidad para la enseñanza de las ciencias naturales en la actualidad ya que permiten establecer un recorrido por el pasado, trabajando de forma activa la memoria educativa, así como relacionar los contenidos de los saberes enseñados con los métodos e instrumentos utilizados. Por otro lado, las colecciones que se conservan son de interés para la investigación de la flora ya que las instituciones universitarias más importantes conservan colecciones de organismos muestreados en el pasado que siguen siendo una referencia importante para conocer la evolución de las comunidades de los ecosistemas desde el pasado hasta el presente.

En la actualidad vemos ciertos problemas en la formación del profesorado que se repiten, o mejor dicho nunca desaparecieron. Se debe preparar al profesorado para el necesario estudio previo de los contenidos de enseñanza de ciencias experimentales, y evitar el rechazo a enseñar basándose exclusivamente en una metodología expositiva y demostrativa. Las ciencias no pueden ser concebidas como un conjunto acabado y dogmático de conocimientos, y el profesor debe guiar la construcción compartida del conocimiento escolar, reconducir las preguntas y participar en la búsqueda de las respuestas de los alumnos. En ese sentido, la enseñanza del mundo vegetal sigue siendo un elemento básico a tener en cuenta. En la actualidad asistimos al resurgimiento de los huertos y jardines de prácticas en muchos centros educativos, tanto de primaria como de secundaria. Por otro lado, en los principales jardines botánicos de Europa se llevan a cabo novedosas iniciativas coordinadas en red basadas en la indagación, orientando las actividades a la vida cotidiana y a los intereses de los alumnos, que recuerdan las realizadas en el *Nature Study* y las propuestas por los renovadores de principios de siglo XX.

A la luz del trabajo que aquí presentamos se abren nuevos temas de investigación como el estudio de las colecciones zoológicas y geológicas, que proporcionaría una visión completa de la historia de la enseñanza de las ciencias naturales en la Región de Murcia. Asimismo se podría incidir en líneas de trabajo relacionadas con la conservación, recuperación y puesta en valor del antiguo Jardín Botánico de Murcia. Por último, el desarrollo de nuevas tecnologías como la impresión digital, la reproducción tridimensional de estructuras moleculares, celulares, tisulares y orgánicas, el desarrollo de representaciones virtuales de paisajes, ciclos reproductivos, esquemas tróficos y fisiológicos podría ser otra línea de investigación relacionada con la enseñanza de las ciencias naturales que permitiera el desarrollo de materiales educativos en entornos no necesariamente presenciales gracias al desarrollo del trabajo en red y a las plataformas virtuales educativas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y FUENTES
DOCUMENTALES

Archivos y fondos históricos.

Archivo Regional de Murcia.

INSTITUTO PROVINCIAL DE SEGUNDA ENSEÑANZA DE MURCIA (1859). *Memoria leída el 1º de noviembre en la inauguración de 1859 a 1860*. Murcia: Imprenta de Anselmo Arques.

INSTITUTO PROVINCIAL DE SEGUNDA ENSEÑANZA DE MURCIA (1862). *Memoria leída el 16 de setiembre en la inauguración del curso 1862 a 1863*. Murcia: Imprenta de Anselmo Arques.

INSTITUTO PROVINCIAL DE SEGUNDA ENSEÑANZA DE MURCIA (1873). *Expediente académico de perito agrimensor de Alonso Ruiz, Francisco, 1873*.

INSTITUTO PROVINCIAL DE SEGUNDA ENSEÑANZA DE MURCIA (1873). *Expediente académico de perito agrimensor de Antonio Marín Martínez, del 26 de junio de 1873*.

INSTITUTO PROVINCIAL DE SEGUNDA ENSEÑANZA DE MURCIA (1880). *Memoria leída en la solemne inauguración del curso académico de 1879 a 1880*. Murcia: Imprenta de Anselmo Arques.

INSTITUTO PROVINCIAL DE SEGUNDA ENSEÑANZA DE MURCIA (1882): *Memoria leída en la solemne inauguración del curso académico de 1882 a 1883*. Murcia: Tipografía de Anselmo Arques.

INSTITUTO PROVINCIAL DE SEGUNDA ENSEÑANZA DE MURCIA (1884): *Memoria leída en la solemne inauguración del curso académico de 1883 a 1884*. Murcia: Tipografía de Anselmo Arques.

INSTITUTO PROVINCIAL DE SEGUNDA ENSEÑANZA DE MURCIA (1887): *Memoria leída en la solemne inauguración del curso académico de 1886 a 1887*. Murcia: Tipografía de Anselmo Arques.

INSTITUTO PROVINCIAL DE SEGUNDA ENSEÑANZA DE MURCIA (1889). *Memoria leída en la solemne inauguración del curso académico de 1888 a 1889*. Murcia: Tipografía de Anselmo Arques.

INSTITUTO PROVINCIAL DE SEGUNDA ENSEÑANZA DE MURCIA (1890): *Memoria leída en la solemne inauguración del curso académico de 1889 a 1890*. Murcia: Tipografía de Anselmo Arques.

INSTITUTO PROVINCIAL DE SEGUNDA ENSEÑANZA DE MURCIA (1891): *Memoria leída en la solemne inauguración del curso académico de 1890/91*. Murcia: Tipografía de Anselmo Arques.

INSTITUTO PROVINCIAL DE SEGUNDA ENSEÑANZA DE MURCIA (1892). *Memoria leída en la solemne inauguración del curso académico de 1891 a 1892*. Murcia: Hijos de Nogués Impresores.

INSTITUTO GENERAL Y TÉCNICO DE MURCIA (1907). *Memoria leída en la solemne inauguración del curso académico de 1906 a 1907*. Murcia: Impresores sucesores de Nogués.

INSTITUTO GENERAL Y TÉCNICO DE MURCIA (1908). *Memoria leída en la solemne inauguración del curso académico de 1907 a 1908*. Murcia: Impresores sucesores de Nogués.

INSTITUTO GENERAL Y TÉCNICO DE MURCIA (1908). *Memoria del curso académico de 1907 a 1908*. Murcia: Impresores sucesores de Nogués.

INSTITUTO GENERAL Y TÉCNICO DE MURCIA (1909). *Memoria leída en la solemne inauguración del curso académico de 1908 a 1909*. Murcia: Imprenta Sucesores de Nogués.

INSTITUTO GENERAL Y TÉCNICO DE MURCIA (1910). *Memoria leída en la solemne inauguración del curso académico de 1909 a 1910*. Murcia: Imprenta Sucesores de Nogués.

INSTITUTO GENERAL Y TÉCNICO DE MURCIA (1911). *Memoria leída en la solemne inauguración del curso académico de 1911 a 1912*. Murcia: Imprenta Sucesores de Nogués.

INSTITUTO GENERAL Y TÉCNICO DE MURCIA (1912). *Memoria leída en la solemne inauguración del curso académico 1912 a 1913*. Murcia: Imprenta Sucesores de Nogués.

INSTITUTO NACIONAL DE SEGUNDA ENSEÑANZA DE MURCIA (1925). *Memoria anual*

correspondiente al curso académico de 1924 a 1925. Murcia: Imprenta Sucesores de Nogués.

INSTITUTO NACIONAL DE SEGUNDA ENSEÑANZA DE MURCIA (1926). *Memoria anual correspondiente al curso académico de 1925 a 1926.* Murcia: Imprenta Sucesores de Nogués.

Archivo de la JAE. Residencia de Estudiantes de Madrid.

JUNTA PARA AMPLIACIÓN DE ESTUDIOS E INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS (1908). *Memoria correspondiente al año 1907.* Madrid: Est. Tip. De los Hijos de M. Tello.

JUNTA PARA AMPLIACIÓN DE ESTUDIOS E INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS (1912). *Memoria correspondiente a los años 1909 y 1910.* Madrid: Tipografía de la Revista de Archivos, bibliotecas y museos.

JUNTA PARA AMPLIACIÓN DE ESTUDIOS E INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS. (1916). *Memoria correspondiente a los años 1914 y 1915.* Madrid: Imprenta de Fortanet.

JUNTA PARA AMPLIACIÓN DE ESTUDIOS E INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS (1918). *Memoria correspondiente a los años 1916 y 1917.* Madrid: Imprenta de Fortanet.

JUNTA PARA AMPLIACIÓN DE ESTUDIOS E INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS (1922). *Memoria correspondiente a los años 1920 y 1921.* Madrid: Imprenta de Fortanet.

JUNTA PARA AMPLIACIÓN DE ESTUDIOS E INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS (1925a). *Informe de la Junta de Ampliación de Estudios acerca del Instituto Escuela.* Madrid: Imprenta La Enseñanza.

JUNTA PARA AMPLIACIÓN DE ESTUDIOS E INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS (1925b). *Memoria correspondiente a los años 1922-23 y 1923-24.* Madrid: Imprenta de Fortanet.

JUNTA PARA AMPLIACIÓN DE ESTUDIOS E INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS (1927). *Memoria correspondiente a los años 1924-25 y 1925-26.* Madrid: Imprenta de Fortanet.

JUNTA PARA AMPLIACIÓN DE ESTUDIOS E INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS. (1935). *Memoria correspondiente a los años 1933 y 1934.* Madrid: Imprenta Góngora.

Hemeroteca científica de la Universidad de Murcia.

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE HISTORIA NATURAL (1872). *Anales de Historia Natural*, I.

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE HISTORIA NATURAL (1881). *Anales de Historia Natural*, X.

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE HISTORIA NATURAL (1886). *Anales de Historia Natural*, XV.

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE HISTORIA NATURAL (1901). *Boletín*.

REAL SOCIEDAD ESPAÑOLA DE HISTORIA NATURAL (1904). *Boletín*.

Archivo Universitario de la Biblioteca de la Universidad de Murcia.

ESCUELA NORMAL SUPERIOR DE MAESTROS DE MURCIA (1905). *Plan de Enseñanza de Historia Natural del año académico de 1905-1906*.

ESCUELA NORMAL DE MAESTRAS DE MURCIA (1928). *Programa de Historia Natural 1928-1929*.

ESCUELA NORMAL ELEMENTAL DE MURCIA (1852). Registro del menaje y demás objetos pertenecientes a los seminarios.

Archivo Municipal de Murcia.

El Diario de Murcia, 18 de septiembre de 1879.

El Liberal de Murcia, 23 de febrero de 1908.

El Liberal de Murcia, 24 de febrero de 1908.

El Liberal de Murcia, 24 de mayo de 1936.

El Liberal de Murcia, 28 de febrero de 1926.

El Liberal de Murcia, 5 de octubre de 1926.

El Magisterio de Murcia 10 de marzo de 1926.

El Magisterio de Murcia, 1 de noviembre de 1924.

España 8 de julio de 1917.

España, 13 de julio de 1917.

España, 9 de julio de 1917.

La Paz de Murcia, 21 de septiembre de 1879.

La Región Gráfica, 1 de octubre de 1921.

La Verdad de Murcia, 9 de febrero de 1922.

La Verdad de Murcia, 3 de mayo de 1931.

Nuestra Lucha (Murcia) 8 de enero de 1939.

Biblioteca Virtual de la Real Academia Nacional de Farmacia.

La Farmacia Española, 51, 17 de diciembre de 1896.

La Farmacia Española, 24, 11 de junio de 1896.

Referencias legislativas.

Reglamento de Estudios decretado por S.M. en 10 de septiembre de 1852. Madrid: Imprenta D.J.M. Alonso, p. 43.

Real Decreto de 13 de septiembre de 1898, con el Plan de Estudios. *Gaceta de Instrucción Pública. Periódico Semanal*. Madrid 17 de septiembre de 1898, nº379.

MINISTERIO DE INSTRUCCIÓN PÚBLICA (1928). *Institutos Nacionales de Segunda Enseñanza. La reforma de 1926. Estado actual de la enseñanza en España*. Madrid: Talleres Espasa Calpe S.A.

MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. (1939). Colección legislativa de Instrucción Pública, Año de 1934. Madrid: Tip. Yagües.

Ley de Instrucción Pública de 1857. Boletín Oficial del Estado. Publicado en la *Gaceta de Madrid* del 10 de septiembre de 1857.

Catálogos de material educativo.

BAZAR IBÉRICO (1914). *Catálogo general ilustrado de material instructivo moderno para escuelas elementales y normales, institutos, universidades y enseñanzas especiales*. Barcelona: Material Escolar y Científico S. A.

CULTURA (1927). *Catálogo de material pedagógico moderno. Tomo II. Ciencias Naturales*. Madrid: Cultura - Eimler-Basanta-Haase S.L.

CULTURA (1927b). *Catálogo de material pedagógico moderno. Tomo IV. Proyección*. Madrid: Cultura - Eimler-Basanta-Haase S.L.

CULTURA (1934). *Catálogo 30. Material pedagógico moderno: para Universidades, Institutos, Escuelas Normales, Escuelas Nacionales y demás Centros docentes*. Madrid: Cultura - Eimler-Basanta-Haase S.L.

DALMÁU, P. (1935). *Catálogo de material escolar número 37*. Gerona: Casa editorial Dalmáu Carles, Pla. S.A.

ESPASA-CALPE (1931). *Catálogo de material de enseñanza*. Madrid: Espasa-Calpe.

KOEHLER-VOLCKMAR (1910). *Catálogo ilustrado de material de enseñanza. Lista de los aparatos y útiles más modernos y adecuados para la enseñanza objetiva, aprobados y en uso en las escuelas de Alemania*. Leipzig: Koehler-Volckmar.

KOEHLER-VOLCKMAR (1928). *Catálogo general ilustrado de material pedagógico moderno de enseñanza. Material y utensilios seleccionados cuidadosamente para Escuelas, Institutos y Universidades de España y de América Central y Meridional*. Leipzig: Koehler-Volckmar.

LEITZ (1924). *Catálogo 48A Microscopios*. Wetzlar: Leitz.

LEITZ (1925). *Catálogo Microscopios-Lupa Binoculares 48C II parte*. Wetzlar: E. Leitz.

LEITZ (1926). *Catálogo nuevos microscopios*. Wetzlar: Leitz.

LES FILS D'ÉMILE DEYROLLE (s.d.). *Legendes explicatives des pièces d'anatomie*. Paris: Les Fils d'Émile Deyrolle.

LES FILS D'ÉMILE DEYROLLE (1900). *Catalogue de micrographie*. Paris: Les Fils d'Émile Deyrolle.

- LES FILS D'ÉMILE DEYROLLE (1925). *Catalogue de Mobilier et materiel scolaire*. Paris: Les Fils d'Émile Deyrolle.
- LLOFRIU (1929). *Material y aparatos para laboratorios químicos bacteriológicos e industriales, Catálogo general L*. Madrid- Palma de Mallorca-Barcelona: Establecimientos y vidrieras Llofriú.
- MICHAUD, L. (1914). *Catálogo ilustrado de material de educación moderna e integral escogido especialmente para España, Portugal y las Repúblicas Ibero-americanas*. París: Sociedad de Ediciones Louis-Michaud.
- PLANDOLIT. A. (1910). *Catálogo ilustrado de modelos de anatomía*. Barcelona: Dr. Areny de Plandolit.
- SCHREIBER, J. F. (s.d.). *Catálogo ilustrado para láminas murales para escuelas*. Esslingen: Schreiber.

Referencias bibliográficas.

- ABELLÁN, D. (1931). *Programa cíclico anotado de historia natural*. Murcia: Establecimiento tipográfico de José Antonio Jiménez.
- A.G. Ch. (1880). Excursión de agricultura al Parque del Retiro sobre nutrición vegetal. *Boletín de la Institución Libre de Enseñanza*, 80, 84-85.
- ALCÁNTARA, P. (1909). *Compendio de pedagogía teórico-práctica*. Madrid: Sucesores de Hernando. 4ª edición.
- ALCARAZ, F., BOTÍAS, M., GARCÍA, R., RÍOS, S., RIVERA, D. Y ROBLEDO, A. (1997). *Flora básica de la Región de Murcia*. Murcia: Sociedad Cooperativa de enseñanza "Severo Ochoa".
- ARAGÓN, S. (2011). La sólida permanencia de los objetos. Una nueva vida para los gabinetes históricos de ciencias naturales en los institutos de enseñanza secundaria. *Participación educativa*, número extraordinario, 66-76.
- : (2012). Historias de objetos que cuentan historias: plantas, rocas y animales en los institutos históricos madrileños. En LÓPEZ-OCÓN, L. ARAGÓN, S. Y PEDRAZUELA, M. (Eds.), *Aulas con memoria. Ciencia, educación y patrimonio*

- en los institutos históricos de Madrid (1837-1936)*. Madrid: CEIMES.
- ARÉVALO, C. (1935). *Nociones de Ciencias Naturales*. Madrid: Unión Poligráfica S. A.
- AVERY, G. S. (1971). Botanic Gardens Can Develop Environmentalists. *BioScience*, 21, 14, 766-767.
- AVENDAÑO, J. Y CARCERERA, M. (1861). *Curso elemental de pedagogía*. Madrid: Imprenta de Victoriano Hernando.
- BACAS, G. (1787). *Oración Inaugural del Real Jardín Botánico de Cartagena*. Cartagena: Pedro Ximenez, Impresor de Marina.
- BARATAS, L. A. (1997). *Introducción y desarrollo de la biología experimental en España de 1868 y 1936*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- BARATAS, L. A. Y FERNÁNDEZ, J. (1992). La enseñanza universitaria de las ciencias naturales durante la restauración y su reforma en los primeros años del siglo XX. *Llull*, 15, 7-34.
- BARGALLÓ, M. (1932). *Metodología de las Ciencias Naturales y de la Agricultura*. Reus: Ediciones Sardá.
- BARNÉS, D. (1909). Escuelas al aire libre. *Anales de la Junta para Ampliación de Estudios*, I, 61-83.
- BAUHIN, G. (1623). *Pinax theatri botanici*. Basileae: Helver.
- BENEJAM, J. (1907). *Páginas sobre Ciencias Físicas y Naturales*. Burgos: Hijos de Santiago Rodríguez.
- BERGER, M. (2000). Friedrich Fröbels Konzeption einer Pädagogik der frühen Kindheit. En FTHENAKIS, W. E. Y TEXTOR M. R. (Eds.), *Pädagogische Ansätze im Kindergarten*. Weinheim, Basel: Beltz.
- BERNAL, J. M. (2000). De las escuelas al aire libre a las aulas de la naturaleza. *Áreas. Revista Internacional de Ciencias Sociales*, 20, 171-182.
- : (2001). *Renovación pedagógica y enseñanza de las ciencias: medio siglo de propuestas y experiencias escolares (1882-1936)*. Madrid: Biblioteca Nueva.

- BERNAL, J. M. Y COMAS, F. (2001). *Margarita Comas. Escritos sobre ciencia, género y educación*. Madrid: Biblioteca Nueva.
- BERNAL, J. M. Y DELGADO, M.A. (2002). Margarita Comas Camps y la introducción del Nature Study en las escuelas españolas. En FERNÁNDEZ, J. (Coord.), *XX Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Relación secundaria universidad*. La Laguna: Universidad de La Laguna.
- BERNAL, J.M., DELGADO M. A. Y LÓPEZ, J. D. (2009). El patrimonio histórico-científico como recurso didáctico: de las ciencias de laboratorio a las ciencias para la vida. En BERRUEZO, R. Y CONEJERO, S. (Coord.), *El largo camino hacia una educación inclusiva. La educación especial y social del siglo XIX a nuestros días*. Pamplona: SEDHE y Universidad Pública de Navarra.
- BERNAL, J. M. Y LÓPEZ, J. D. (2005). Aurelio Rodríguez Charentón y la renovación de la enseñanza de las ciencias escolares en el primer tercio del siglo XX. En HERNÁNDEZ, J. (Coord.), *Jornada de Homenaje al maestro del Consejo Escolar de la Región de Murcia*. Murcia: Consejo Escolar de la Región de Murcia.
- BERNAL, J. M. Y LÓPEZ, J. D. (2007a). La Junta para Ampliación de Estudios (JAE) y la enseñanza de la ciencia para todos en España. *Revista de Educación*, 1, 215-240.
- : (2007b). Los museos educativos y el material científico-pedagógico construido en la escuela. En ESCOLANO, A. (Ed.), *La cultura material de la escuela. En el centenario de la Junta para Ampliación de Estudios 1907-2007*. Berlanga de Duero (Soria): Centro Internacional de la Cultura Escolar.
- : (2009). *El material de enseñanza como recurso didáctico en la historia de la educación*. En *El patrimonio histórico-educativo y la enseñanza de la historia de la educación*. Murcia: Sociedad Española de Historia de la Educación.
- BERNAL J. M., LÓPEZ J. D Y MORENO, A. (2005). Las ciencias de la naturaleza en los libros escolares de lectura. En COMAS, F. Y MONTILLA, X. (Eds.), *Historia de la lectura*. Palma de Mallorca: Institut d'estudis Baleàrics.
- BERNAL, J. M., LÓPEZ J. D. Y MORENO P.L. (2008). *Museos pedagógicos y enseñanza de las ciencias: de las láminas y colecciones a los recursos didácticos virtuales*. En I Encuentro Iberoamericano de Museos Pedagógicos y museólogos de la

- educación. Santiago de Compostela: Xunta de Galicia.
- BERNAL, J. M. Y MARÍN, J. P. (2011). José Loustau y la Universidad de Murcia (1916-1965): el desarrollo de la competencia profesional y la promoción de la educación científica. En CELADA, P. (Ed.), *Arte y oficio de enseñar: dos siglos de perspectiva histórica XVI*. El Burgo de Osma (Soria): Sociedad Española de Historia de la Educación.
- BERTOMEU, J. R. Y GARCÍA, A. (2002). *Abriendo las cajas negras: Los instrumentos científicos de la Universidad de Valencia*. Guía didáctica de la exposición. Valencia: Universidad de Valencia.
- BEYER, O. W. (1901). Importancia educativa del jardín escolar. *Boletín de la Institución Libre de Enseñanza*, 501, 359-367.
- BLANCO, P. (1995). Los herbarios de las expediciones científicas españolas al nuevo mundo. *Asclepio*, 47, 185-209.
- BOISSIER, E. (1845). *Voyage botanique dans Le midi de l'Espagne pendant l'année 1837*. Paris: Gide et Cie. Libraires Éditeurs,
- BOLÍVAR, I., CALDERÓN, S. Y QUIROGA, F. (1895). *Elementos de Historia Natural*. Madrid: Establecimiento Tipográfico de Fortanet.
- BOLÍVAR, I. (1919). Prólogo en CAZURRO, M., MARTÍNEZ A. Y FERNÁNDEZ, A. *Compendio de Historia Natural*. Madrid: Imprenta de A, Marzo.
- BONNIER, G. (1891). *Cours complete de Histoire naturelle*. Paris: Paul Dupont Editeur.
- BONNIER, G. Y DE LAYENS, G. (1917). *Nouvelle flore pour la détermination facile des plantes sans mots techniques*. Paris: P. DuPont.
- BOTSFORD, A. (1911). *Handbook of Nature Study*. Ithaca (New York): Comstock Publishing Associates. Cornell University Press.
- BUCCHI, M. (2006). Images of science in the Classroom: Wall charts and Science Education, 1850-1920. En PAUWELS, L. (Ed.), *Visual cultures of science. Rethinking representational practices in knowledge building and science communication*. Hanover, New Hampshire: University Press of New England.
- CABALLERO, E. (1925). *Técnica de las preparaciones microscópicas sistemáticas*.

- Trabajos del Museo Nacional de Ciencias Naturales. Serie Botánica.* Madrid: Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas.
- CAJAL, S. (1925). Prólogo en CABALLERO, E. *Técnica de las preparaciones microscópicas sistemáticas. Trabajos del Museo Nacional de Ciencias Naturales. Serie Botánica.* Madrid: Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas.
- CALATAYUD, L. (1913). *Didáctica de las Ciencias Naturales en las Escuelas Primarias y valor educativo de dicha disciplina.* Sevilla: Imprenta y Librería de Eulogio de las Heras.
- CÁNOVAS COBEÑO, F. (1891). *Curso de Historia Natural.* Murcia: Imprenta de "El Diario".
- CAÑADAS, L. (1926). *Las ciencias en la escuela.* Olula (Almería): Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas.
- CARRASCO, M. A., MILLANES, A., PEREA, D. Y RODRÍGUEZ, J. (2001). Plantas de D. Ángel Guirao (?-1890) en el Herbario del Real Colegio Alfonso XII de San Lorenzo de El Escorial (Madrid, España). *Botanica Complutensis.* 25, 329-338.
- CARRIÓN, J. S., NAVARRO, C., MUNUERA, M., SÁEZ, F., GUERRA, J. Y CANO, M. J. (1997). *Manual descriptivo de cormófitos.* Murcia: Diego Marín Editor.
- CASADO, S. (1997). *Los primeros pasos de la ecología en España.* Madrid: Publicaciones de la Residencia de Estudiantes.
- : (1998). La Ecología y la conservación de la naturaleza en la historia de la Real Sociedad Española de Historia Natural. *Memoria de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, I, segunda época, 159-180.
- : (2001). *La ciencia en el campo: naturaleza y regeneracionismo, Quiroga, Calderón, Bolívar.* Madrid: Nivola.
- : (2006). Ignacio Bolívar y la modernización de la historia natural en la Junta. *Boletín de la Institución Libre de Enseñanza*, 63-64, 189-205.
- CASTELLÓN, L. Y SÁNCHEZ, J. F. (2008). IES Padre Suárez. Granada. *Participación educativa*, 7, 79-85.

- CAZURRO, M., MARTÍNEZ, A. Y HERNÁNDEZ, E. (1919). *Compendio de Historia Natural*. Madrid: Imprenta de A, Marzo.
- CEBRIÁN, D. (1925). El jardín botánico de una escuela inglesa. *Boletín de la Institución Libre de Enseñanza*, 778, 8-11.
- CEBRIÁN, D. (1909). Métodos y prácticas para la enseñanza de las ciencias naturales. *Anales de la Junta de Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas*, 1, 85-120.
- CHATELET, A. M., LERCH, D. Y LUC, J. N. (2004). L'école de plein air. Une expérience pédagogique et architecturale dans l'Europe du XXe siècle. *Revue Française de Pédagogie*, 147, 133-134.
- CHECA, A. (2002). *Historia de la prensa pedagógica en España*. Sevilla: Universidad de Sevilla.
- CODORNIU, R. (1908). *Árboles y montes*. Murcia: Tipografía de La Verdad.
- : (1909a). *Alianza de España con el árbol*. Madrid: Imprenta Alemana.
- : (1909b). *Cartas forestales de febrero de 1907 a septiembre de 1908*. Madrid: Imprenta Ricardo Rojas.
- : (1909c). *Los montes, su aprovechamiento, sus productos*. Madrid: Imprenta Alemana.
- : (1909d). *Crónica de la fiesta del árbol*. Barcelona: Sociedad de Amigos del Árbol.
- : (1910). *Trabajos hidrológicos forestales*. Madrid: Imprenta alemana.
- : (1914). *Conservadores y forestales*. Murcia: Imprenta del Tiempo.
- : (1915). *Guía del Parque Ruíz Hidalgo de Murcia*. Murcia: Imprenta del Tiempo.
- COLMEIRO, M. (1847a). *Programa o resumen de las lecciones de Ampliación de Botánica*. Sevilla: José M. Geofrin.
- : (1847b). *Memoria sobre el modo de hacer las herborizaciones y los herbarios*. Madrid: Imprenta de Hilario Martínez.
- : (1854). *Curso de Botánica o Elementos de Organografía, Fisiología, Metodología y Geografía de las Plantas*. Madrid: Librería de Ángel Santiago.

- : (1867). *El Jardín Botánico de Madrid. El gabinete de Historia Natural*. Madrid: Imprenta de José Ducazcal.
- : (1870). *Programas de las asignaturas de botánica*. Madrid: Establecimiento tipográfico de Tomás Rey.
- : (1875). Bosquejo histórico y estadístico del Jardín Botánico de Madrid. *Anales de la Sociedad Española de Historia Natural*, IV, 241-330.
- : (1885). *Enumeración y revisión de las plantas de la Península Hispano-Lusitana e Islas Baleares*. Madrid: Imprenta de la viuda e hija de Fuentenebro.
- COMAS, M. (1925). Las ciencias en la escuela. *Revista de Pedagogía*, 38, 56-64.
- COMAS, M. (1926). La enseñanza de las ciencias fisiconaturales en Francia. *Revista de Pedagogía*, 58, 448-453.
- COMAS, M. (1927). La enseñanza de las ciencias. *Revista de Pedagogía*, 68, 357-362.
- : (1929). La enseñanza de la biología. *Revista de Pedagogía*, 87, 124-129.
- : (1936). Las ciencias naturales en la escuela. *Revista de Pedagogía*, 171, 97-104.
- COMENIUS, J. A. (1685). *Orbis sensualium pictus quadrilinguis*.
- COSSÍO, M. B. (1906). El maestro, la escuela y el material en la enseñanza. *Boletín de la Institución Libre de Enseñanza*, 570, 258-265.
- : (1915). *La enseñanza primaria en España*. Madrid: Museo Pedagógico Nacional. Imprenta R. Rojas.
- COSTA, J. (1880a). Los informes redactados por los alumnos de las excursiones. *Boletín de la Institución Libre de Enseñanza*, 70, 6-7.
- : (1880b). Excursiones instructivas fuera de Madrid. *Boletín de la Institución Libre de Enseñanza*, 102, 71.
- DAVY DE VIRVILLE, A. (1923). *Gaston Bonnier. Extrait du Bulletin de Mayenne-Sciences 1922*. Laval: Imprimerie-Librairie Goupil.
- DAYRAT, B. (2003). *Les botanistes et la flore de France*. Paris: Publications scientifiques du Muséum National d'Histoire Naturelle.
- DE LANESSAN, J.-L. (1883). *La Botanique*. Paris: C. Reinwald, Libraire-Éditeur.

- DE BUEN, O. (1883). Apuntes geográfico-botánicos sobre la zona central de la Península Ibérica. *Anales de la Sociedad Española de Historia Natural*, 12, 421-440.
- : (1901). Laboratorio de manipulaciones de historial natural en la Universidad de Barcelona. *Boletín de la Sociedad Española de Historia Natural*, 10, 377-379.
- : (2003). *Mis memorias (Zuera, 1863 – Toulouse, 1939)*, transcritas del manuscrito original por María del Carmen de Buen López de Heredia. Zaragoza: Institución “Fernando el Católico”.
- DE GABRIEL, N. (1983). La agricultura y la escuela en España (1848-1901). *Historia de la Educación*, 2, 131-141.
- DE PEDRO, A. E. (1999). *El diseño científico. Siglos XV-XIX*. Madrid: Ediciones Akal.
- DEFLANDRE, G. (1930). *Microscopie pratique. Le Microscope et ses applications. La Faune et la Flore microscopiques des Eaux*. Paris: Paul Lechevalier.
- DEL BAÑO, F. (1972). *El Microscopio, (fundamentos, descripción, manejo)*. Murcia: Tipografía San Francisco.
- : (1999). *Catálogo ilustrado del Museo José Loustau*. Murcia: Consejo Social Universidad de Murcia.
- : (2003). Facultades universitarias con museo. *Revista Eubacteria*, 11, 28-30.
- DELGADO, M. A. (2009). *Científicas y educadoras. Las primeras mujeres en el proceso de construcción de la didáctica de las ciencias en España*. Murcia: Ediciones de la Universidad de Murcia.
- DELGADO, M. A. Y LÓPEZ J. D. (2012). Los diarios del alumnado de la Escuela Normal de Magisterio de Murcia (1931-1933) como muestra de la práctica y el quehacer diario en las clases de Primitiva López. En MORENO, P. L. Y SEBASTIÁN A. (Eds.), *Patrimonio y Etnografía de la escuela en España y Portugal durante el siglo XX*. Murcia: Sociedad Española para el Estudio del Patrimonio Histórico y Educativo.
- DELGADO, M. A. LÓPEZ, J. D. MARTÍNEZ, V. Y ROMERA, M. I. (2007). Los instrumentos y aparatos científicos del Gabinete de Física y Química del instituto Local de Lorca: un recurso didáctico en física y química, *Educación en el 2000. Revista de formación del profesorado. Consejería de Educación, Ciencia e Investigación de*

la Región de Murcia.

- DELGADO, M. A., LÓPEZ, J. D., MARTÍNEZ, V. Y ROMERA, M. I. (2010). *El gabinete de física del Instituto de Lorca (1864-1883)*. Murcia: Consejería de Educación. Región de Murcia.
- DEYROLLE, E. (1877). *Éléments d'histoire naturelle. Manuel explicatif des tableaux représentant les trois règnes de la nature*. Paris: Émile Deyrolle.
- DEVESA, J. A. Y VIERA, M. C. (2001). *Viajes de un botánico sajón por la Península Ibérica: Heinrich Moritz Willkomm (1821-1895)*. Cáceres: Universidad de Extremadura. Servicio de Publicaciones.
- DIEZ, A. R., DEL POZO, M. M. Y SEGURA, M. (1988). La revista de las escuelas normales: una publicación de regeneración normalista nacida en Guadalajara (1923-1936). *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 299-314.
- DOMOUTET (1925). La escuela al aire libre. Según el primer Congreso Internacional de Escuelas al Aire Libre. *Boletín de la Institución Libre de Enseñanza*, 787, 289-291.
- ESCOLANO, A. (2006). La codificación de la primera manualística. En ESCOLANO A. (dir.), *Historia ilustrada de la escuela en España. Dos siglos de perspectiva histórica*. Madrid: Fundación G. S. Ruipérez.
- : (2007). La cultura material de la escuela. En ESCOLANO, A. (Ed.), *La cultura material de la escuela*. Berlanga de Duero: CEINCE.
- : (2012). Materialidades, educación patrimonial y ciudadanía. En LÓPEZ-OCÓN, L., ARAGÓN, S. Y PEDRAZUELA, M. (Eds.), *Aulas con memoria. Ciencia, educación y patrimonio en los institutos históricos de Madrid (1837-1936)*. Madrid: CEIMES.
- ESCOLANO A. Y HERNÁNDEZ, J. M^a (2002). *La memoria y el deseo. Cultura de la escuela y educación deseada*. Valencia: Tirant lo Blanch.
- ESCRIBANO, A., MARTÍNEZ, F., GARCÍA, C., ROS, G. Y RAMÓN, J. (1879). *Reseña histórica de la Real Sociedad Económica de Amigos del País de la ciudad de*

- Murcia desde su fundación hasta fin de 1877*. Murcia: Establecimiento tipográfico de A. Arques.
- FERNÁNDEZ DE VELASCO, R. (1929). *Crónica de la Universidad de Murcia*. Murcia: Sucesores de Nogués.
- FERRÁNDIZ, C. (1990). *Real Jardín Botánico de Cartagena*. Cartagena: Ayuntamiento de Cartagena.
- FERRER, C. Y MAURA, S. (1973). *La Escuela de Estudios Superiores del Magisterio (1909-1932). Una institución docente española*. Madrid: Cedesá.
- FIORINI, G., MAEKAWA, L. Y STIBERC, P. (2008). Save the plants: Conservation of Brendel Anatomical Botany Models. *The book and paper group annual*, 27, 35-45.
- FONT QUER, P. (1993). *Diccionario de botánica*. Barcelona: Editorial Labor.
- : (2003). *Plantas medicinales. El Dioscórides renovado*. Barcelona, Editorial Península.
- FOURNIÉ, E. (1928). Las escuelas al aire libre desde el punto de vista pedagógico. *Boletín de la Institución Libre de Enseñanza*, 814, 33-37.
- GALDO, M. M. J. (1858). *Manual de Historia Natural*. Madrid: Librería de la Viuda de Hernando y C^a.
- : (1878). *Manual de Historia Natural*. Madrid: Librería de la Viuda de Hernando y C^a.
- GALERA, A. (2003). *Ciencia a la sombra del Vesubio. Ensayo sobre el conocimiento de la naturaleza*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- GALLARDO, T. Y GONZÁLEZ, A. (1988). Botánica y botánicos en la Junta para Ampliación de Estudios (1907-1937). *Acta Botánica Malacitana*, 13: 5-20.
- GANONG, W. F. (1899). *The teaching botanist; a manual of information upon botanical instruction, together with outlines and directions for a comprehensive elementary course*. New York: Macmillan Company.
- GARCÍA ALIX, A. (1900). *Disposiciones dictadas para la reorganización de la enseñanza*. Madrid: Imprenta del Colegio Nacional de sordomudos y de ciegos.

- GARCÍA DEL REAL, M. (1909). La educación popular en Inglaterra. *Anales de la Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas*, I, 121-199.
- GARCÍA DEL REAL, M. (2001). Un gran patrimonio al descubierto: los materiales científicos utilizados para la enseñanza en los institutos andaluces. *Andalucía educativa*, 25, 18-20.
- GARCÍA GUILLÉN, E. (2013). Los jardines botánicos como centros de difusión y conservación de Historia Natural: el caso del Real Jardín Botánico de Madrid. En GONZÁLEZ BUENO, A Y BARATAS, A. (Eds.) *Museos y colecciones de Historia Natural. Investigación, educación y difusión*. Memorias de la Real Sociedad Española de Historia Natural.
- GARCÍA DE YÉBENES, M. P. (1994). *La Real botica durante el reinado de Felipe V (1700-1746)*. Tesis doctoral. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.
- GARCÍA MARTÍN, F. Y SILVESTRE, S. (1983). *Distichoselinum* García Martín & Silvestre, género nuevo de umbellifera. *Revista Lagasalia*, 12, (1): 99-107.
- GARCÍA, R. Y VILLADA, L. A. (2000). Instrumentos antiguos de física: recuperación de patrimonio y uso didáctico, *Revista Española de Física*, 45, 1-9.
- GIMÉNEZ, L. (1992). *La educación ambiental en la Región de Murcia*. Tesis doctoral. Murcia: Universidad de Murcia.
- GÓMEZ DE ORTEGA, C. (1795). *Curso elemental de botánica, dispuesto para la enseñanza del Real Jardín de Madrid*. Madrid: Imprenta de la Viuda e Hijo de Marín.
- GÓMEZ, J. P., QUIÑONERO, J. M., BUITRAGO, E. Y MUÑOZ, J. (2009). *MUSAX, Museo Alfonso X el Sabio, Murcia*. Murcia: Consejería de Educación, Región de Murcia.
- GOMIS, A. (1988). *Ignacio Bolívar y las Ciencias Naturales en España*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- : (1998). Desarrollo institucional de la Real Sociedad Española de Historia Natural. *Memoria de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, I, segunda época, 5-46.

- : (2011). Odón de Buen: cuarenta y cinco años de compromiso con la universidad. *Asclepio. Revista de Historia de la Medicina y de las Ciencias*, LXIII, 2, 405-430.
- : (2012). El profesor Manuel M^a José de Galdo y las diez ediciones de su Manual de Historia Natural. En LÓPEZ-OCÓN, L., ARAGÓN S. Y PEDRAZUELA, M. (Eds.), *Aulas con memoria. Ciencia, educación y patrimonio en los institutos históricos de Madrid (1837-1936)*. Madrid: CEIMES.
- GONZÁLEZ BUENO, A. (1981). Datos biográficos y bibliográficos del botánico Blas Lázaro e Ibiza. *Lazaroa*, 3, 313-338.
- : (1997). La botánica en España de la segunda mitad del siglo XIX. *Zubia monográfico*, 9, 29-44.
- : (1998). La Botánica y los botánicos en la Real sociedad Española de Historia Natural (1871-1996). *Memorias de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, I, segunda época, 81-95.
- : (2004). Antonio José Cavanilles (1745-1804) un botánico de la Ilustración. En MUÑOZ, F. (Ed.), *La botánica ilustrada Antonio José Cavanilles (1745-1804), jardines botánicos y expediciones científicas*. Madrid: CSIC y Lunwerg editores.
- : (2008). *El príncipe de los botánicos, Linneo*. Tres Cantos: Editorial Nivola.
- GONZÁLEZ BUENO, A. Y BARATAS, A. (2007). *Museos y colecciones histórico-científicas de las universidades madrileñas. El patrimonio de Minerva*. Madrid: Consejería de Educación. Comunidad de Madrid.
- HEILBRON, J. L. (2003). *The Oxford Companion to the history of Modern Science*. Oxford University Press.
- HERNÁNDEZ LAILLE, M. (2009). El análisis del darwinismo en los manuales escolares de Ciencias Naturales a la luz de la investigación educativa. En BERRUEZO R. Y CONEJERO S. (Coord.), *El largo camino hacia una educación inclusiva. La Educación Especial y Social del siglo XIX a nuestros días*. XV Coloquio de Historia de la Educación. Vol. I. Pamplona: Universidad Pública de Navarra.
- HERNÁNDEZ NIEVES, P. (2009). *La Evolución de las Ciencias Naturales en la Segunda Enseñanza Española*. Cáceres: Universidad de Extremadura.

- HERNÁNDEZ PINA, F. (1983). *El primer centro oficial de segunda enseñanza en Murcia*. Murcia: Universidad de Murcia.
- HERNÁNDEZ PACHECO, E. (1911). El profesor D. Salvador Calderón y Arana y su labor científica. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, XI, 405-423.
- IZCO, J. (1975). Datos biográficos del profesor Salvador Rivas Goday. *Anales del Instituto Botánico Cavanilles*, 32, (2), 9-32.
- JIMÉNEZ ARTACHO, C. (2000). *Naturaleza, ecología y enseñanza en España*. Tesis doctoral. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.
- JIMÉNEZ MUNUERA, F. P. (1908). *Plantas de Cartagena, adiciones y rectificaciones*. Zaragoza: Actas del Primer Congreso de Naturalistas Españoles.
- JIMÉNEZ MADRID, R. (1987). La consolidación de una institución educativa (1857-1887). En R. JIMÉNEZ (Ed.), *El Instituto Alfonso X el Sabio: 150 años de historia*. Murcia: Editora Regional Murciana.
- JOSA LLORCA, J. (1992). La historia natural en la España del siglo XIX: botánica y zoología. En LÓPEZ, J. M. (Ed.), *La ciencia en la España del siglo XIX*. Madrid: Ed. Ayer.
- LANCIS, C., VILLADA, L. A. Y GARCÍA, R. (2002). Las colecciones científicas del IES Jorge Juan de Alicante. En BERTOMEU, J. R. Y GARCÍA, A. (Eds.), *Abriendo las cajas negras*. Valencia: Universitat de Valencia.
- LÁZARO E IBIZA, B. (1881a). Prodrómus florae hispanicae. *Boletín de la Institución Libre de Enseñanza*, 104, 82-84.
- : (1881b). El arte de las excursiones instructivas: la enseñanza de la naturaleza. *Boletín de la Institución Libre de Enseñanza*, 114, 163-165.
- : (1886). *Manual de Botánica General*. Madrid: G. Estrada.
- : (1907). Homenaje a Carlos Linneo en el segundo centenario de su nacimiento. *Memorias de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, V, 1-18.
- : (1920). *Botánica descriptiva. Compendio de la flora española. Tomo I*. Madrid: Imprenta Clásica Española.

- LEAL QUIROGA, T. (1909). La enseñanza primaria en Londres y el estudio de la naturaleza. *Anales de la Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas*, I, 379-428.
- LÓPEZ ALMAGRO, J. (1986). *La Educación del Porvenir*. Murcia: Editora Regional de Murcia.
- LÓPEZ AZORÍN, F. (2012). *Murcia y sus científicos en la Real Sociedad Española de Historia Natural (1871-1940)*. Murcia: Fundación Séneca.
- LÓPEZ FERNÁNDEZ, C. (1995). *Algunos científicos murcianos*. Murcia: Museo de la Ciencia.
- : (2001). *Ciencia y enseñanza en algunas instituciones docentes murcianas 1850-1936*. Murcia: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Murcia.
- : (2005). *Ciencia en la Murcia decimonónica a través de la prensa cultural*. Murcia: Editora Regional Murciana.
- LÓPEZ MARTÍNEZ, J. D. (1999). *La enseñanza de la Física y Química en la educación secundaria durante el primer tercio del siglo XX en España*. Tesis Doctoral. Murcia: Universidad de Murcia.
- : (2010). La Junta para Ampliación de Estudios y la preparación científica del profesorado de Instituto de Ciencias Experimentales de España (1907-1936). En SÁNCHEZ RON, J. M^a Y GARCÍA-VELASCO, J. (Eds.), *100 años de la JAE. La Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas en su centenario*, Vol. I. Madrid: Fundación Francisco Giner de los Ríos. Residencia de Estudiantes.
- LÓPEZ MARTÍNEZ, J. D., BERNAL, J. M., DELGADO, M. A., MARÍN, J. P. Y MARTÍNEZ, M. J. (2012). *Las ciencias en la escuela. El material científico y pedagógico de la Escuela Normal de Murcia*. Murcia: Universidad de Murcia.
- LÓPEZ-OCÓN, L. (2003). *Breve Historia de la ciencia española*. Madrid. Alianza Editorial.
- : (2007). Enseñar a investigar: la influencia de Cajal en los laboratorios de la JAE. *Revista de Educación*, número extraordinario, 67-89.

- LÓPEZ-OCÓN, L. Y PEDRAZUELA, M. (2011). La enseñanza secundaria en construcción a través de los institutos históricos madrileños. *Arbor*, 749, 453-463.
- LÓPEZ-OCÓN, L. Y OSSENBACH, G. (2012). Introducción: una aproximación multidisciplinar a lugares de la memoria de la enseñanza secundaria desde el programa de I+D CEIMES. En LÓPEZ-OCÓN, L., ARAGÓN, S. Y PEDRAZUELA, M. (Eds.), *Aulas con memoria. Ciencia, educación y patrimonio en los institutos históricos de Madrid (1837-1936)*. Madrid: CEIMES.
- LÓPEZ PIÑERO, J. M. (1987). *El grabado en la ciencia hispánica*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- : (1992). *La ciencia en la España del siglo XIX*. Madrid: Ed. Ayer.
- LOUSTAU, J. (1915). *Las células gomosas y mucilaginosas del Arisarum vulgare Rchb.* Madrid: Establecimiento tipográfico de Fortanet.
- : (1916). *Programa oficial de Mineralogía y Botánica*. Murcia: La Covachuela. Librería Universitaria de José María Romero.
- : (1918). *Manual de Botánica. I Botánica General*. Murcia: Establecimiento tipográfico de José Antonio Jiménez.
- : (1921). *La Universidad de Murcia y el organismo social universitario*. Discurso de apertura del curso académico 1921-1922, Murcia: Establecimiento tipográfico de José Antonio Jiménez.
- : (1923). *Programa de Biología (Biología general - Botánica- Zoología)*. Murcia: Establecimiento tipográfico de José Antonio Jiménez.
- : (1925a). *Principios de Biología General y Genética*. Murcia: Establecimiento tipográfico de José Antonio Jiménez.
- : (1925b). *Programa de Biología*. Murcia: Establecimiento tipográfico de José Antonio Jiménez.
- : (1933). *Programas de Biología y Geología*. Murcia: Tipografía de José Antonio Jiménez.
- : (1935). *Principios de Biología General y Genética*. Murcia: Tipografía de José Antonio Jiménez.

- : (1936). *Programas de Biología y Geología*. Murcia: Imprenta Jiménez.
- KIMBERLEY, T. (1994). *Study Nature, Not Books: The Nature Study Curriculum 1891-1932*. Orleans: Annual Meeting of the American Educational Research Association.
- MALLOY, O. C. Y LANG, K. J. (2003). Carl Freiherr Von Tubeuf: Pioneer in Biological Control of Plant Diseases. *Annu. Rev. Phytopathol.* 41, 41–52.
- MARÍN, J. P. (2004). Los principios de la Universidad de Murcia. *Revista Eubacteria*, 13, 7-9.
- MARTÍ ALPERA, F. (1932). El jardín de la escuela. *Revista de Pedagogía*, 132, 555-560.
- : (2011). *Memorias*, edición y estudio introductorio de Pedro L. Moreno Martínez, Murcia : Editum.
- MARTÍNEZ RUIZ-FUNES, M. J. (2013). *La cultura material y la educación infantil en España. El método Froebel (1850-1939)*. Tesis doctoral. Murcia: Universidad de Murcia.
- MARTÍNEZ ALFARO, E. (2009). Un laboratorio pedagógico de la Junta para Ampliación de Estudios. Madrid: Biblioteca Nueva.
- MARTÍNEZ ALFARO, E. Y MASIP, C. (2012). La recuperación del patrimonio del Instituto-Escuela en el Instituto Isabel la Católica. En LÓPEZ-OCÓN, L., ARAGÓN, S. Y PEDRAZUELA, M. (Eds.), *Aulas con memoria. Ciencia, educación y patrimonio en los institutos históricos de Madrid (1837-1936)*. Madrid: CEIMES.
- MARQUETTE, W. (1931). *Use and care of your Microscope*. New York: Zeiss.
- MASIP, C. (2011). Luis Crespí Jaume, científico de la Junta para Ampliación de Estudios y catedrático de Agricultura del Instituto-Escuela. *Arbor*, 187, 501-511.
- MERCK Y BAÑÓN, A. (1948). *Gregorio Bacas y el Jardín Botánico de Cartagena*. Valencia: Tipografía Viuda. M. Camarasa.
- MOLERO, A. Y POZO, A. (1989). *Un precedente histórico en la formación universitaria del profesorado español. La Escuela de Estudios Superiores del Magisterio (1909-1936)*. Madrid: Departamento de Educación Universidad de Alcalá de Henares.

- MONROE, P. (1915). *Cyclopedia of Education*. New York: The MacMillan Company.
- MORALES, E. (1996). *El viejo árbol. Vida de Ricardo Codorniu y Starico*. Murcia: Asociación Carolina Codorníu.
- MORENO GONZÁLEZ, A. (1988). El Instituto-Escuela. *Cuadernos de Pedagogía*, 149, 92-97.
- : (2007). Ensayos docentes de la Junta de Pensiones. En PUIG-SAMPER, M. A. (Ed.), *Tiempos de investigación JAE-CSIC, cien años de ciencia en España*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- MORENO MARTÍNEZ, P. L. (1998). *Una década de extensión universitaria en Murcia (1919-1929)*. En *La Universidad en el siglo XX (España e Iberoamérica)*. Murcia: Sociedad Española de Historia de la Educación.
- : (1999). La protección de la infancia en Cartagena (1908-1936): Instituciones e iniciativas. *Historia de la Educación*, 18, 127-147.
- : (2005). Renovación Pedagógica y compromiso social en la edad de plata de la Pedagogía española: Félix Martí Alpera (1898-1920). *Revista española de pedagogía*, 63, 231, 203-222.
- : (2007). La modernización de la cultura material de la escuela pública en España, 1882-1936. En ESCOLANO, A. (Ed.), *La cultura material de la escuela*. Berlanga de Duero: CEINCE.
- MUSEROS, T. (1880). *Lecciones de Agricultura elemental*. Madrid: Agustín Jubera.
- NAVARRO DE LUZURIAGA, M. L. (1926). Libros. *Revista de Pedagogía*, 57, 428.
- OLIVÁN, A. (1850). *Manual de Agricultura*. Madrid: Imprenta de la viuda de Burgos.
- ONTAÑÓN, E. (1988a). El Instituto-Escuela, experiencia educativa de la Junta para ampliación de estudios. En Sánchez Ron, J. M. (Coord.), *1907-1987. La Junta para ampliación de estudios e investigaciones científicas 80 años después*, v. II. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- : (1988b). El Instituto-Escuela nació hace setenta años. *Boletín de la Institución Libre de Enseñanza*, 6, 126-128.

- : (2010). El Instituto-Escuela, laboratorio pedagógico de la Junta para Ampliación de Estudios. En SÁNCHEZ RON, J. M. Y GARCÍA-VELASCO, J. (Eds.), *100 años de la JAE. La Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas en su centenario*, Vol. II. Madrid: Fundación Francisco Giner de los Ríos. Residencia de Estudiantes.
- OSSENBACH, G. (2010). Manuales escolares y patrimonio histórico-educativo. *Educatio Siglo XXI*, 28, (2), 115-132.
- PACCALET, Y. (2004). *L'École de la nature, les planches Deyrolle*. Paris: Éditions Hoëbeke.
- PALACIOS BAÑUELOS, L. (1988). *Instituto-Escuela. Historia de una renovación educativa*. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia.
- PANESE, F. (2006). *The Accursed Part of Scientific Iconography*. En PAUWELS, L. (Ed.), *Visual Cultures of Science: Rethinking Representational Practices in Knowledge Building and Science Communication*. Hanover, New Hampshire: University Press of New England.
- PASTORIAUX, L. Y LE BRUN, E. (1933). *Les Sciences par l'Observation et l'Expérience*. Paris: Librairie Delagrave.
- PAUWELS, L. (2006). *A Theoretical Framework for Assessing Visual Representational Practices in Knowledge Building and Science Communications*. En PAUWELS, L. (Ed.), *Visual Cultures of Science. Rethinking Representational Practices in Knowledge Building and Science Communications*. Hanover, New Hampshire: University Press of New England.
- PERALES, B. (1910). *La ciencia infantil. Lectura educativa para las escuelas de primera enseñanza*. Valencia: Librería de primera enseñanza de Matías Real.
- PEZZI, M. (1995). Estudio preliminar. En BOISSIER, C. *Viaje botánico al sur de España durante el año 1837*. Granada: Fundación Caja Granada.
- PRENNER, G., BATEMAN, R. M. Y RUDALL, P. J. (2010). Floral formulae updated for routine inclusion in formal taxonomic descriptions. *Taxon*, 59, (1), 241–250.
- PUERTO, F. J. (1992). Ciencia y farmacia en la España decimonónica. *Revista Ayer*, 7,

153-191.

- PUIG-SAMPER, M. A. (Ed.) (2007). *Tiempos de investigación JAE-CSIC, cien años de ciencia en España*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- QUIÑONES, E., ROMERO, A., PEDRAJA, M. J. Y VERA, M. (1999). José Loustau (1889-1964): Aportaciones a la psicosociobiología y la etología. *Anales de psicología*, 6, (1), 71-78.
- RASMUSSEN, W. (1933). *El estudio de la naturaleza en la escuela*. (traducción de Margarita Comas). Barcelona: Editorial Labor.
- RIBERA, E. (1893). *Elementos de Historia Natural*. Valencia: Imprenta de Manuel Alufre. 4ª edición.
- RIOJA, E. (1922). Libros escolares. *Revista de Pedagogía*, 5, 194-195.
- : (1923). Cómo se enseñan las ciencias naturales. *Revista de Pedagogía*, 15, 102-107.
- : (1924). Indicaciones prácticas para la enseñanza elemental de los protozoos II. *Revista de Escuelas Normales*, 17-18, 221-224.
- : (1926). Prólogo en RODRÍGUEZ DE CHARENTÓN, A. *Las Ciencias en la escuela*. Madrid: Editorial Estudio.
- : (1927). Metodología de los estudios de la naturaleza. La labor dentro y fuera de la escuela. *Revista de Pedagogía*, 61, 7-12.
- : (1928). El coleccionismo y la enseñanza de las Ciencias Naturales. *Revista de Pedagogía*, 75, 104-108.
- : (1933a). *Cómo se enseñan las Ciencias Naturales*. Madrid: Publicaciones de la Revista de Pedagogía, serie metodológica.
- : (1933b). *El libro de la vida. Lecturas científico naturales*. Barcelona: Publicaciones de la Revista de Pedagogía, Seix Barral.
- RIVERA, D. Y OBÓN, C. (1995). *Las plantas las esencias y los perfumes, introducción al conocimiento de sus tradiciones, cultivo y aprovechamiento en Murcia*. Murcia: Concejalía de Sanidad y Medio Ambiente del Ayuntamiento de Murcia.
- : (2008). Los jardines botánicos alpinos o la pasión por las plantas por encima de los dos mil metros. *Revista Eubacteria*, 20, 7-14.

- RODRÍGUEZ GUERRERO, C. (2008). Buenas prácticas para la conservación del patrimonio histórico de las instituciones educativas. *Participación educativa*, 7, 39-48.
- RODRÍGUEZ, J. A. (1935). *El Jardín Escolar y el estudio de la planta*. Memoria para la Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas.
- RODRÍGUEZ CHARENTÓN, A. (1926). *Las ciencias en la escuela*. Madrid: Editorial Estudio.
- : (1932). *El microscopio en la escuela*. Madrid: Editorial Estudio de Juan Ortiz.
- ROMERO, G. (2005). Francisco Cánovas Cobeño (1820-1904): aportaciones a la enseñanza e investigación de la geología y paleontología en Murcia. *Alberca*, 3, 11-24.
- RUBIO, R. (1891a). La Botánica y su enseñanza. *Boletín de la Institución Libre de Enseñanza*, 346, 199-204.
- : (1891b). La Botánica y su enseñanza. *Boletín de la Institución Libre de Enseñanza*, 349, 244-246.
- : (1891c). La Botánica y su enseñanza. *Boletín de la Institución Libre de Enseñanza*, 355, 339-342.
- : (1891d). La Botánica y su enseñanza. *Boletín de la Institución Libre de Enseñanza*, 357, 369-373.
- : (1892a). *La Botánica y su enseñanza*. Madrid: Fortanet.
- : (1892b). Una excursión escolar de botánica. *Boletín de la Institución Libre de Enseñanza*, 360, 33-37.
- : (1892d). El material de botánica en el Museo Pedagógico *Boletín de la Institución Libre de Enseñanza*, 366, 120-133.
- RUIZ BERRIO, J. (1997). El método histórico en la investigación histórico-educativa. En De Gabriel, N, y Viñao, A. (Eds.), *La investigación histórico-educativa. Tendencias actuales*. Barcelona : Editorial Ronsel.
- : (2010). *El patrimonio histórico-educativo: su conservación y estudio*. Madrid: Biblioteca Nueva / Museo de Historia de la Educación Manuel B. Cossío.

- RUIZ BERRIO, J., MARTÍNEZ, A., COLMENAR, C. Y CARREÑO, M. (2002). La editorial Calleja, un agente de modernización educativa en la restauración. Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- SÁNCHEZ DE LORENZO, J. M. (1989). *Guía del Jardín Botánico del Malecón*. Murcia: Ayuntamiento de Murcia.
- SÁNCHEZ, P., GUERRA, J., COY, E., HERNÁNDEZ, A., FERNÁNDEZ, S. Y CARRILLO, A. F. (1996). *Flora de Murcia. Claves de identificación de plantas vasculares*. Murcia: Diego Marín.
- SÁNCHEZ, P., GUERRA, J., HERNÁNDEZ, A., FERNÁNDEZ, S., COY, E., CARRILLO, A., TAMAYO, M. J., GÜEMES, J. Y RIERA, J. (1997). *Flora selecta de Murcia. Plantas endémicas, raras o amenazadas*. Murcia: Departamento de Biología Vegetal Botánica de la Universidad de Murcia.
- SÁNCHEZ RON, J. M. (Coord.) (1988). *La Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas 80 años después 1907-1987*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- SÁNCHEZ RON, J. M. LA FUENTE, A. (2007). *El laboratorio de España La Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas 1907-1939*.
- SÁNCHEZ RON, J. M. Y GARCÍA-VELASCO (Eds.), (2010). *100 años de la JAE. La Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas en su centenario*. Madrid: Fundación Francisco Giner de los Ríos. Residencia de Estudiantes.
- SANCHO, J. (1922). *El oidio y el mildiu*. Madrid: Calpe.
- SCHNALKE, T. (2004). Castin Skin: Meaning for Doctors, Artists, and Patients. En CHADAREVIAN, S. & HOPWOOD, N. (Eds.), *Models the third Dimension of Science*. Standford: Standford University Press.
- SEGURA, M. I. Y ARGÜELLES, J. C. (2010). La Universidad de Murcia desde su fundación (1915) hasta la Segunda República y la guerra civil (1936). *Mvrgetana*, 123: 185-202.
- SEGURA, P. (1987). La época de fundación (1837-1857). En JIMÉNEZ MADRID, R. (Ed.), *El Instituto Alfonso X el Sabio: 150 años de historia*. Murcia: Editora Regional Murciana.

- SENDRA, C. (2003). *La botánica valenciana finales del periodo ilustrado (1787-1813)*. Tesis doctoral. Valencia: Universitat de València.
- SENSAT, R. (1921). *La naturaleza en las ciudades y en la escuela. Jardines y campos de juego para los niños. Escuelas del Bosque*. En Libro del Congreso Nacional de Educación convocado para 1920. Palma de Mallorca: Establecimiento tipográfico de Francisco Soler Prats.
- : (1929). La escuela al aire libre. *Revista de Pedagogía*, 85, 15-22.
- : (1934). *Hacia la escuela nueva*. Madrid: Publicaciones de la Revista de Pedagogía.
- SHAW, E. E. (1911). *The Library of Work and Play: Gardening and Farming*. New York: Doubleday, Page & Company.
- SIMÓN, J. (2004). *Los instrumentos científicos del Instituto “Luis Vives” de enseñanza secundaria: primeros resultados de un catálogo material de la ciencia*. VIII Congreso de la Sociedad Española de Historia de la Ciencia y de la Técnica, Logroño, 16- 20 de septiembre.
- SISTO, R. (1999). *O patrimonio histórico-científico do Instituto Xelmírez*. La Coruña: Diputación Provincial da Coruña.
- SOLANA, E. (1922). *La fiesta del árbol*. Madrid: El Magisterio Español. Tercera edición.
- STRASSBURGUER, E., NOLL, F., SCHENCK, E. Y SCHIMPER, A. F. (1923). *Tratado de botánica*. Barcelona: Manuel Marín.
- TUCKWELL, W. (1869). Science teaching in schools. *Nature*, 1.
- TYACK, D. Y CUBAN, L. (1995). *Tinkering toward Utopia. A Century of Public School Reform, Cambridge, Mss*. Cambridge: University Press.
- UTANDE, M. (1964). *Planes de estudio de enseñanza media (1787-1963)*. Madrid: MEC.
- VALDECASAS, A. G., CORREAS, A. M., GUERRERO, C. R. Y JUEZ, J. (2009). Understanding complex systems: lessons from Auzoux’s and von Hagens’s anatomical models. *Journal of Bioscience*, 34, (6), 835-843.
- VALENCIANO. L. (1979). *El Rector Loustau y la Universidad de Murcia*. Murcia: Academia Alfonso X el Sabio.
- VALLS, V. (1928). El material de enseñanza. *Revista de Pedagogía*, 100, 165-170.

- VALVERDE, N. Y PIMENTEL, J. (2004). Ciencia sobre la Tierra. Viajes, naturaleza e imperio en el siglo de las luces. En MUÑOZ, F. (Ed.), *La botánica ilustrada Antonio José Cavanilles (1745-1804), jardines botánicos y expediciones científicas*. Madrid: Caja Madrid.
- VÁZQUEZ, A. (1993). Arqueología científica en el Instituto Balear: Mecánica y fluidos. *Revista de Ciencia*, 12, 67-80.
- VERDÚ, R. (1956). *Informe del Director del Instituto de la situación del Jardín Botánico. 15 de noviembre de 1956*. Murcia: Instituto Nacional de Segunda enseñanza de Murcia.
- : (1958). *Lo que el Instituto ha hecho por Murcia*. Murcia: Instituto Alfonso X El Sabio.
- : (1964). Los árboles de los jardines de Murcia. *Brisas Alfonsinas*, 29, 16-17.
- VIDAL, J. A. (2008). *El museo de física y su contexto histórico-docente. Instituto Alfonso X El Sabio*. Murcia: Fundación Séneca.
- VIDAL DE LABRA, A. y LÓPEZ, C. (1987). Cincuenta años de enseñanza de las ciencias (1860-1910). En JIMÉNEZ MADRID R. (Ed.), *El Instituto Alfonso X el Sabio: 150 años de historia*. Murcia: Editora Regional Murciana.
- VILAFRANCA, I. (2002). Joan Benejam Vives (1846-1922): un mestre menorquí a l'avantgarde pedagògica. *Revista catalana de pedagogia*, 1, 313-340.
- VIÑAO, A. (2002). *Sistemas educativos, culturas escolares y reformas: continuidades y cambios*, Madrid: Morata.
- : (2004). *Escuela para todos. Educación y modernidad en la España del siglo XX*. Madrid: Marcial Pons.
- : (2008). Escolarización, edificios y espacios escolares. *Participación educativa*, 7, 16-27.
- : (2009). Modelos de formación del profesorado de educación secundaria en España (siglos XIX-XXI). En GENOVESI G. (Ed.), *La formazione docente tra attualità e storia*. Parma: Pubblicazioni monografiche della rivista Ricerche Pedagogiche.

- : (2010). Pedagogía y experiencias educativas en la JAE: revisión bibliográfica y nuevos enfoques. En SÁNCHEZ RON, J. M. Y GARCÍA-VELASCO, J. (Eds.), *100 años de la JAE. La Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas en su centenario*, Vol. II. Madrid: Fundación Francisco Giner de los Ríos. Residencia de Estudiantes.
- : (2012). El MUVHE y el CEME como pre-texto: reflexiones sobre la protección, conservación, estudio y difusión del patrimonio histórico-educativo. En MORENO P. L. Y SEBASTIÁN A. (Eds.), *Patrimonio y Etnografía de la escuela en España y Portugal durante el siglo XX*. Murcia: Sociedad Española para el Estudio del Patrimonio Histórico y Educativo.
- VVAA (2008). Historia de un olvido: patrimonio en los centros escolares. *Participación educativa*, 7.
- WELTON, J. (1909). *Principles and Methods of Teaching*. London: W. B. Cliye.
- WILLKOMM, M. Y LANGE, J. (1861). *Prodromus Florae Hispanicae*. Stuttgart: E. Schweizerbauch.
- WUITNER, E. (1921). *Les algues marines des côtes de France*. Paris: Paul Lechevalier Éditeur.
- ZAMORO, Á. (2010). *Patrimonio histórico remanente (científico-técnico-didáctico) del Instituto de Badajoz (1845-1962)*. Badajoz: Diputación de Badajoz.

Anexo I
GALERÍA DE FIGURAS

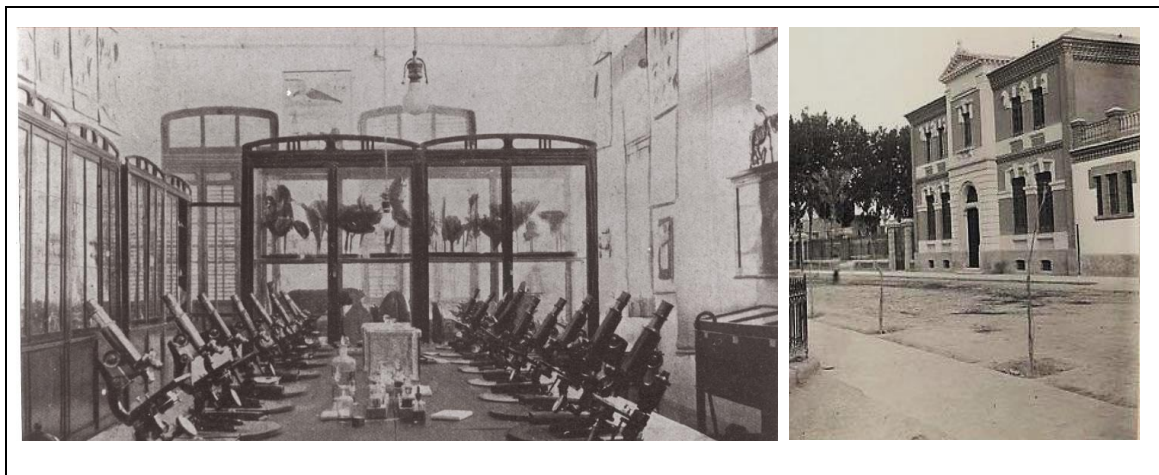


Figura 1. El primitivo laboratorio de Biología. Fuente: imagen procedente de la *Crónica de la Universidad de Murcia* (Fernández de Velasco, 1929). En la imagen de la derecha se ve el recinto universitario en el Carmen donde estaba el Laboratorio de Biología antes de su traslado a la Merced. Fuente: Archivo Regional de Murcia, código de referencia: IAX, 1352/64.

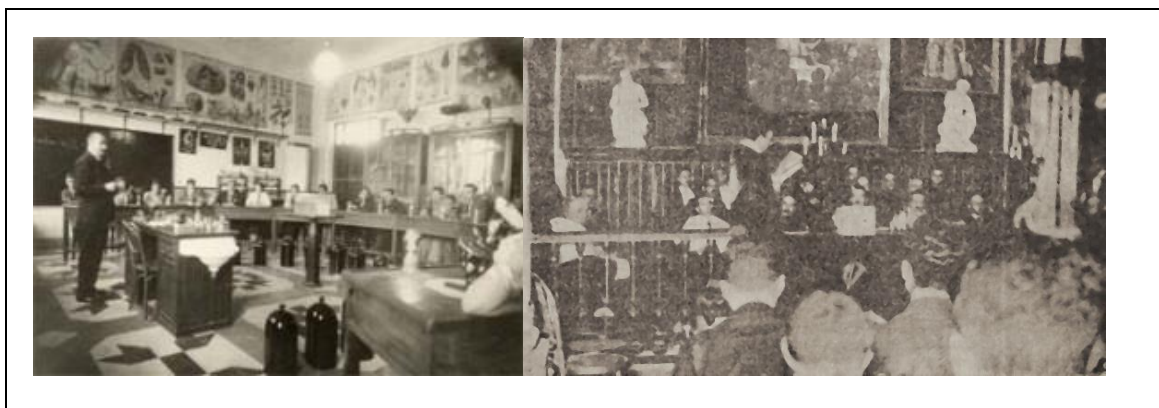


Figura 2. Loustau y la visita de la Universidad Popular de Cartagena. Fuente: imagen de la página de internet de la Universidad de Murcia, consultado el 07/03/2014. A la derecha el Rector de la Universidad de Murcia impartiendo la lección inaugural en el Instituto Provincial. Fuente: imagen de *La Región Gráfica* (31-10-1921: 15) en la hemeroteca del Archivo Municipal de Murcia.



Figura 3. El laboratorio de Biología y la profesora Consuelo Pérez. En la segunda imagen los estudiantes en una clase práctica con Francisco del Baño ayudante de clases prácticas en el laboratorio en el Campus de la Merced. Fuente: imágenes del catálogo del Museo Loustau (Del Baño, 1999).



Figura 4. Portadas de las crónicas de la Fiesta del árbol de 1907 y 1909. Fotografía de la Fiesta del Árbol en la Ciudad Lineal de Madrid en 1909. Fuente: *Crónica de la Fiesta del Árbol*, 1909.

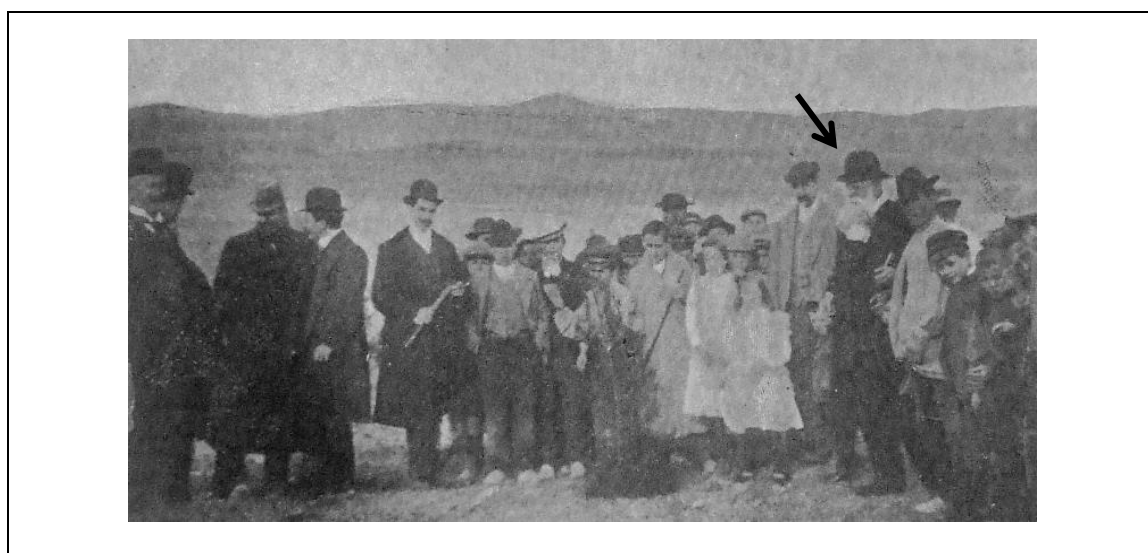


Figura 5. En la imagen el grupo de la plantación en Espinardo el año 1907, podemos ver al propio Ricardo Codorniu en la parte derecha con gran barba blanca y sombrero negro. Fuente: imagen escaneada de la *Crónica de la Fiesta del Árbol* de 1907.

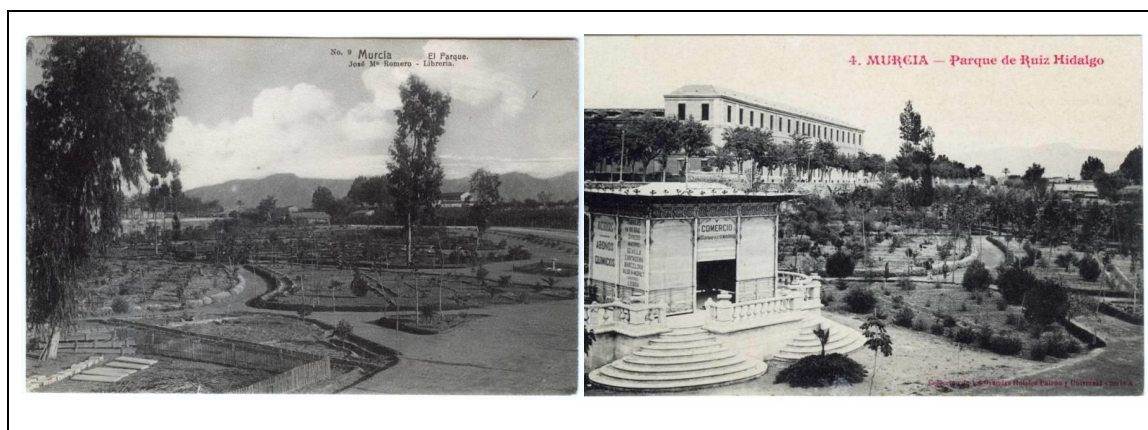


Figura 6. A la izquierda postal del Parque Ruiz Hidalgo y detalle de los Eucalyptus. Fuente: Archivo Regional de Murcia, código de referencia: FOT_POS, 03/041. En la postal de la derecha, un templete comercial dentro del parque y las colecciones de plantas en los parterres. Fuente: Archivo Regional de Murcia, código de referencia: FOT_POS, 03/036.

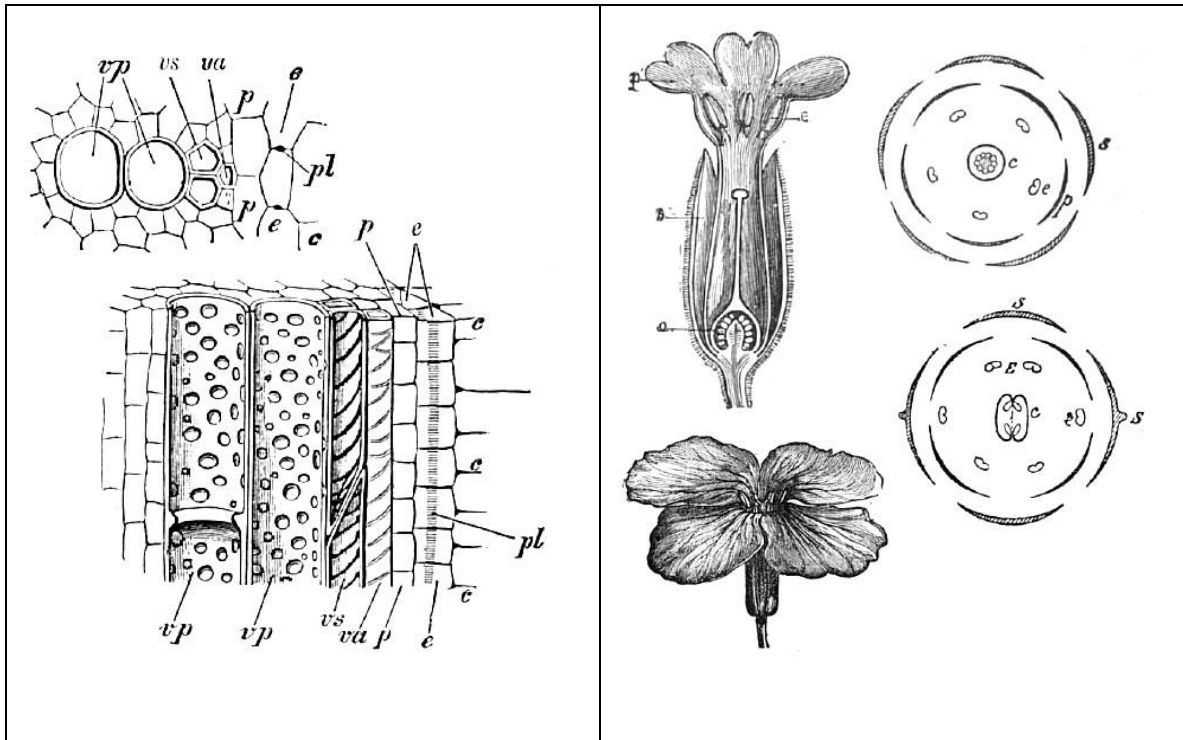


Figura 7. Corte transversal y longitudinal de una sección de madera. Fuente: Bonnier, 1891.

Figura 8. Flor de primula y alhelí con sus respectivos diagramas florales. Fuente: Bonnier, 1891.

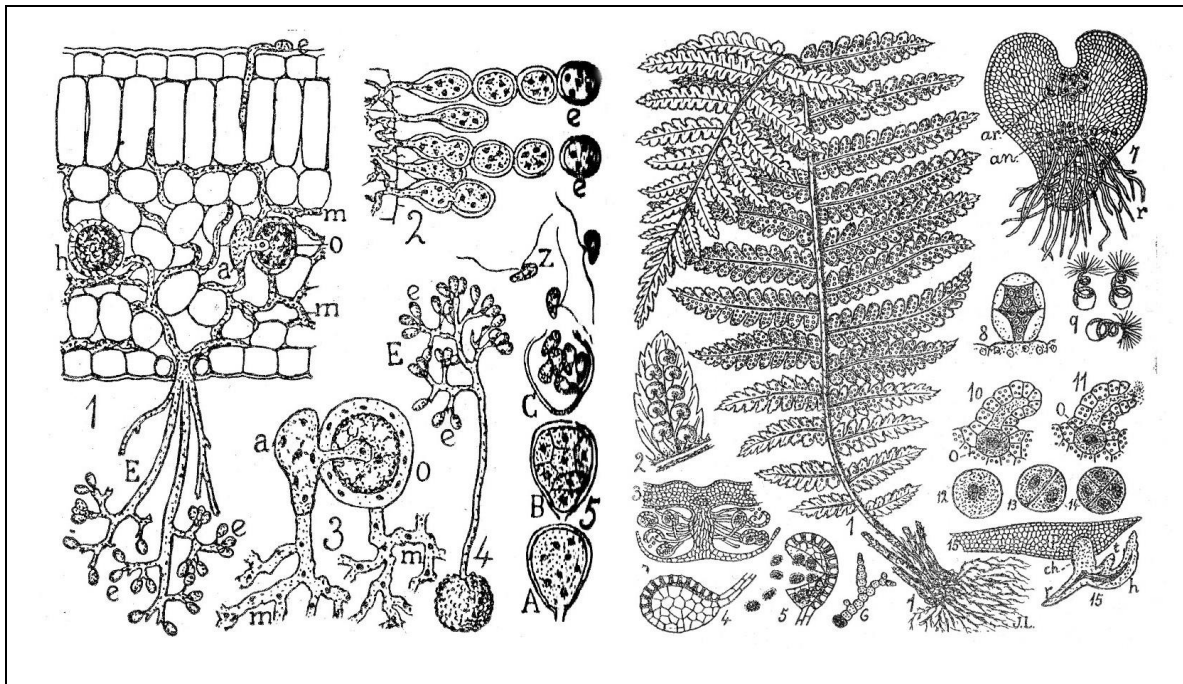


Figura 9. Dibujos realizados por José Loustau para su libro de *Biología General y Genética* (1925). A la izquierda el esquema del ciclo reproductivo de los hongos peronosporáceos: sección transversal de una hoja de vid invadida por el micelio de *Peronospora viticola* (1), esporangios o conidióforos de *Cistopus candidus* un parásito de las plantas crucíferas (2) y reproducción sexual y germinación del huevo de *Peronospora* (3-4). En la imagen de la derecha se observa el dibujo de Loustau del ciclo del desarrollo del *Aspidium filix-mas* o helecho macho, se observa las grandes frondes de un helecho adulto y en detalle en cada uno de los folíolos de las frondes se puede encontrar los soros o grupos de esporangios protegidos. Estos esquemas son muy similares a los modelos de la casa Les Fils d'Émile Deyrolle.

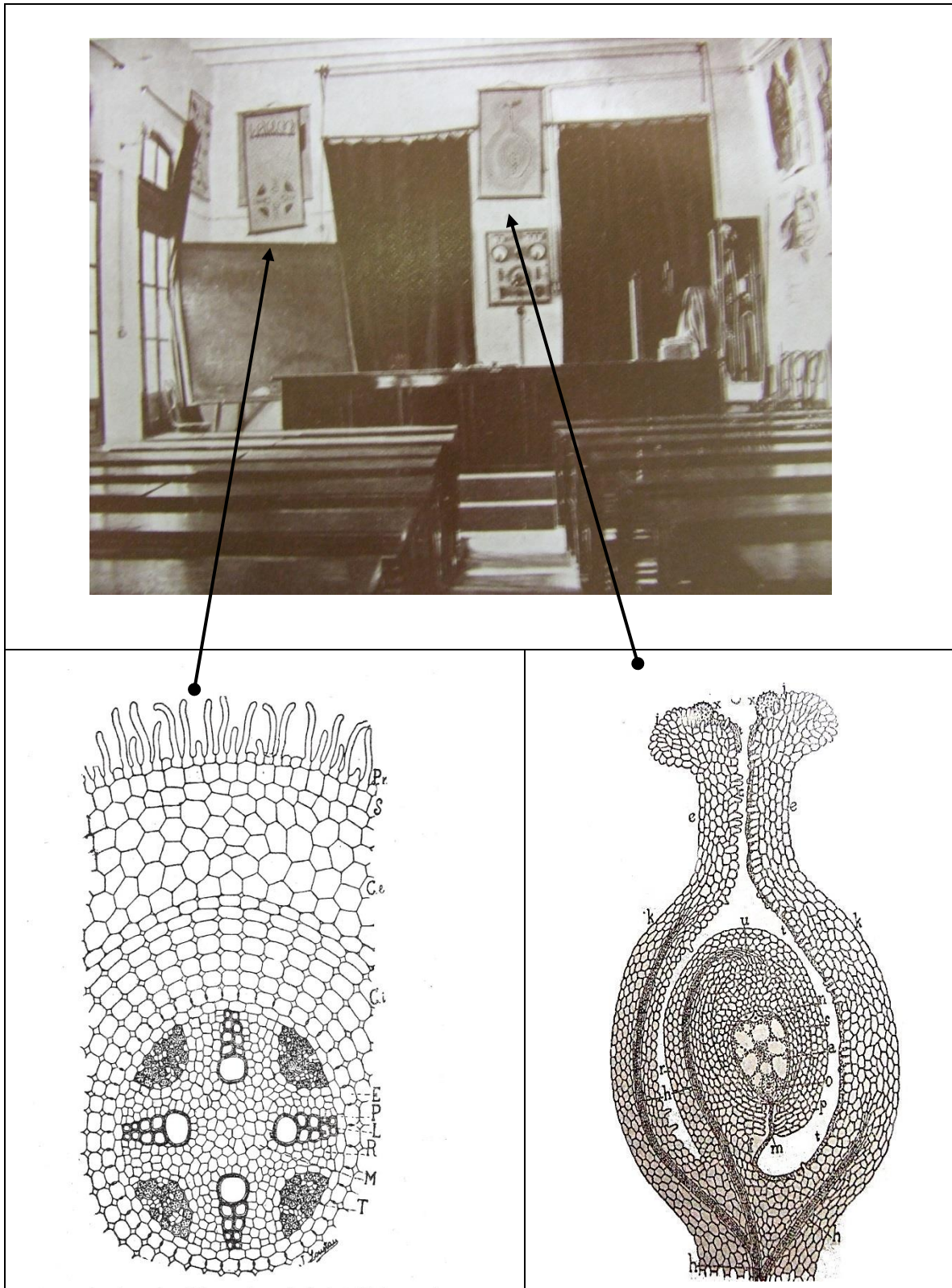


Figura 10. Las láminas de pared de Loustau y abajo los dibujos originales que aparecen también en las ilustraciones de sus libros: La primera imagen representa un corte transversal de una raíz al nivel de la capa pilífera y la segunda la fecundación en espermatófitas en el momento en que los granos de polen germinan en el estigma y se forma el tubo polínico. Fuente: la fotografía de la *Crónica de la Universidad de Murcia* (Fernández de Velasco, 1929) y los dibujos están extraídos del libro *Principios de Biología General y Genética* (Loustau, 1925a).



Figura 11. Algunas láminas de botánica de los *Cuadros de Historia Natural* de Bonnier editadas por la casa Les Fils d'Émile Deyrolle: morfología de las raíces (L-1), la morfología de distintos tallos de algunas plantas (L-2), morfología de la planta de la amapola (L-4) y se ilustra la morfología floral de algunas especies de la familia ranunculáceas, con su diagrama foliar (L-5). Fuente: fotografías de los materiales del Museo Loustau en el año 2004, elaboración propia.



L-6



L-9



L-11

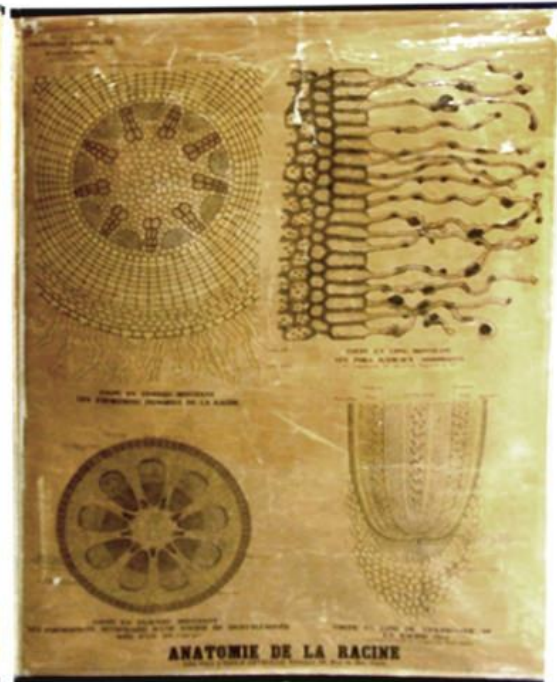


L-16

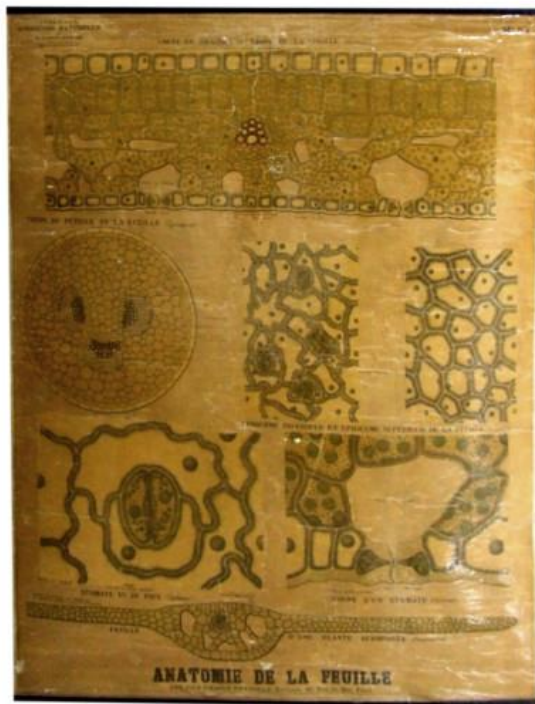
Figura 12. Algunas láminas de botánica de los *Cuadros de Historia Natural* de Bonnier editadas por Les Fils d'Emile Deyrolle: morfología de la de la planta de la fresa (**L-6**), la morfología de la de la planta de la patata (**L-9**), morfología de la linaria (**L-11**) y morfología de las hojas y de la reproducción del roble (**L-16**). Fuente: fotografías de los materiales del Museo Loustau en el año 2004, elaboración propia.



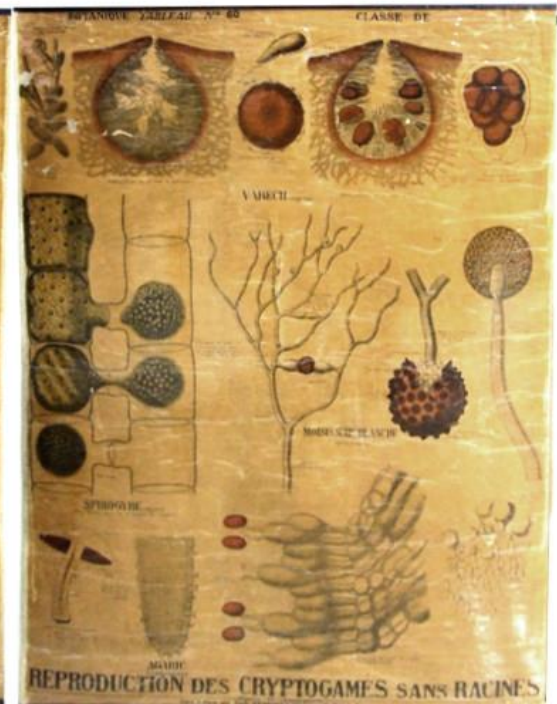
L-19



L-21



L-23



L-24

Figura 13. Algunas láminas de botánica de los *Cuadros de Historia Natural* de Bonnier editadas por Les Fils d'Émile Deyrolle: morfología general de las criptógamas (L-19), lámina de la anatomía de la raíz (L-21), anatomía de la hoja (L-23), aspectos de la reproducción de hongos y algas (L-24). Fuente: fotografías de los materiales del Museo Loustau en el año 2004, elaboración propia.



Figura 14. Lámina sobre la histología de hoja y flor de A. Vallardi con un detalle de la fecundación de una flor idealizada. Se observa la llegada de los granos de polen al estigma y la formación del tubo polínico hasta su llegada al óvulo (L-28), lámina de diversidad floral con un detalle de la flor del clavel (L-30) y lámina sobre la diversidad de frutos con detalle de los frutos de fresa con un corte longitudinal de uno de ellos (L-32). Fuente: fotografías de los materiales del CEME en el año 2010, elaboración propia.



Figura 15. Imagen de la colección de modelos de la Casa Cultura. Fuente: *Catálogo Cultura*, 1927.

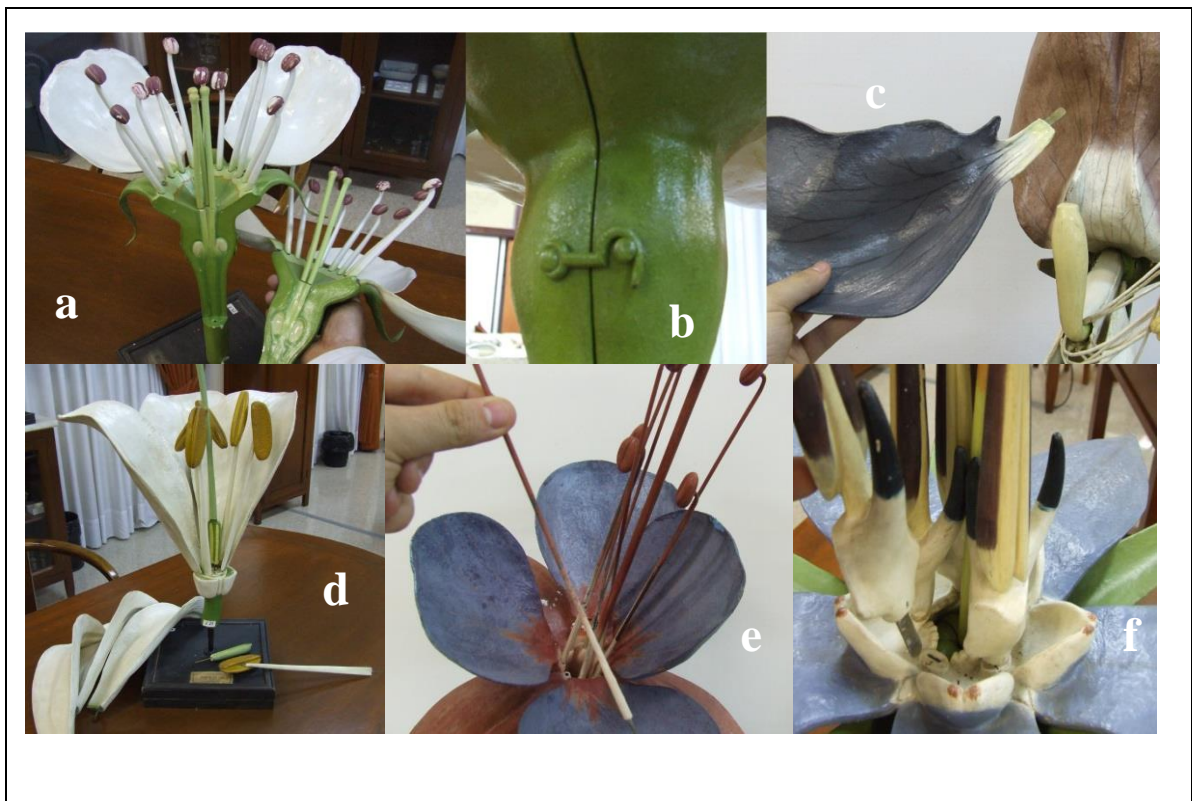


Figura 16. Apertura de un modelo de la flor del peral (a), con un pequeño gancho (b), separación de un pétalo de la flor del guisante (c), separación de los tépalos y estambres de la flor de lis (d), separación de un estambre de *Fuchsia* (e) y de la flor de *Borago* (f). Fuente: fotografías de materiales del Museo Loustau en el año 2004, elaboración propia.

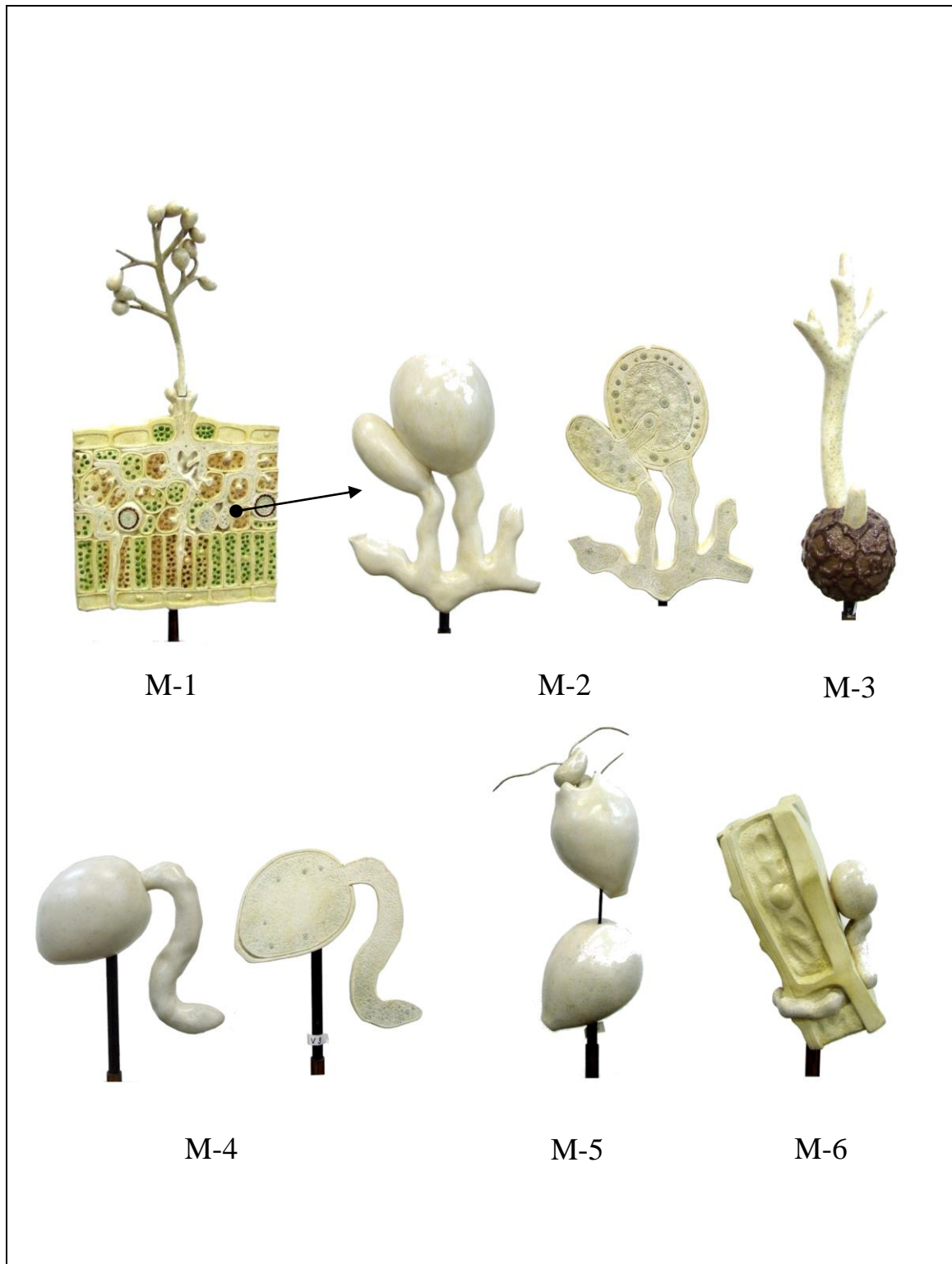


Figura 17. Modelos del desarrollo de un hongo oomiceto, el mildiu (*Peronospora viticola*): Corte de una hoja de viña infectada por mildiu (M-1), unión del anteridio y el oogonio para formar un huevo o cigoto (M-2), la germinación del huevo arbúsculo (M-3), conidio en germinación produciendo un talo (M-4), conidio produciendo zoosporas (M-5) y zoosporas germinando en la hoja de una viña (M-6). Fuente: fotografías de materiales del Museo Loustau realizadas en el año 2004, elaboración propia.

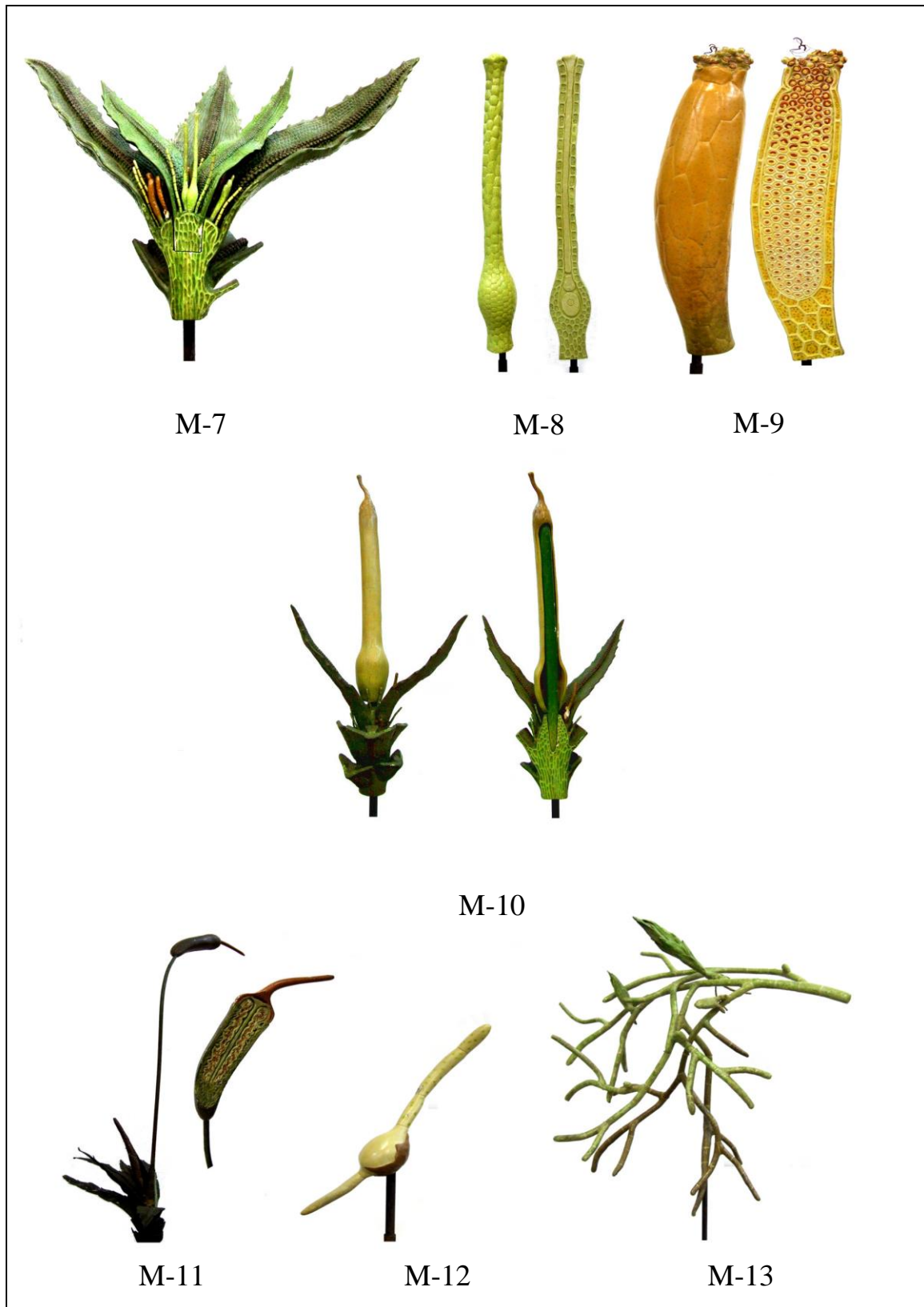


Figura 18. Ciclo reproductor del musgo: gametófito (M-7), arquegonio (M-8), anteridio (M-9), corte longitudinal de esporófito en desarrollo (M-10), muestra la fase de esporogonio maduro (M-11), espora germinando (M-12) y protonema (M-13). Fuente: fotografías de materiales del Museo Loustau realizadas en el año 2004, elaboración propia.

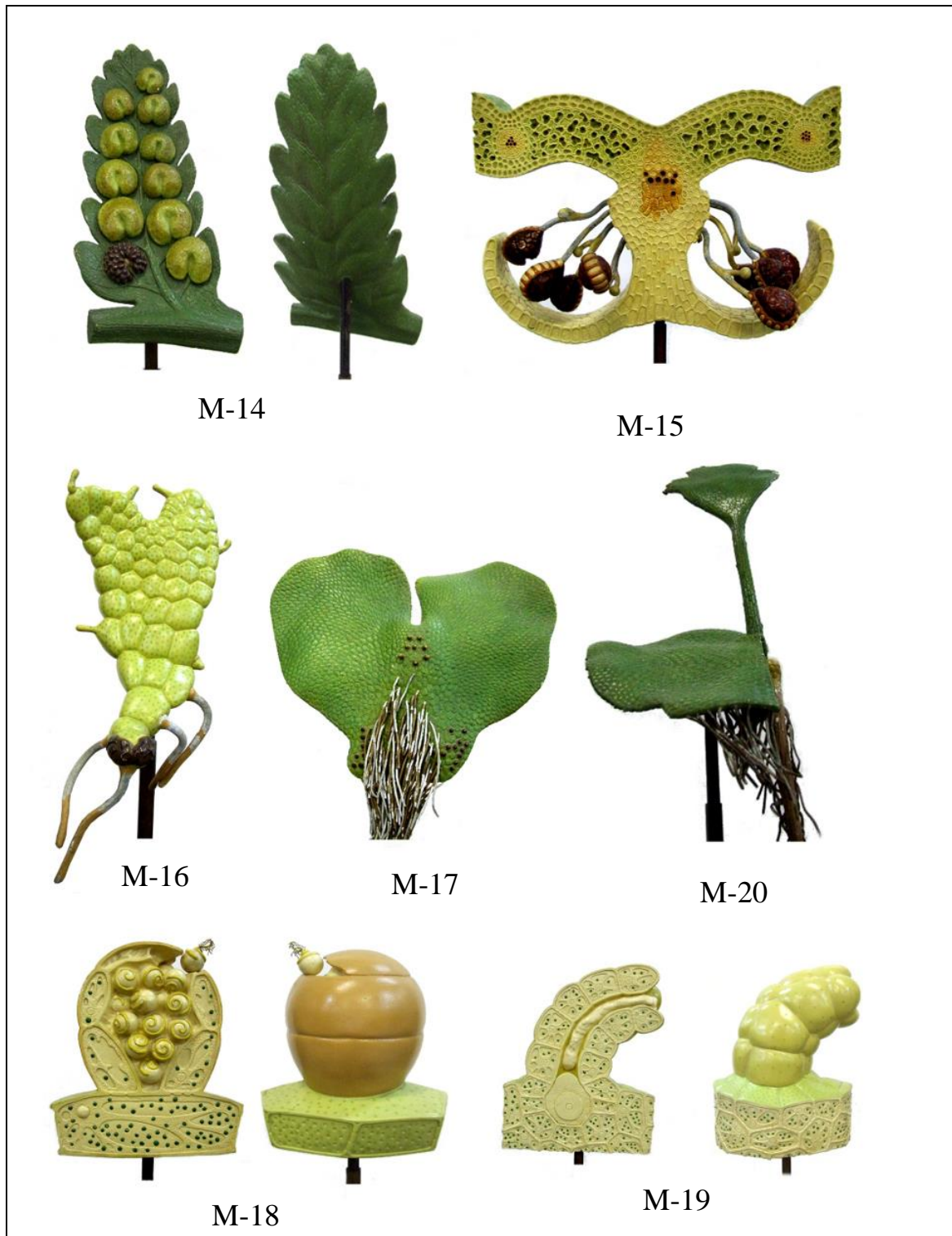


Figura 19. Modelos de la serie del helecho: pínula de una fronde del helecho con los soros productores de esporas (M-14), corte transversal de una pínula de una fronde del helecho mostrando los soros o grupo de esporangios (M-15), protalo juvenil (M-16), protalo maduro (M-17), anteridio (M-18), arquegonio (M-19) y protalo desarrollado resultado de la reproducción sexual produciendo una plántula (M-20). Fuente: fotografías de materiales del Museo Loustau realizadas en el año 2004, elaboración propia.

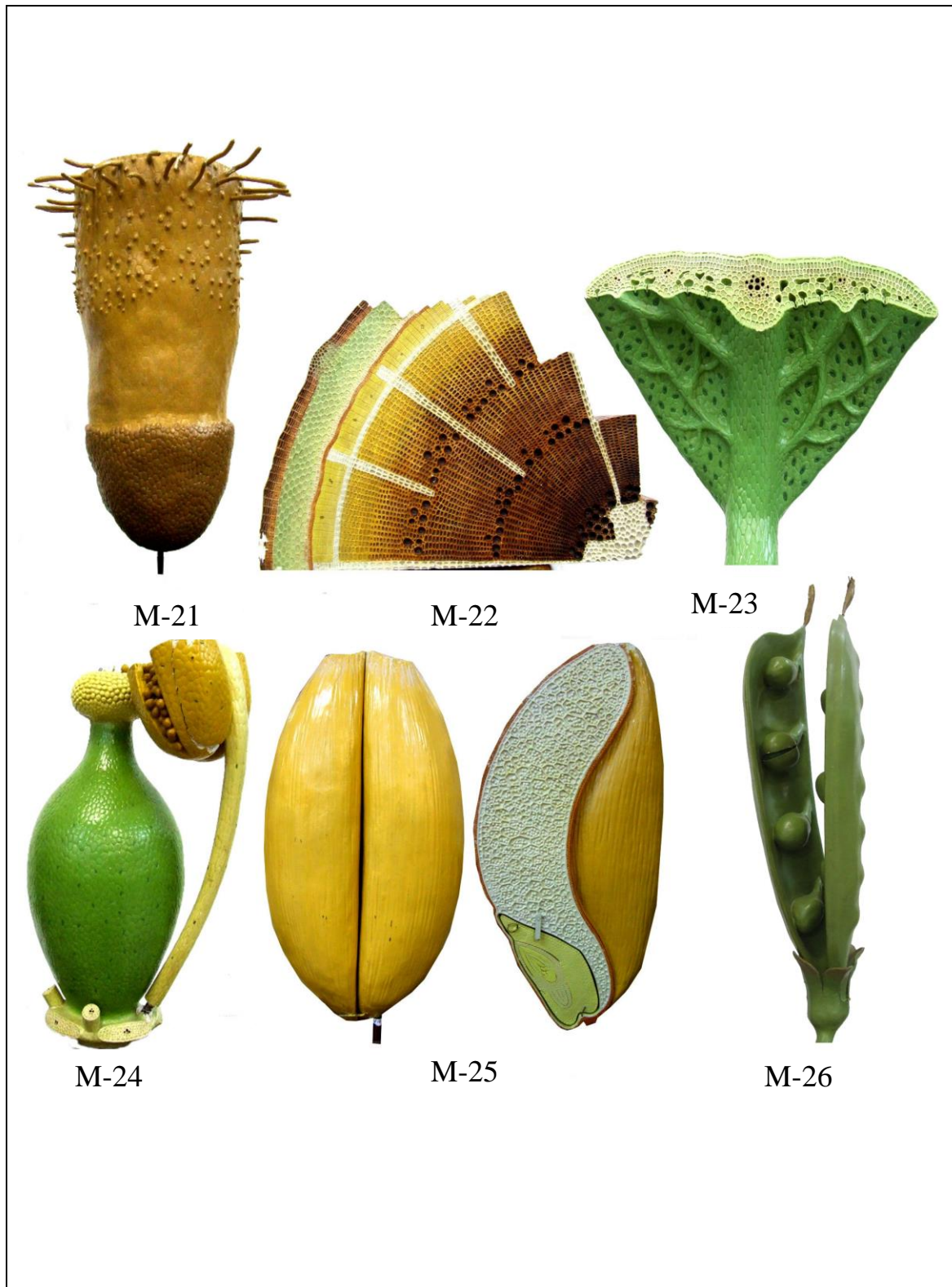


Figura 20. Modelos de representación de órganos vegetales: representación de una raíz, con un corte longitudinal mostrando la anatomía interna (M-21), corte transversal del tallo. (M-22), haz y envés de la hoja y anatomía interna (M-23), fecundación de la flor representando las distintas partes del androceo y el gineceo de la flor (M-24), corte longitudinal de una semilla de trigo (M-25) y fruto en legumbre del guisante (M-26). Fuente: fotografías de materiales del Museo Loustau realizadas en el año 2004, elaboración propia.

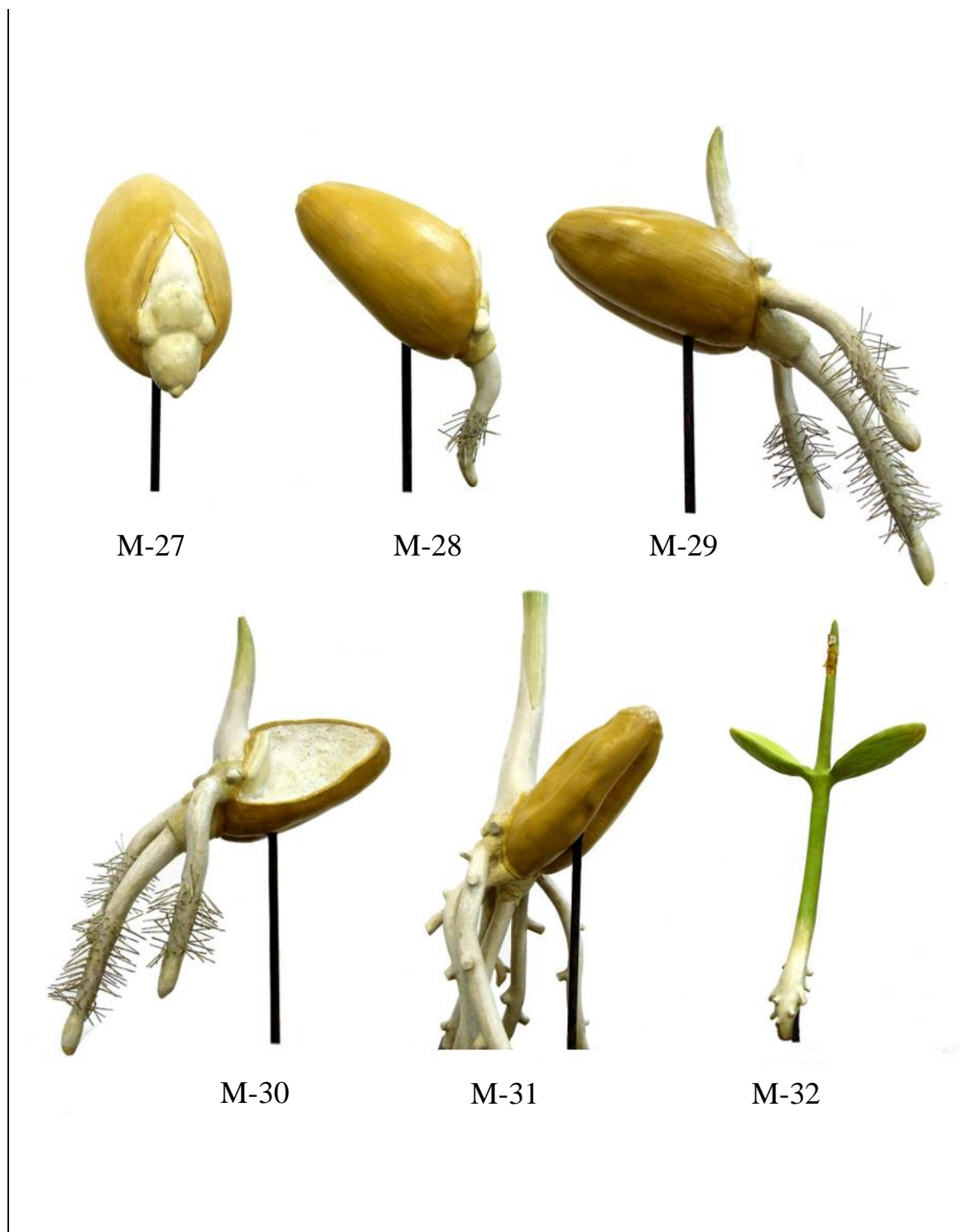


Figura 21. Modelos de la serie germinativa de semillas de monocotiledóneas (5 modelos). Fuente: fotografías de materiales del Museo Loustau realizadas en el año 2004, elaboración propia.

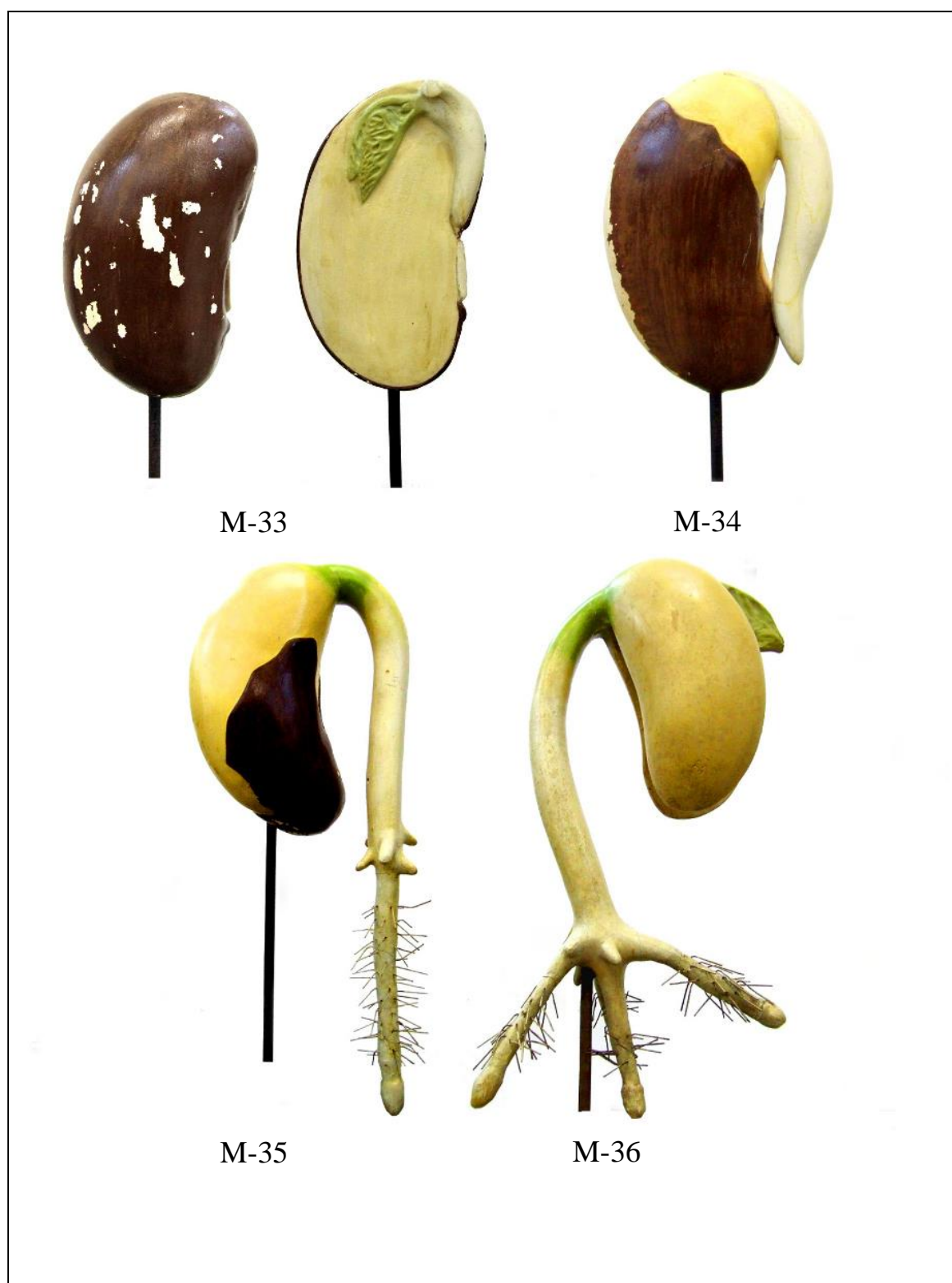


Figura 22. Modelos de la serie germinativa de semillas de dicotiledóneas (4 modelos). Fuente: fotografías de materiales del Museo Loustau realizadas en el año 2004, elaboración propia.

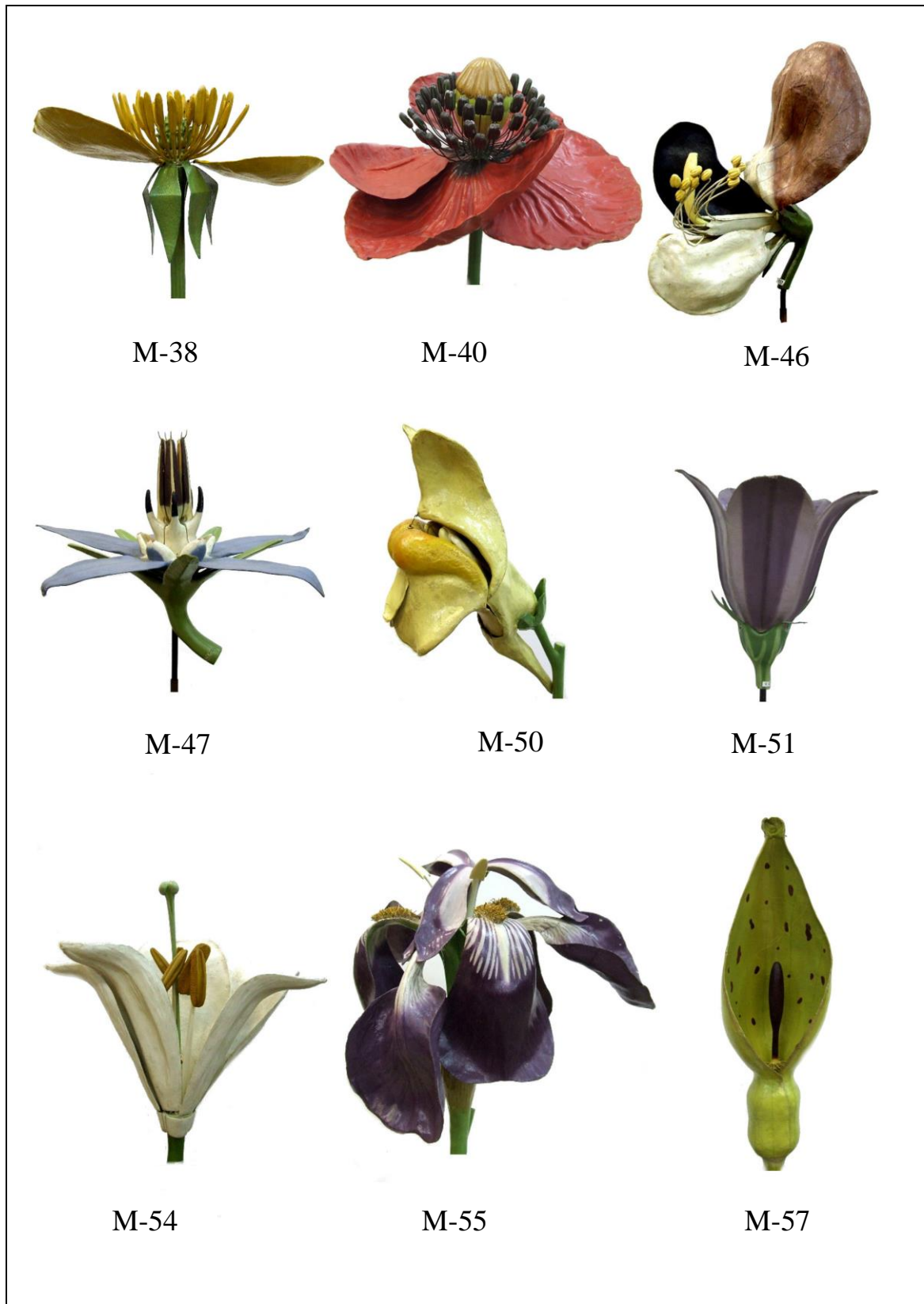


Figura 23. Algunos modelos florales de: *Ranunculus* (M-38), amapola (M-40), flor papilionácea de la familia leguminosas (M-46), *Borago* (M-47), *Linaria* (M-50), *Campanula* (M-51), flor de Lis o azucena (M-54), lirio (M-55) y *Arum maculatum* (M-57). Fuente: fotografías de materiales del Museo Loustau realizadas en el año 2004, elaboración propia.

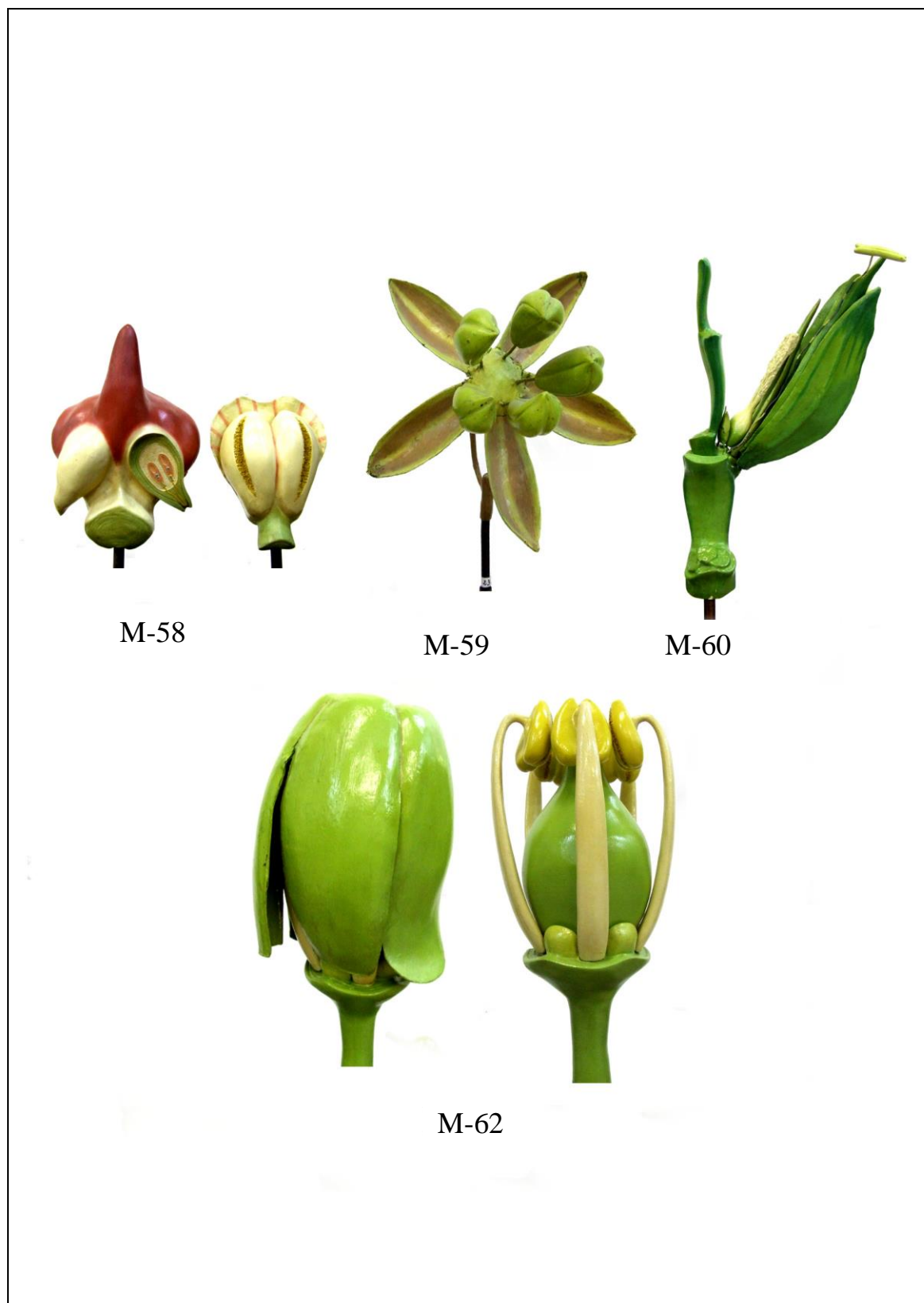


Figura 24. Modelos de flores anemófilas: flores femeninas y sacos polínicos del pino (M-58), flor masculina del cáñamo (M-59), flor del trigo (M-60) y flor de la vid (M-62). Fuente: fotografías de materiales del Museo Loustau realizadas en el año 2004, elaboración propia.

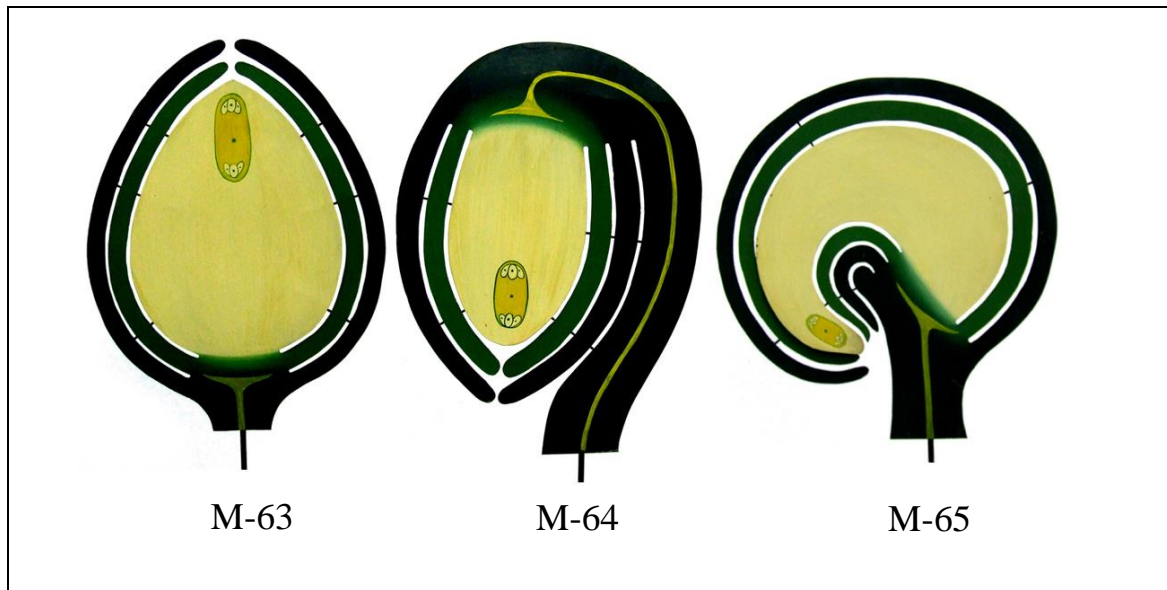


Figura 25. Modelos de óvulos: ortótropo (M-63), anátropo (M-64) y campilotropo (M-65). Fuente: fotografías de materiales del Museo Loustau realizadas en el año 2004, elaboración propia.

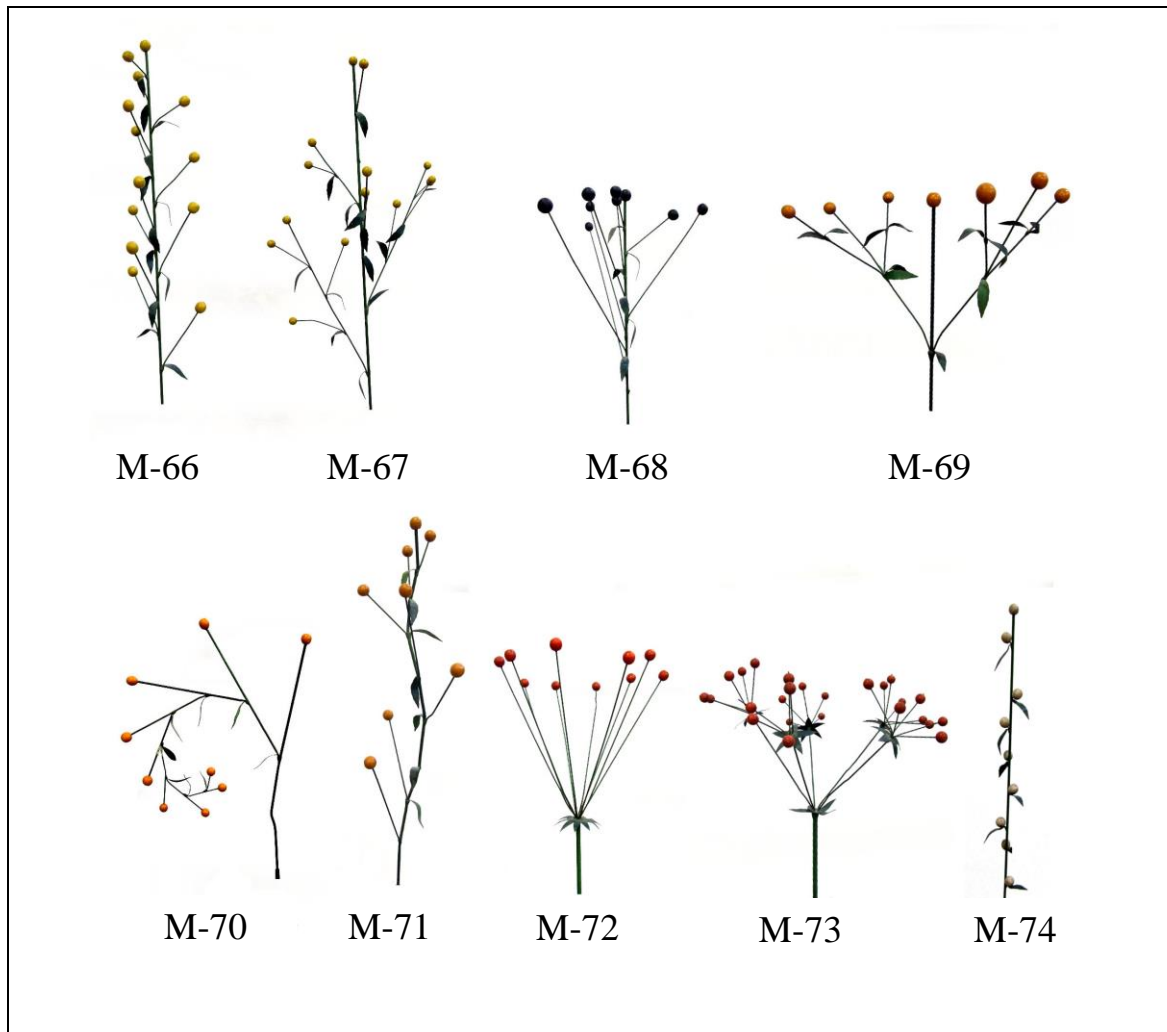


Figura 26. Inflorescencias: racimo (M-66), panícula (M-67), corimbo (M-68), cima bipolar (M-69), cima escorpioides (M-70), cima unípara (M-71), umbela (M-72), umbela compuesta (M-73) y espiga (M-74). Fuente: fotografías de materiales del Museo Loustau realizadas en el año 2004, elaboración propia.



Figura 27. Colección completa de modelos florales y anatómicos vegetales que se encuentran en las estanterías del Museo del Instituto Alfonso X el Sabio de Murcia. Fuente: fotografías de materiales del MUSAX realizadas en el año 2012, elaboración propia.



Figura 28. Colección completa de modelos florales y anatómicos vegetales que se encuentran en las dependencias del CEME conservados en vitrinas. Fuente: fotografías de materiales del CEME de elaboración propia, año 2010.

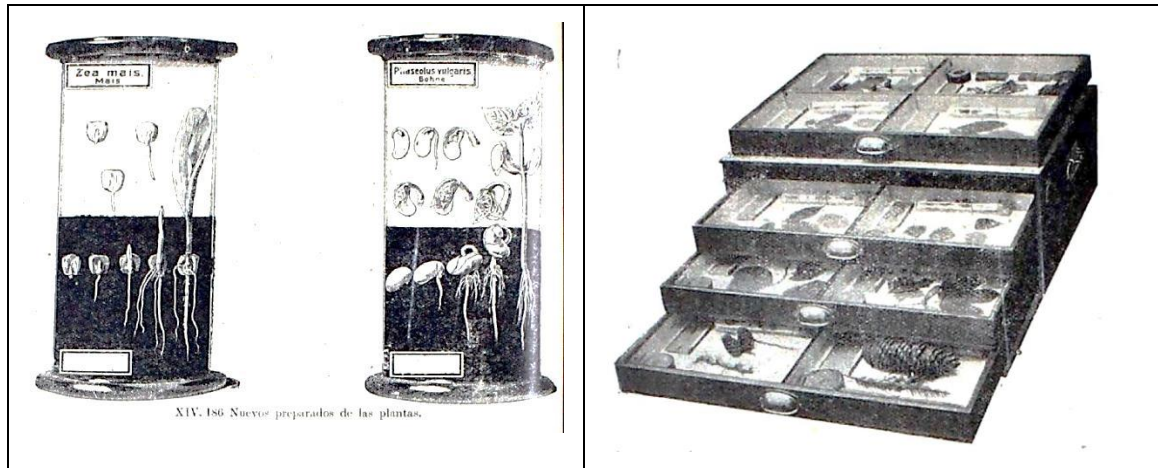


Figura 31. Preparados de germinación y desarrollo de la anatomía de plantas con maíz (*Zea mays*), trigo (*Triticum vulgare*), cebada (*Hordeum vulgare*), cáñamo (*Cannabis sativa*), guisantes (*Pisum sativum*), lenteja (*Lens sculenta*). Fuente: extraído del *Catálogo Koehler-Volckmar* de 1910.

Figura 32. Los distintos cajones de la colección del bosque de Rückert, con varios tipos cortes de madera, hojas y frutos. Fuente: extraído del *Catálogo Koehler-Volckmar* de 1910.

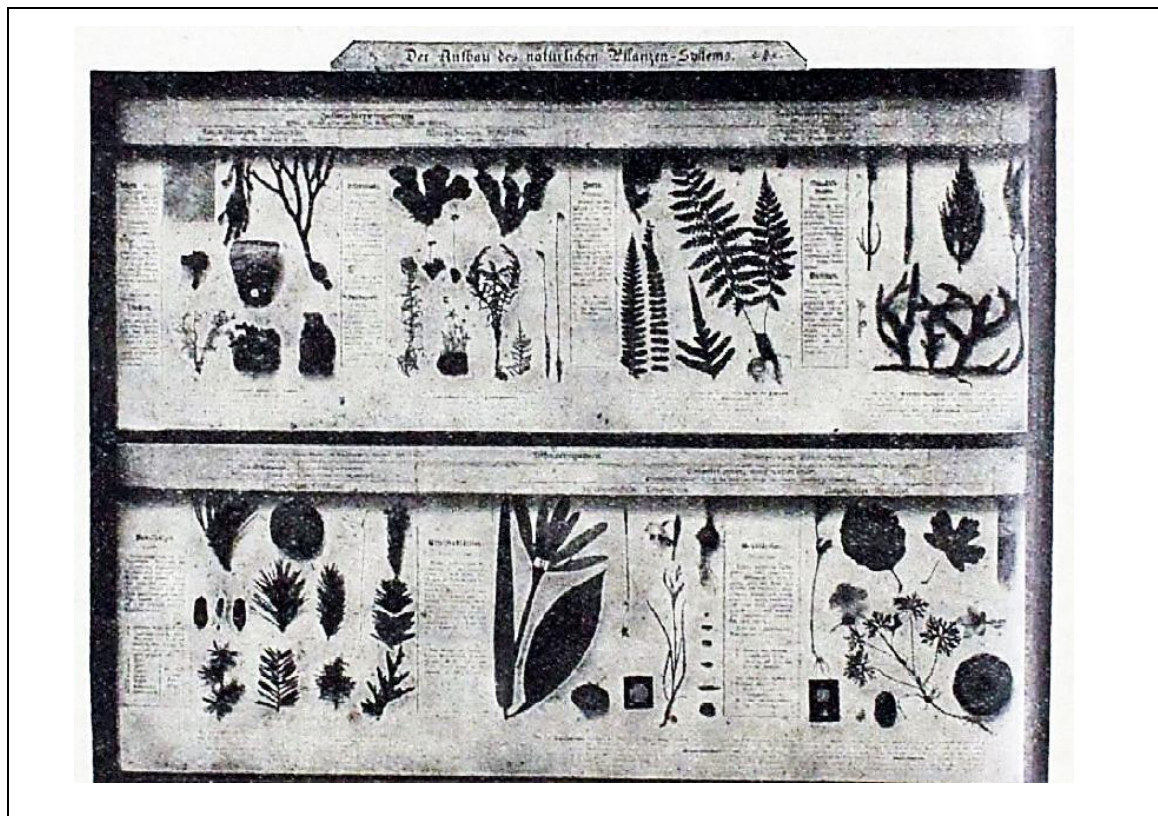


Figura 33. Sistema botánico de Rückert, representando una clasificación botánica. El sistema se presentaba en una caja acristalada de tamaño 51 cm x 48 cm a su vez las criptógamas las divide en: talofitas (algas, hongos y líquenes), muscíneas (hepáticas y musgos foliáceos), filíceas (helechos, colas de caballo y licopodios), las fanerógamas las divide en gimnospermas (coníferas) y angiospermas. Fuente: extraído del *Catálogo Koehler-Volckmar* de 1910.

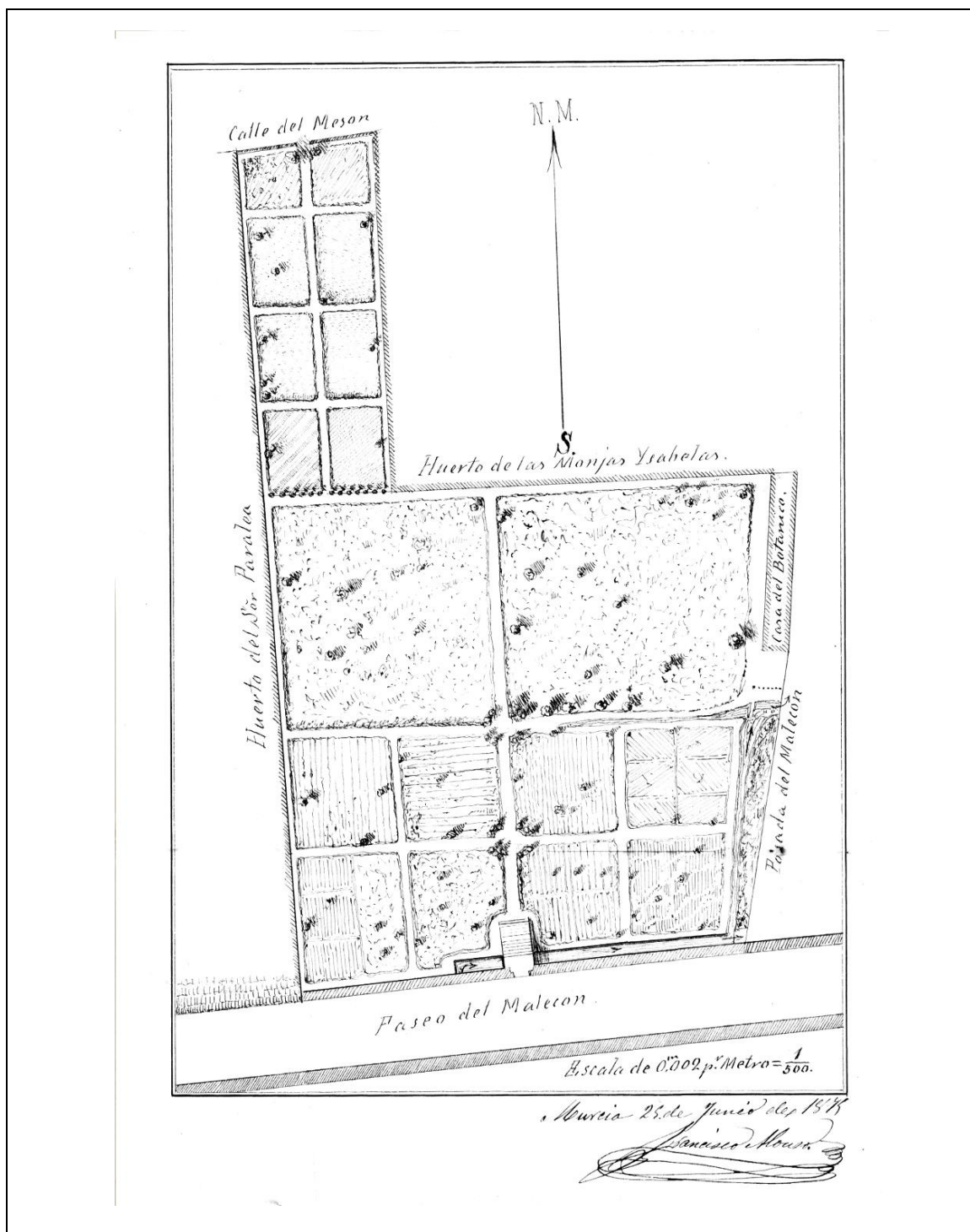


Figura 34. Plano del Jardín Botánico del Instituto, con la situación del arbolado marcado y los límites del jardín. Fuente: Expediente académico de perito agrimensor de Alonso Ruiz, Francisco, 1873 consultado en el Archivo Regional de Murcia, código de referencia: IAX, 1397/23.

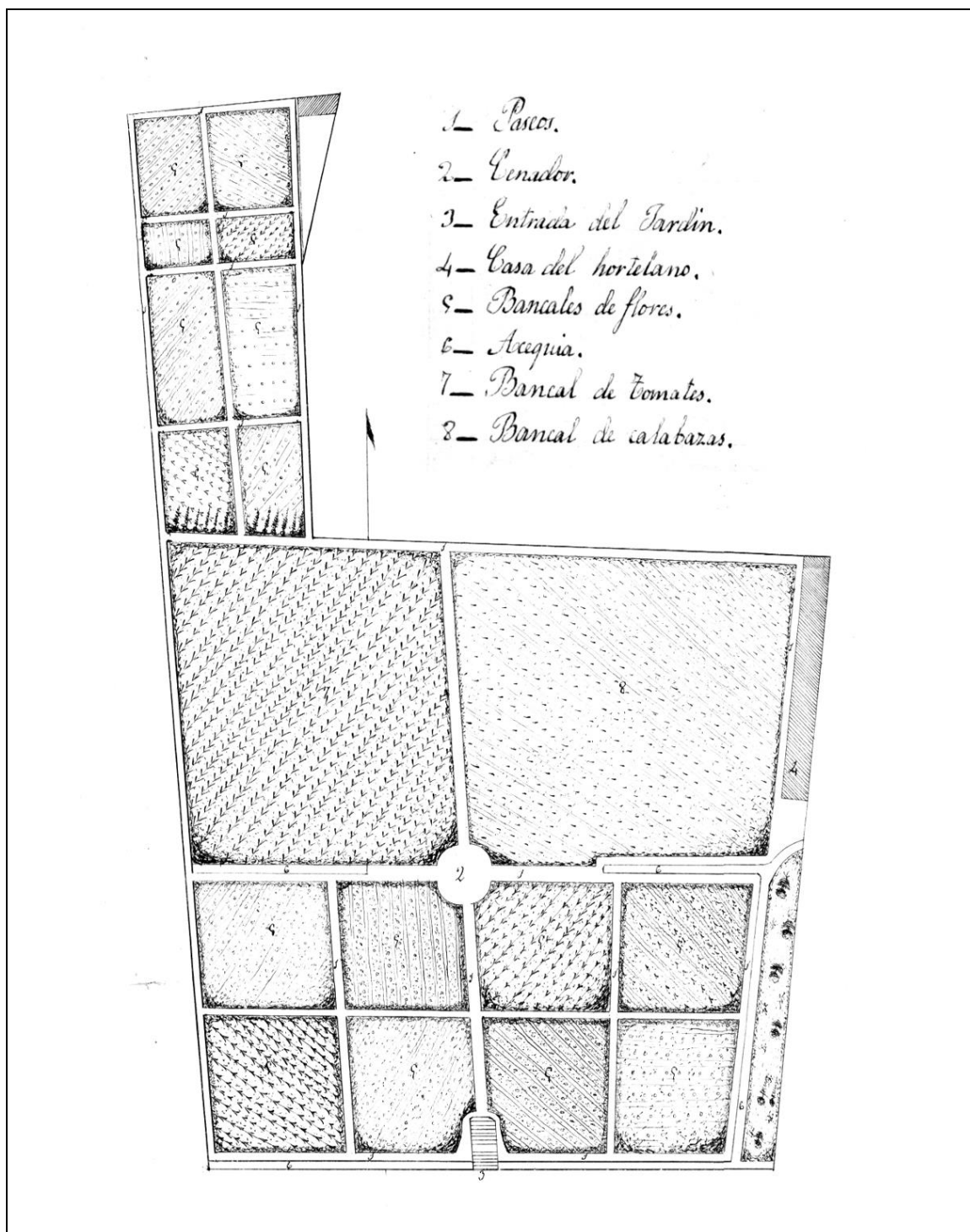


Figura 35. Plano topográfico del Jardín Botánico del Instituto en 1873 en el que se puede observar los usos agrícolas de cada uno de los bancales en los que se dividía la superficie. 16 parterres estaban destinados a cultivo de flores, otros dos a la agricultura del tomate y uno grande a la calabaza. Se identifican otras estructuras como la escalera, la casa del jardinero, la acequia y una plazoleta central. Fuente: Expediente académico de perito agrimensor de Antonio Marín Martínez, del 26 de junio de 1873. Consultado en el Archivo Regional de Murcia, código de referencia: IAX, 1397/17.



Figura 36. Imagen aérea del Jardín Botánico del Instituto en 1928, se aventuran dos construcciones en el centro que arrojan sombra, pudiendo ser los invernaderos. Fuente: Cartomur ortofoto de 1928 <http://cartomur.imida.es/visorcartoteca/> (Consultado el 30/05/2014).

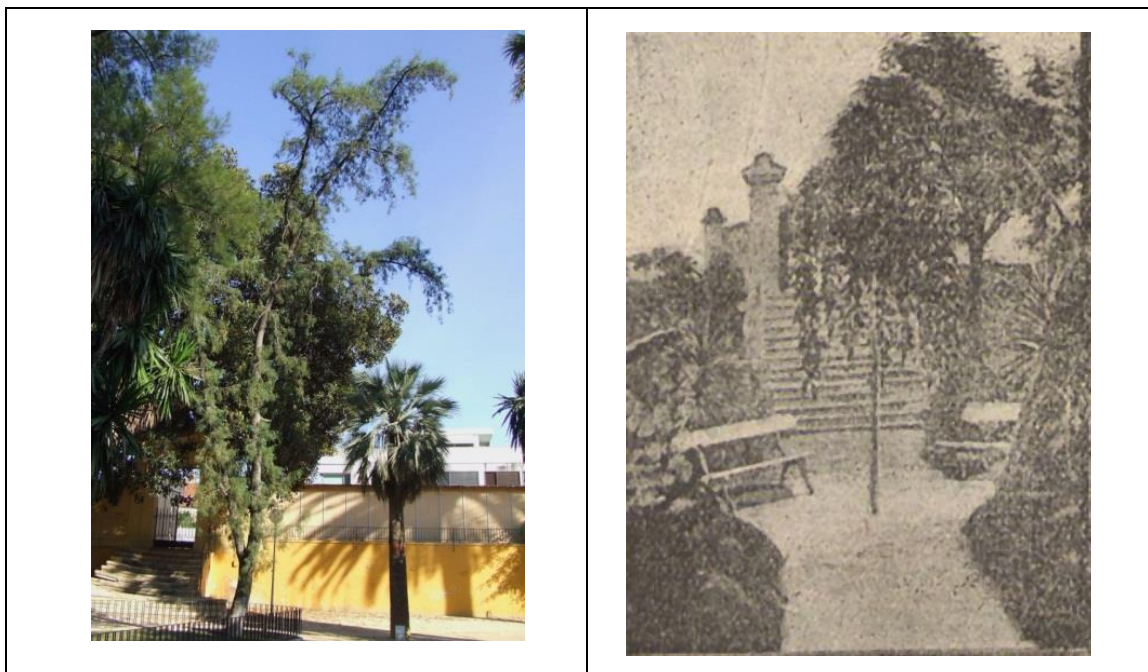


Figura 37. La sabina de Cartagena y la palmera azul del Jardín Botánico, ejemplares históricos. Fuente: fotografía del Jardín Botánico de elaboración propia, en 2014.

Figura 38. Imagen del interior del Jardín Botánico se ve un árbol de ramas péndulas, quizás una morera y varios bancos. Fuente: cuadro de Antonio Nicolás, en *la Región Gráfica*, 01-10-1921: 21.

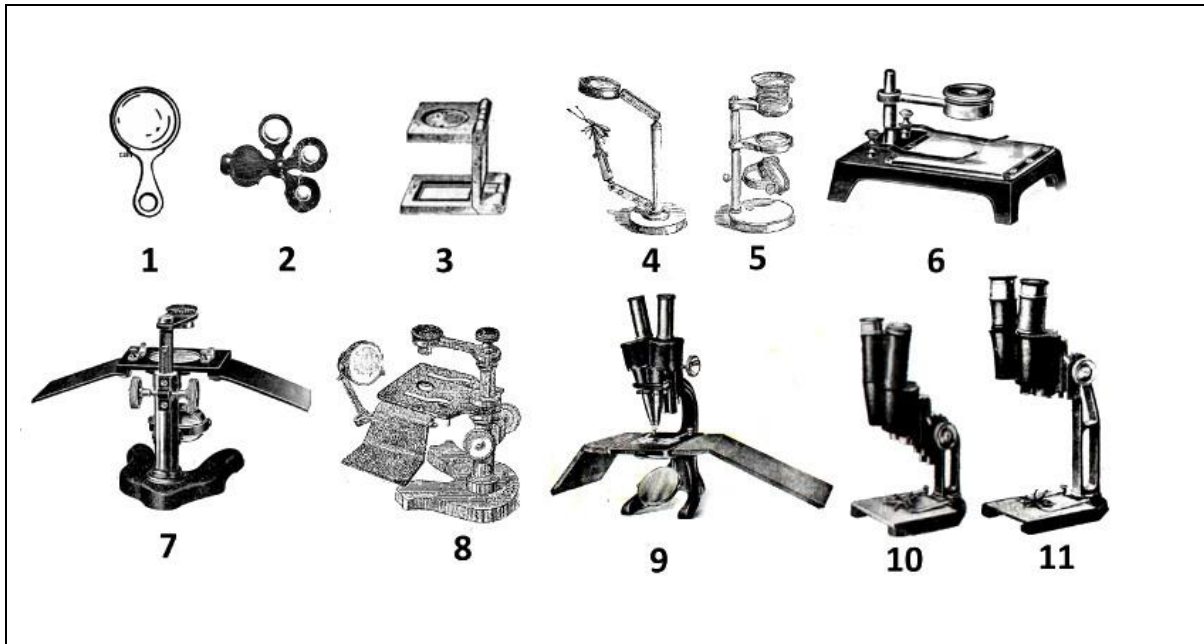


Figura 39. Imágenes de lupas para su uso en la botánica extraídas de los principales catálogos: **1, 2 y 3.** Lente biconvexa con montura, lentes montadas sobre cuerno y cuenta hilos (*Catálogo Dalmáu, 1935*). **4 y 5.** Lupa simple sobre pie de cobre con pinza y una lupa montada con la lente enroscada que enfoca por tornillo (*Catálogo Les Fils D'Émile Deyrolle, 1900*). **6 y 7.** Mesita para lupas, y microscopio sencillo para disección, compuesto por pie en forma de herradura, y dos apoya-manos, con movimiento de enfoque por piñón y cremallera. (*Catálogo Llofriú, 1929*). **8.** Lupa montada sobre pie de hierro, enfoque con cremallera (*Catálogo Les Fils D'Émile Deyrolle, 1900*). **9.** Microscopio binocular estereoscópico Zeiss de disección (*Catálogo Llofriú, 1929*). **10 y 11.** Lupas binoculares Leitz (*Catálogo Leitz, 1925*).

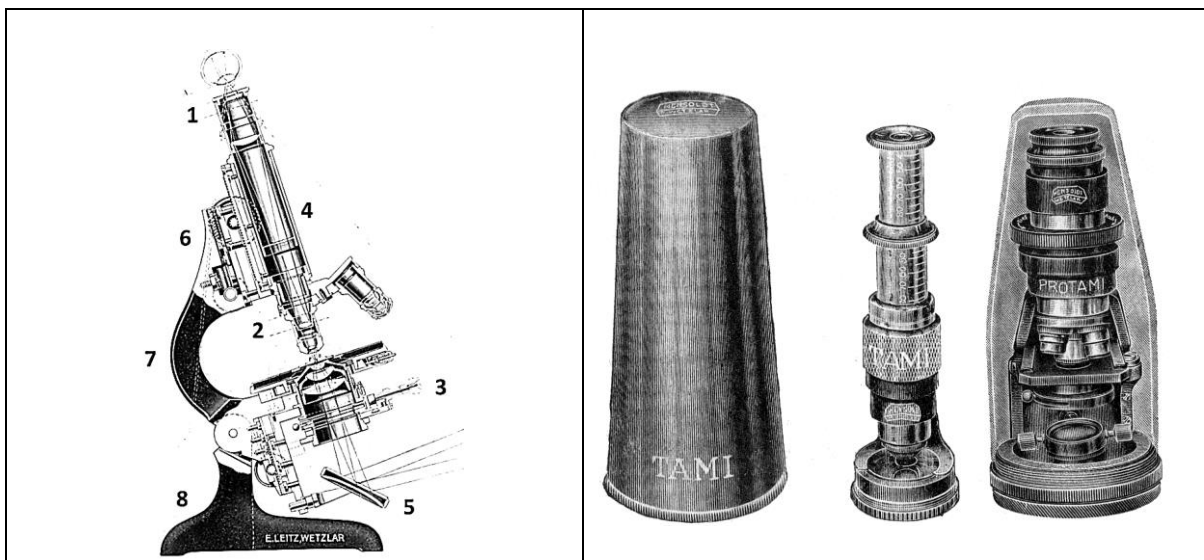


Figura 40. Esquema de un microscopio compuesto para prácticas: **1.** Ocular. **2.** Objetivos, se distinguen los sistemas a seco e inmersión. **3.** El condensador. **4.** Tubo de tiraje. **5.** Aparato de iluminación que se compone de un espejo cóncavo. **6.** Cremallera y tornillos para regular el enfoque. **7.** Cuello para agarrar el microscopio. **8.** Base o pie del microscopio Fuente: *Catálogo Leitz* de 1924.

Figura 41. Imágenes del microscopio de bolsillo TAMI y del PROTAMI. Fuente: imágenes de la página web de la Technische Universität Darmstadt y la Universität Marburg. <http://bildkulturen.online.uni-marburg.de/de/index> (Consultado el 9/11/2013)

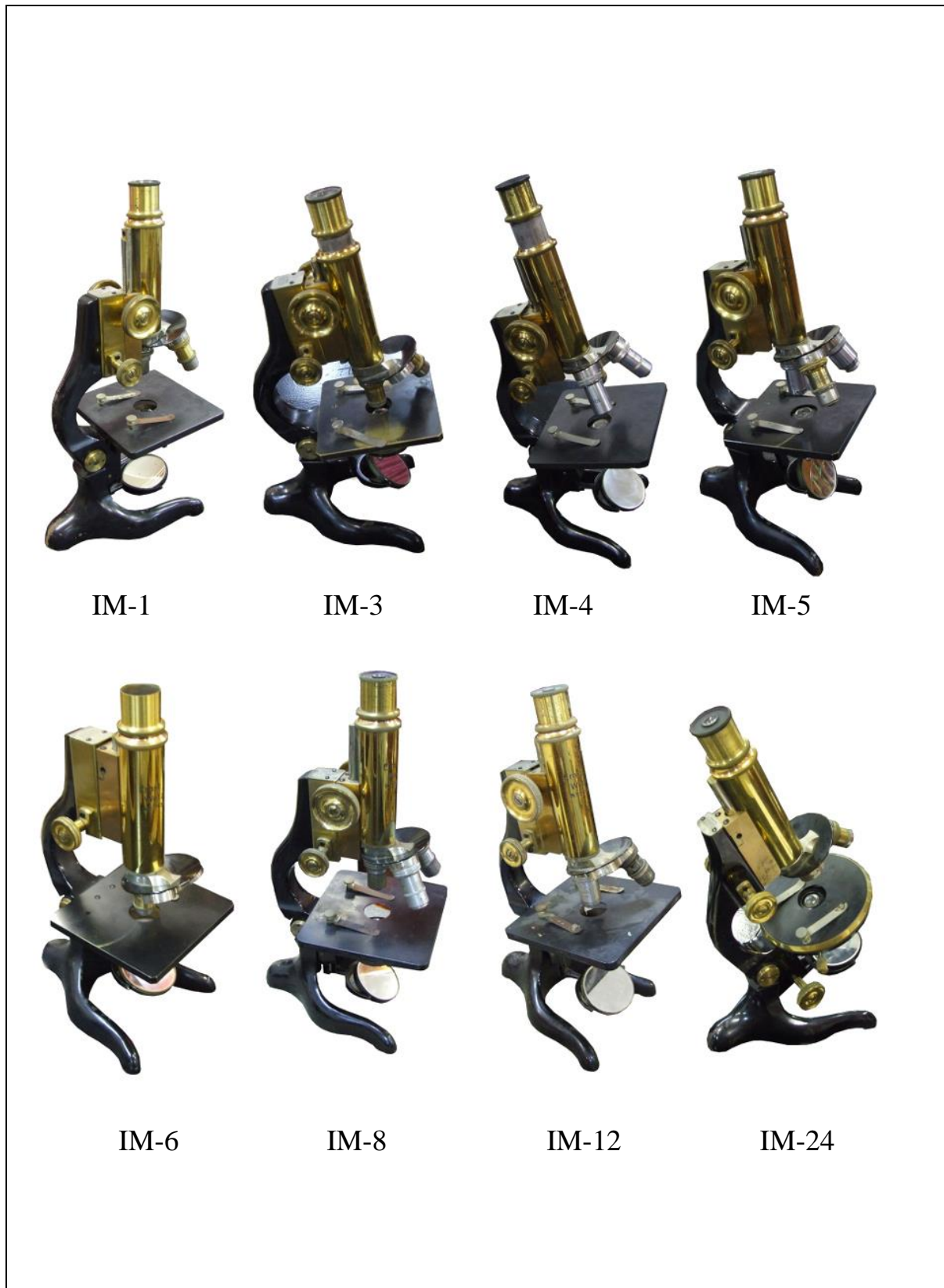


Figura 42. Serie de microscopios Leitz del modelo G con platina cuadrada (IM-1, IM-3, IM-4, IM-5, IM-6, IM-8 e IM-12) y microscopio Leitz del modelo E con platina redonda (IM-24). Fuente: fotografías de materiales del Museo Loustau realizadas en el año 2004, elaboración propia.

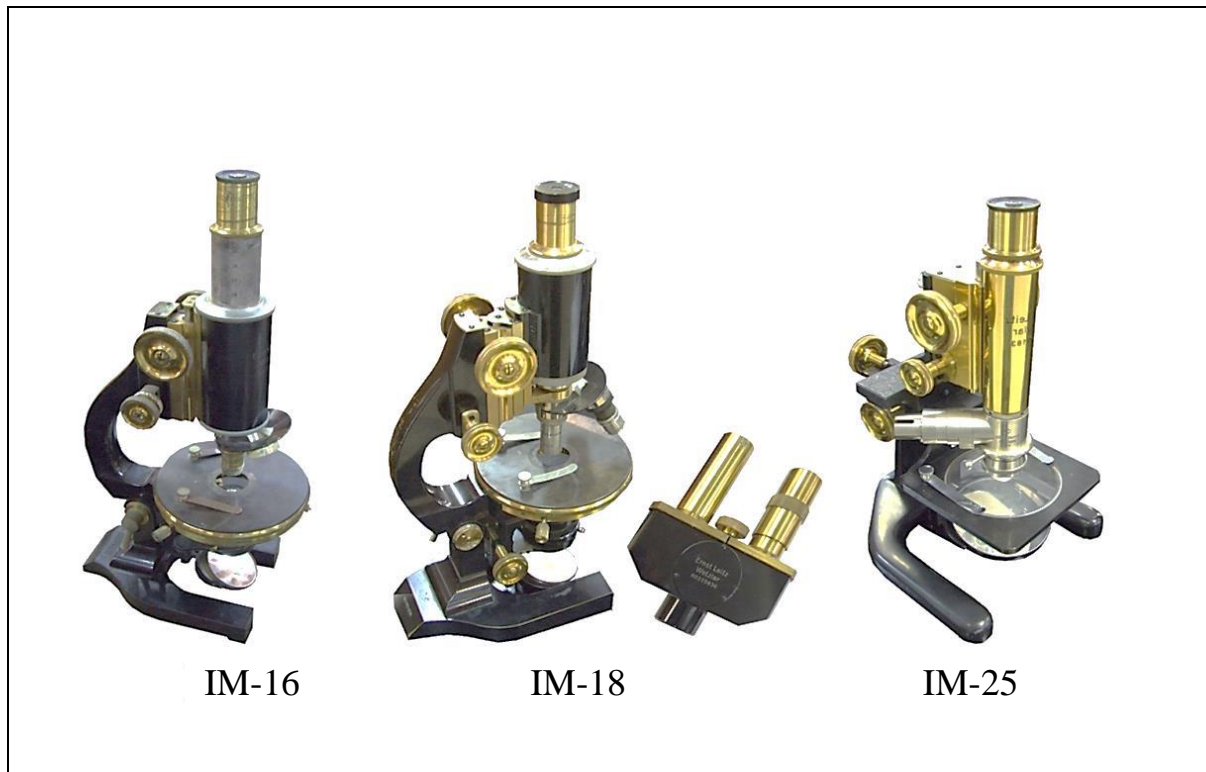


Figura 43. Microscopios de la casa Leitz: microscopio monocular de tubo ancho y platina redonda del modelo AABM (**IM-16**), microscopio monocular con accesorio de cabezal binocular con platina redonda, modelo AABM (**IM-18**) y microscopio de modelo por determinar en perfecto estado (**IM-25**). Fuente: fotografías de materiales del Museo Loustau realizadas en el año 2004, elaboración propia.

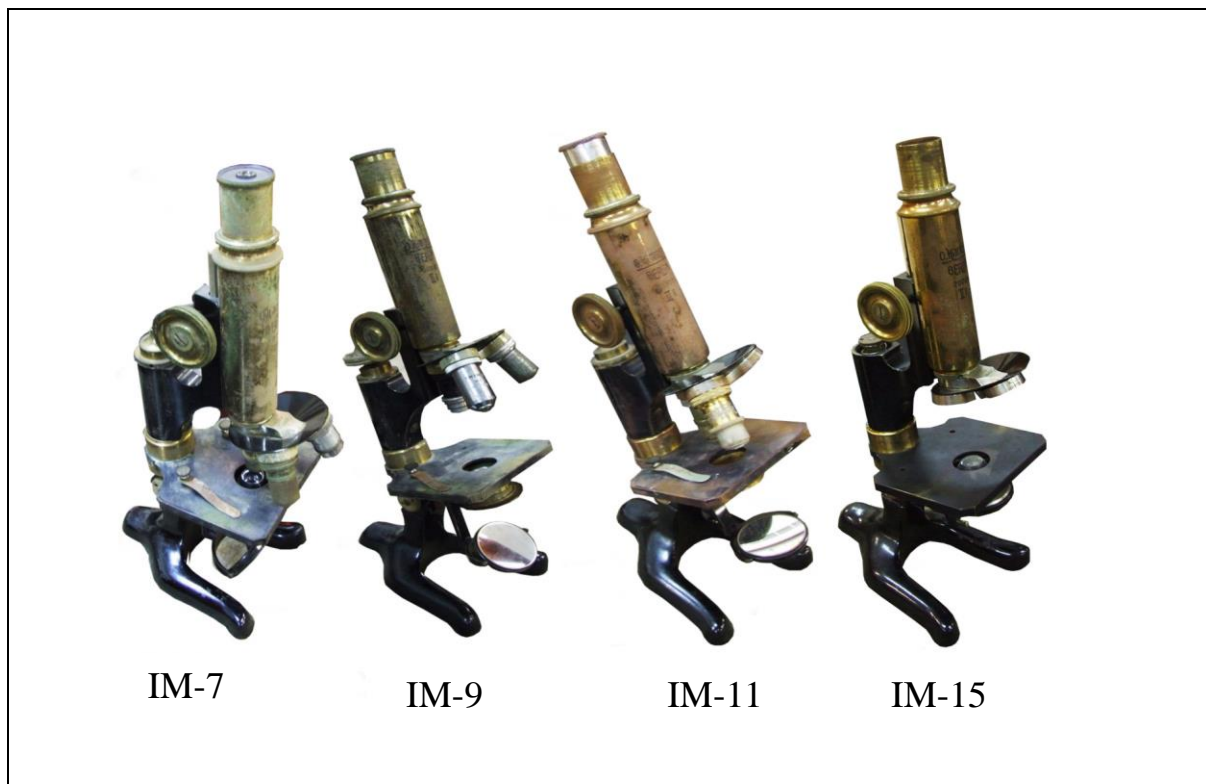


Figura 44. Microscopios de la casa Himmeler (**IM-7**, **IM-9**, **IM-11** e **IM-15**). Fuente: fotografías de materiales del Museo Loustau realizadas en el año 2004, elaboración propia.



Figura 45. Varias imágenes en detalle del microscopio binocular estereoscópico de Leitz (IM-28). Fuente: fotografías de materiales del Museo Loustau realizadas en el año 2004 e imagen del *Catálogo Leitz*, 1925.

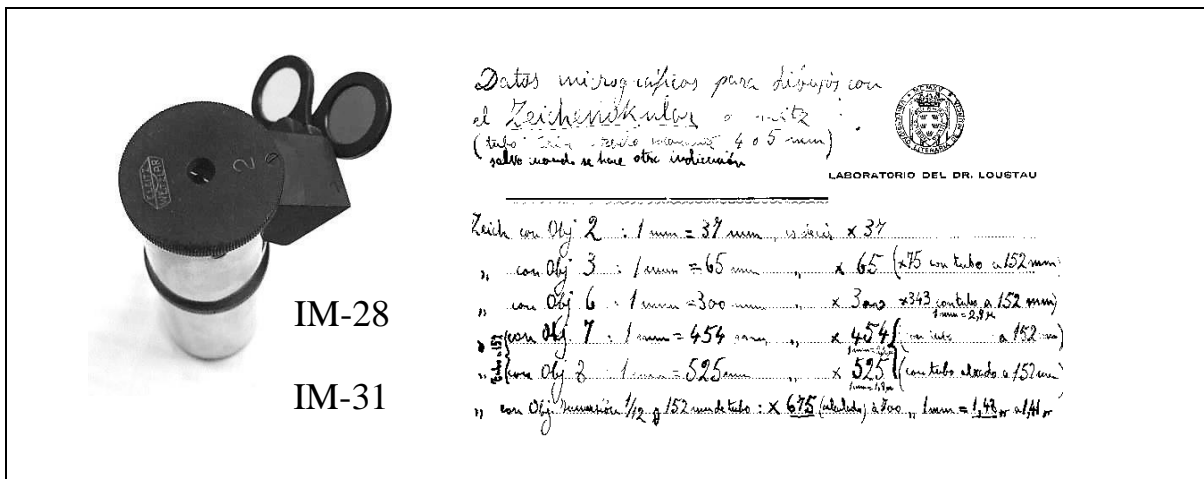


Figura 46. El Zeichnenokular (IM-31) para dibujar y una tabla de equivalencias. Fuente: fotografías de materiales del Museo Loustau realizadas en el año 2004, elaboración propia.

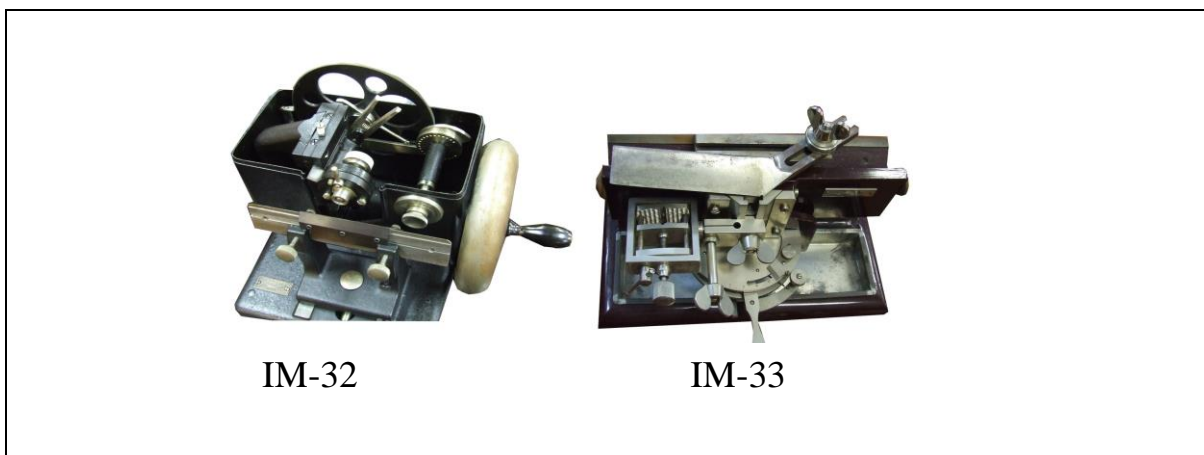


Figura 47. Microtomos con manivela (IM-32) y deslizante (IM-33). Fuente: fotografías de materiales del Museo Loustau realizadas en el año 2004, elaboración propia.

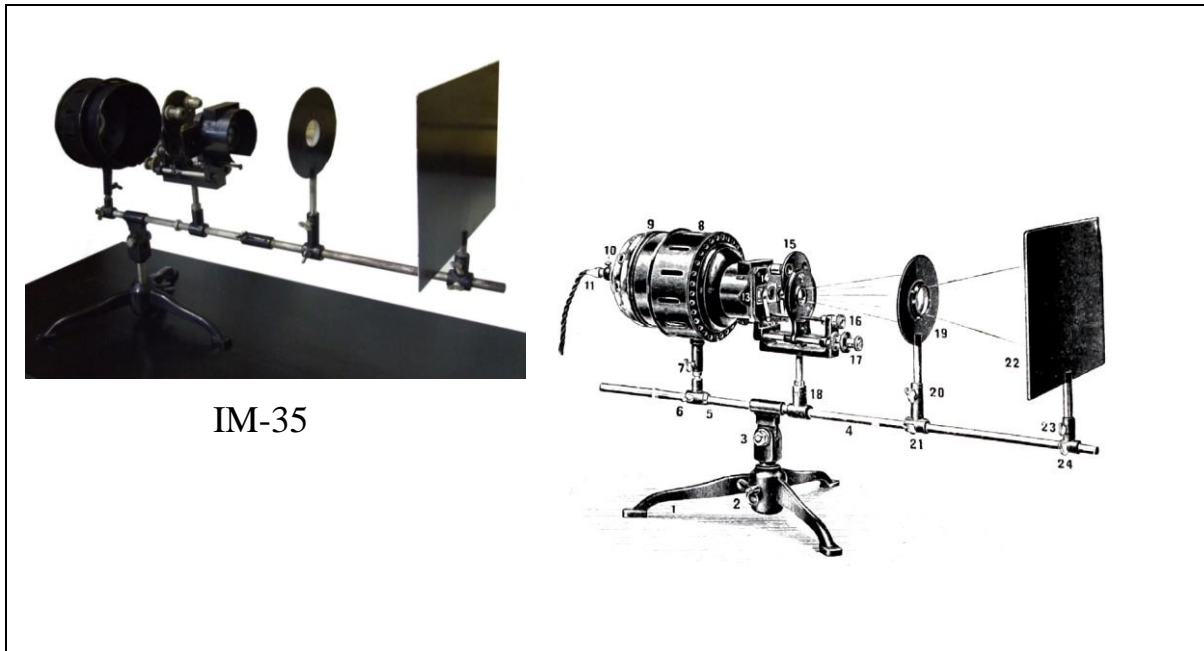


Figura 48. Aparato de microproyección del Museo Loustau (IM-35) tal como se ofertaba en los catálogos, podemos apreciar que faltan algunas piezas del aparato emisor de luz. Fuente: fotografías de materiales del Museo Loustau realizadas en el año 2004, elaboración propia y (*Catálogo Cultura*, 1927b).

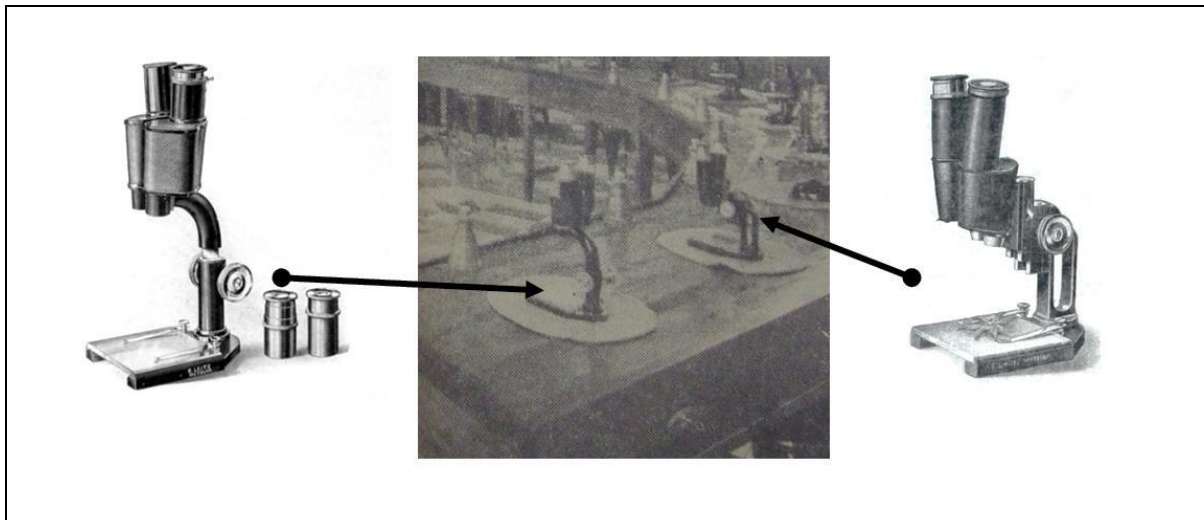


Figura 49. Lupas binoculares Leitz desaparecidas en el antiguo Museo Loustau. Fuente: la primera imagen aparece en el *Catálogo Leitz* de 1925 y la segunda en el *Catálogo Cultura* de 1934. La fotografía del laboratorio aparece en un recorte de prensa que se encuentra en el Museo Loustau.

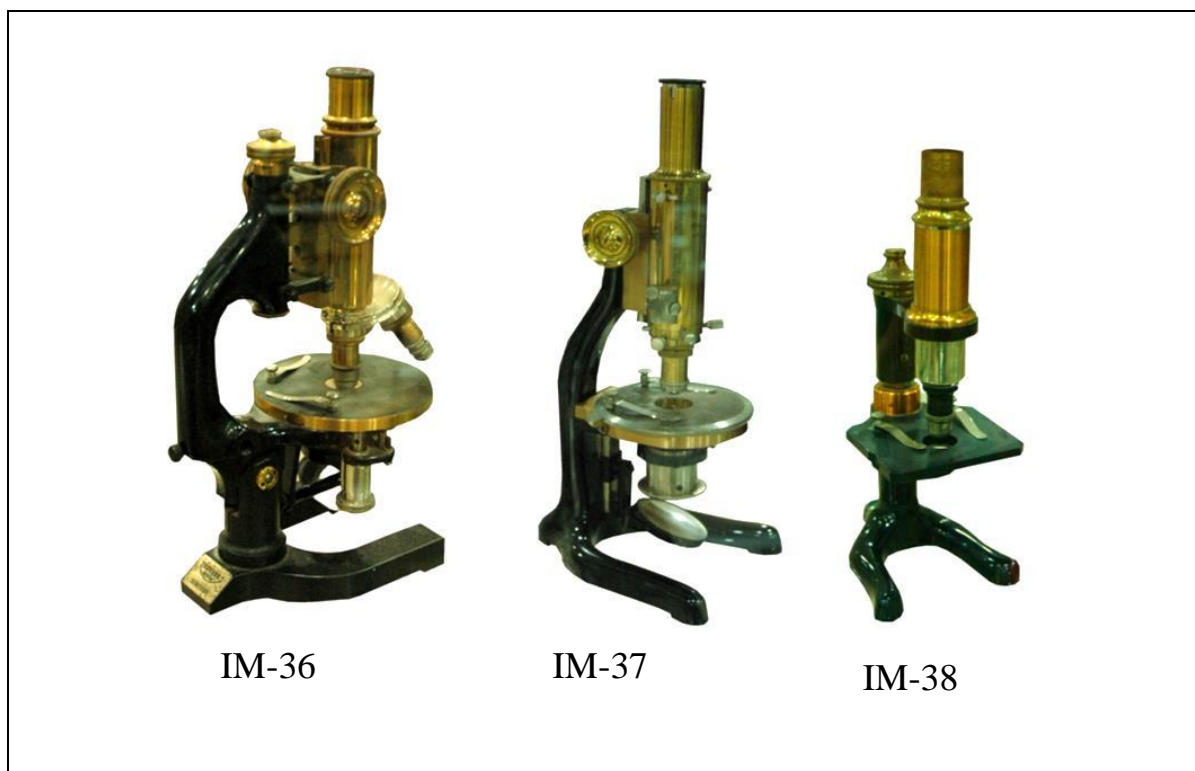


Figura 50. Microscopios del MUSAX: microscopio monocular con revolver de tres objetivos de Reichert (**IM-36**), microscopio monocular de platina redonda Leitz (**IM-37**) y microscopio monocular de platina cuadrada (**IM-38**). Fuente: fotografía de los microscopios del MUSAX en el año 2012, elaboración propia.

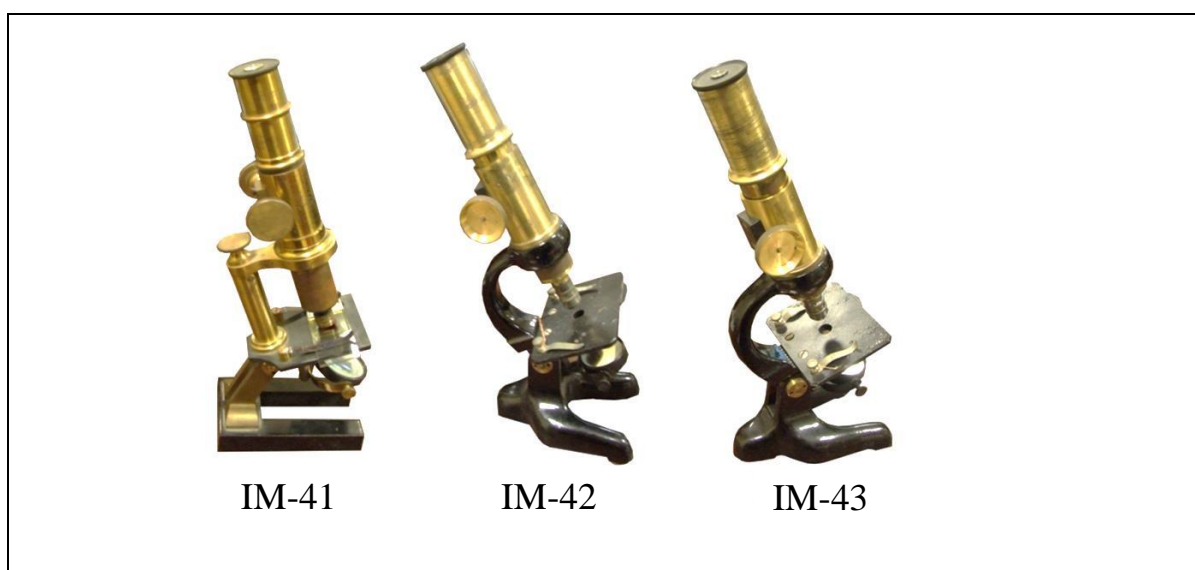


Figura 51. Microscopios de la antigua Escuela Normal de Murcia, en perfecto estado de conservación y uso: microscopio monocular escolar de procedencia desconocida (**IM-41**) y dos microscopios monoculares de la casa HETTO (**IM-42 e IM-43**). Fuente: fotografía de los microscopios del CEME en el año 2012, elaboración propia.



Figura 52. Preparación microscópica de una composición de diatomeas de Ernesto Caballero. Fuente: fotografías de materiales del Museo Loustau realizadas en el año 2004, elaboración propia.

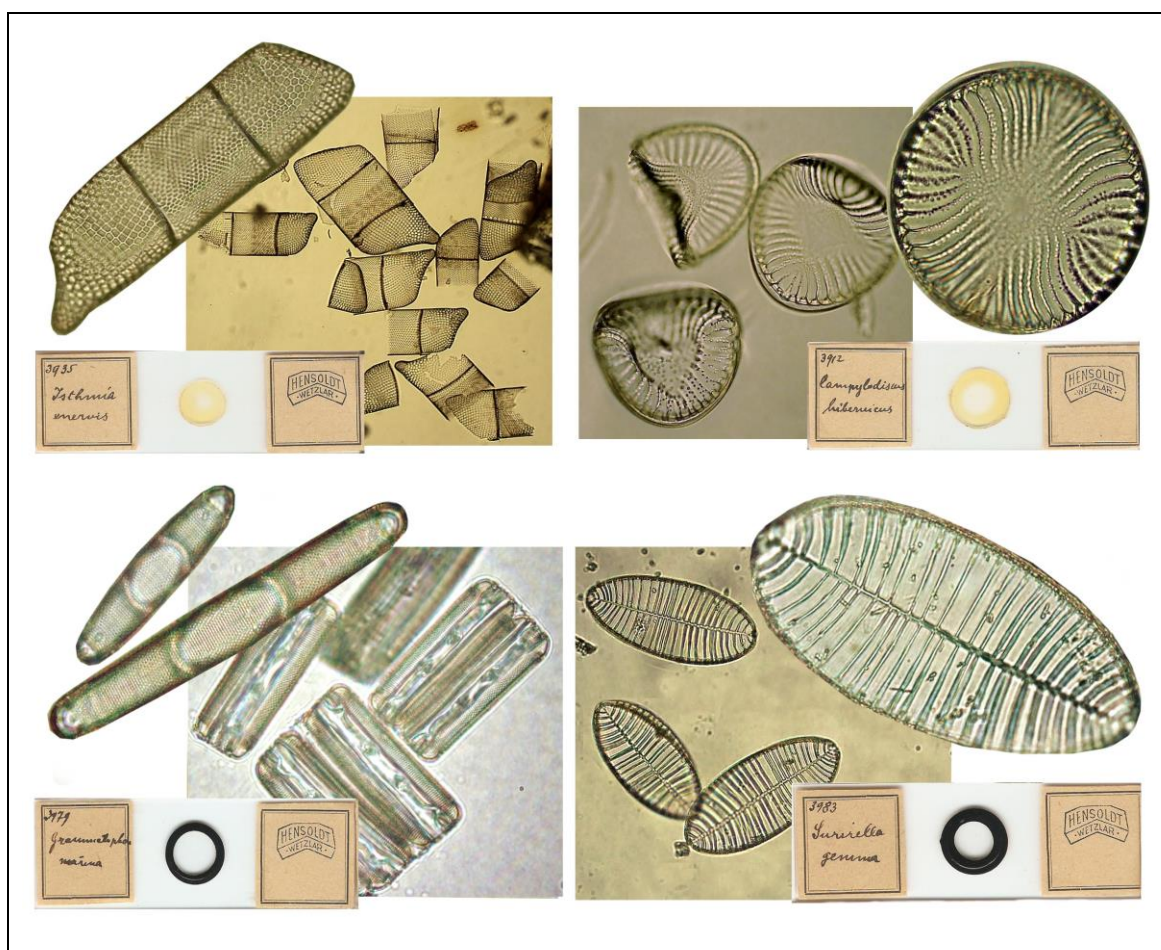


Figura 53. Dentro de la colección de diatomeas de Hensoldt seleccionamos la preparación 3935 que muestra ejemplares de *Isthmia enervis*, la preparación 3933 con la especie *Campylodiscus hibernicus*, la 3979 *Grammatophora marina* y la 3983 *Surirella gemma*. Fuente: imágenes tomadas en el Museo Loustau realizadas en el año 2007.

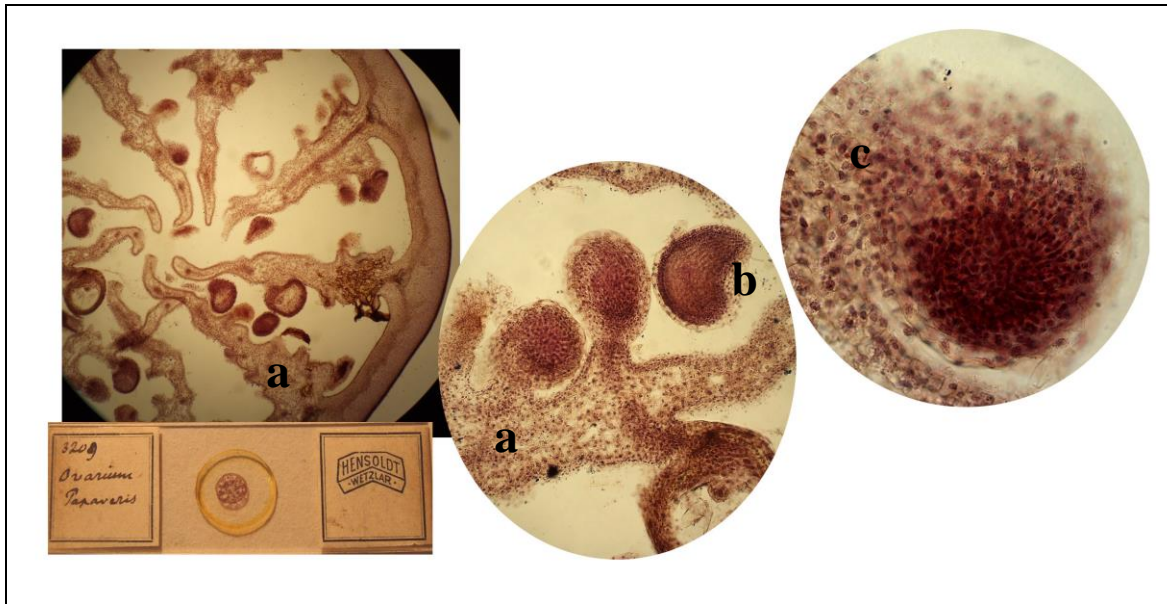


Figura 54. Preparación microscópica de un ovario de *Papaver*, con sus dos etiquetas originales con la numeración, el nombre de la especie en latín y la marca de la casa Hendsolt. A la izquierda se ve la sección transversal del ovario y muestra los tabiques que se producen por el crecimiento centrípeto de las placetas parietales (a). Se observa gran cantidad de óvulos insertados en ellas. En la imagen de la derecha vemos un detalle de la inserción del óvulo (c) y algunos sueltos (b). Fuente: fotografías de materiales del Museo Loustau realizadas en el año 2004, elaboración propia.

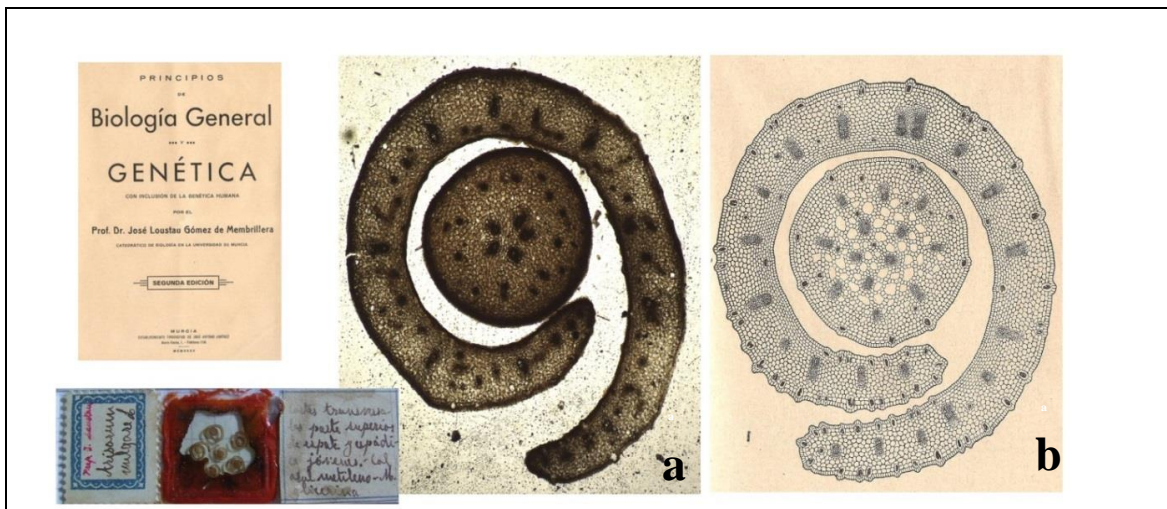


Figura 55. En las publicaciones didácticas de Loustau reproducía dibujos originales hechos del material micrográfico que él mismo preparaba. En este caso cortes transversales de la inflorescencia de *Arisarum vulgare* teñido con azul de metileno y conservado en glicerina, se puede ver el estado actual (a) comparado con el dibujo de Loustau (b). Fuente: imágenes tomadas en el Museo Loustau realizadas en el año 2004 y el dibujo original que aparece en el libro *Principios de Biología General y Genética* (Loustau, 1925a).

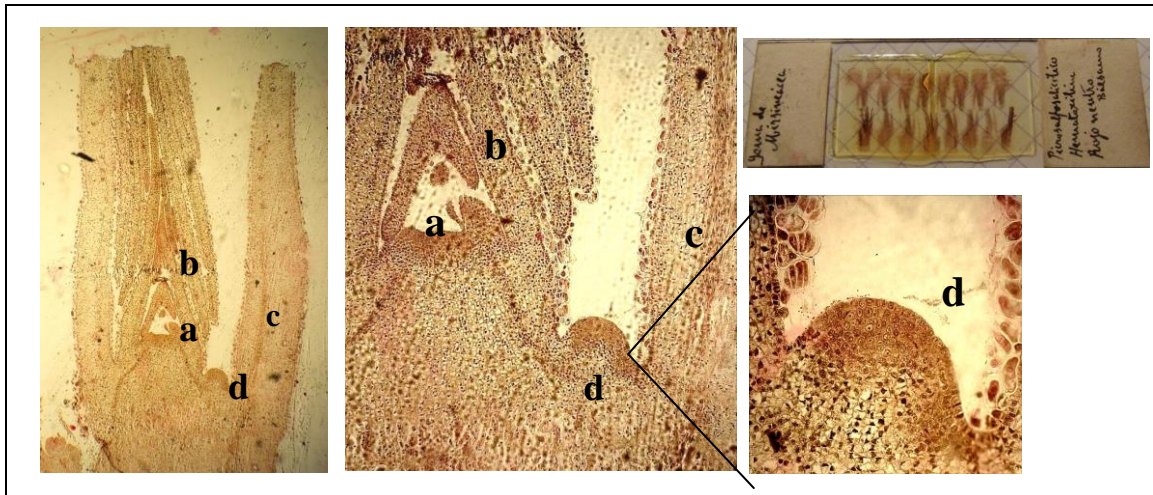


Figura 56. Preparación microscópica de la sección longitudinal de la yema de la hoja de *Myrsine*. En la imagen de la izquierda vemos una visión general de una yema, podemos apreciar el cono meristemático terminal (a), los distintos rudimentos de las hojas en sucesivos grados de desarrollo (b), las últimas más anchas (c) que protegen el meristemo y las hojas más jóvenes. En la imagen central vemos en detalle el cono meristemático (a) y un detalle ampliado de la yema axilar (d) a la derecha se observa la preparación con dieciséis cortes longitudinales de la yema de la hoja. La etiqueta indica los elementos utilizados para la realización y montaje de la preparación. Fuente: fotografías de materiales del Museo Loustau realizadas en el año 2004, elaboración propia.

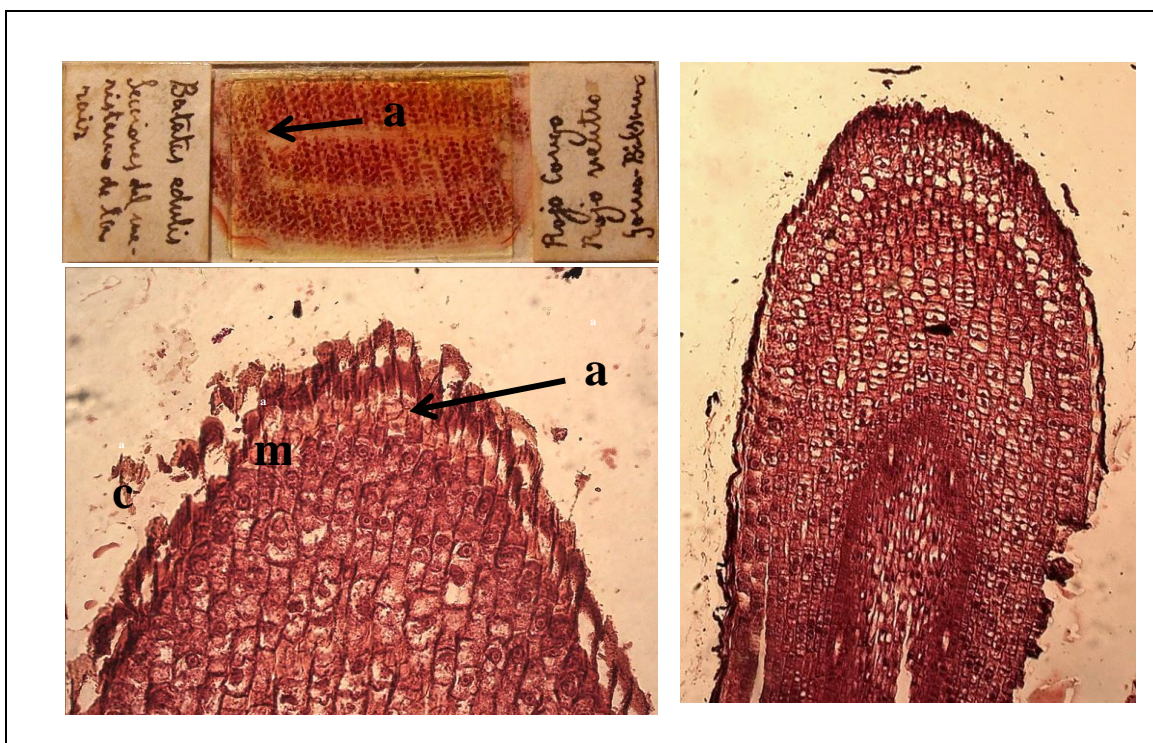


Figura 57. Preparación microscópica con secciones del meristemo de la raíz de *Batata edulis*. La imagen de la izquierda muestra un detalle de la cofia (a), cuyas capas externas se exfolian. En la imagen de la derecha se aprecia el meristemo de la capa cortical (c) y el meristemo del cilindro central de la raíz (m). Las líneas gruesas marcan los límites de las distintas regiones. Fuente: fotografías de materiales del Museo Loustau realizadas en el año 2004, elaboración propia.

Anexo II
TABLAS DE INVENTARIOS

Anexo II. Tablas de inventarios.

Tabla 1: Libros relacionados con la botánica localizados en la Biblioteca y la Sala Echeagaray del MUSAX en el Instituto Alfonso X el Sabio de Murcia.

Título	Autor/es	Año	Editorial/Imprenta	Características
<i>Elementos de Historia Natural</i>	Bolívar, I. Calderón S. y Quiroga, F.	1890	Establecimiento tipográfico de Fortanet: Madrid.	Manual de texto dirigido a la enseñanza secundaria, con un apartado a la botánica general y otro a la especial o fitografía. Con cuadros sinópticos e ilustraciones esquemáticas.
<i>Historia Natural</i>	Abela, E. J.	1901	Imprenta y Librería de Andrés Martín Valladolid	Manual enciclopédico de texto para secundaria con un apartado de botánica. Con cuadros sinópticos e ilustraciones esquemáticas.
<i>Historia Natural Popular</i>	Arévalo, C.	1935	Ramón Sopena: Barcelona.	Manual enciclopédico para la cultura científica. El libro tiene un carácter preferentemente descriptivo con muchas ilustraciones de Carmen Simón y Manaut y Varela.
<i>La naturaleza y el hombre</i>	Espinal y Fuster, J.	1880	Tipo-litografía de Celestino Verdaguer: Barcelona.	Manual de texto dirigido a la enseñanza secundaria, incluye láminas con ilustraciones de paisajes sobre geografía botánica.
<i>Manual de Historia Natural</i>	Galdo, M.M.J.	1883	Librería de Gregorio Hernando Madrid	Manual de texto para secundaria con un apartado de botánica. Con ilustraciones esquemáticas y cuadros sinópticos.
<i>Lecciones de Historia Natural</i>	Cendrero, O.	1928	Aldus, s.a	Manual de texto con una sección de introducción a la botánica general. Con algunas propuestas experimentales de fisiología. Incluye ilustraciones entre el texto.
<i>Ciencias Físico-Naturales</i>	Luna Arenes, F.	1935	Imprenta M. y R. Gilabert	Manual de texto correspondiente al segundo curso para el estudio cíclico de ciencias con seis capítulos de botánica en especial las criptógamas.
<i>Traité du Microscope et des injections</i>	Robin Ch.	1877	Librairie. B. Bailliére et Fils: Paris.	Tratado con estilo enciclopédico sobre el mundo de la microscopía con una sección dedicada a la realización de preparaciones y otro al empleo del microscopio en la anatomía y en fisiología vegetal. Incluye figuras de aparatos, organismos y procesos.
<i>Cours élémentaire de Botanique.</i>	Cauvet, D.	1885	Librairie J.B. Bailliére et Fils	Tratado sobre anatomía y fisiología de los vegetales, con nociones de paleobotánica y geobotánica. Incluye cuadros sinópticos y 404 figuras intercaladas en el texto, la mayoría dibujos y también diagramas florales.
<i>Botanique</i>	Fabre, J. H.	1881	Librairie Ch. Delagrave: Paris.	Libro de lectura científica para las escuelas francesas hablando del cultivo de té, el cacao o el algodón.
<i>Flora fanerogámica de la Península Ibérica</i>	Del Amo y Mora, M.	1871	Imprenta de Indalecio Ventura: Granada	Compendio de la flora ibérica con la descripción de las plantas cotiledóneas. Tomos II al V.
<i>Lichens</i>	Boistel, A.	s.d.	Les Fils d'Émile Deyrolle: Paris	Guía de los líquenes de la colección <i>Histoire Naturelle de la France</i> . Incluye 1178 ilustraciones.
<i>Agricultura y zootecnia</i>	Ribera, J.	s.d.	Nacente. Barcelona.	Tratado teórico práctico de agricultura formado por cinco tomos. El libro tercero está dedicado a las plantas industriales y nocivas, el cuarto a la arboricultura frutal

Anexo II. Tablas de inventarios.

				y el quinto a la horticultura. Acompaña un atlas con 336 planchas de ilustraciones de plantas.
<i>Apuntes de la repoblación de la Sierra de Espuña</i>	Codorniu, R.	1900	Tipografía de las Provincias de Levante: Murcia	Apuntes forestales sobre la vegetación utilizada en la reforestación de sierra Espuña presentados al Congreso Agrícola de Murcia.
<i>Atlas de poche des arbustes et arbrisseaux</i>	Hariot, P.	1904	Librairie des Sciences Naturelles Paul Klincksieck	Atlas de bolsillo de arbustos y arbolillos fáciles de cultivar con 122 planchas de ilustraciones coloreadas de 128 especies.
<i>Atlas des plantes utiles des pays chauds</i>	De Janville, P.	1902	Librairie des sciences naturelles. Paris.	Atlas de bolsillo de las plantas más importantes para el comercio de los países tropicales. Con planchas de figuras dibujadas en color y fotografías en blanco y negro.
<i>Atlas Manuel de Botanique</i>	Deniker, J.	s.d.	J.E. Bailliére et Fils: Paris.	Atlas y manual de botánica con ilustraciones de las familias y los géneros de plantas fanerógamas y criptógamas con sus características, usos y distribución geográfica.
<i>Botanique descriptive</i>	Abbé Chaudé	1876	Victor Palmé: Paris.	Tratado de botánica sobre organografía, anatomía, fisiología y clasificación de las plantas. Con un vocabulario de plantas medicinales con la indicación de su empleo para enfermedades.
<i>Breves indicaciones sobre el cultivo de la cepa americana</i>	Jordi, L.M.	1891	Tipografía Alegret Colom: Figueras	Folleto que sirve de guía al viticultor con nociones sobre la vid y sus patologías provocadas por el hongo mildiu.
<i>Cartas forestales</i>	Codorniu, R.	1909	Imprenta de Ricardo Rojas: Madrid	Cultivos, trabajos y aprovechamientos del Monte. Con la descripción de experimentos y datos prácticos. Trabajo leído en la Asamblea de Repoblaciones forestales del Segura en 1908.
<i>Compendio de agricultura</i>	Museros, T.	1880	Tipografía correspondencia ilustrada	Trata los órganos y funciones de las plantas y el cultivo de leguminosas, hortalizas y frutales.
<i>Conservadores y forestales</i>	Codorniu, R.	1914	Imprenta de <i>El Tiempo</i> : Murcia	Conferencia sobre la conservación y el papel de los ingenieros forestales, con mención de especies vegetales de nuestros bosques.
<i>Cours complet d'instruction élémentaire Botanique</i>	Fabre, J. H.	1881	Librairie Ch. Delagrave Paris	Manual de lecciones básicas de botánica para la enseñanza primaria, incluye láminas con paisajes sobre geografía botánica.
<i>Cultivo de la caña de azúcar y demás plantas sacarinas</i>	Balaguer, F.	1878	Librería de Cuesta: Madrid.	Descripción morfológica de la planta de la caña de azúcar, de la remolacha y otras plantas sacarinas. Incluye su cultivo y procesado industrial del azúcar.
<i>Curso de Historia Natural</i>	Alvarado, S.	1934		Manual de texto para secundaria. Incluye ilustraciones y fotografías.
<i>Doce árboles</i>	Codorniu, R.	1914	Imprenta de <i>El Tiempo</i> : Murcia	Narraciones sobre doce árboles que Ricardo Codorniu dedica a sus doce nietos.

Anexo II. Tablas de inventarios.

<i>El azafrán</i>	Morales, E.	1899	Imprenta Nacional y Extranjera: Madrid	Folleto de reglas prácticas para el cultivo y la explotación del azafrán, con una descripción botánica de la planta.
<i>El mundo antes de la creación del hombre</i>	Figuier, M. y Zimmermann W.	1880	Montaner y Simon, Editores: Barcelona.	Libro enciclopédico con información sobre paleobotánica con grabados en los que se dibujan especies de fósiles de plantas y ambientes de otras eras geológicas.
<i>El naranjo</i>	Aliño, R.	1900	La agricultura Española: Valencia.	Manual de cultivo del naranjo, incluye un capítulo para hablar de su origen y distribución geográfica y otro para la descripción botánica y su taxonomía.
<i>Elementos de Historia Natural</i>	Pla Cargol, J.	1937	Dalmáu Carles. Pla, S.A.: Madrid.	Manual de texto para secundaria con 20 temas de botánica que incluye una iniciación práctica al final los mismos. Incluye indicaciones para hacer excursiones y herbarios, además de esquemas y resúmenes.
<i>Flora compendiada de Madrid y su provincia.</i>	Cutanda, V.	1861	Imprenta Nacional: Madrid	Compendio de la flora de la provincia de Madrid con una breve descripción de las plantas vasculares.
<i>Flora Europae</i>	Gandoger, M.	1883	F. Savy: Paris	Enumeración de plantas de Europa. Tomos I al XXVII.
<i>Flore des jardins et des grandes cultures</i>	Seringe, N.C.	1849	Charles Savy jeune: Paris	Descripción de plantas de jardín, de naranjos y de grandes cultivos, su multiplicación, época de floración y de fructificación. Incluye planchas con ilustraciones esquemáticas.
<i>Historia Natural</i>	De Buen, O.	1896	Manuel Soler: Barcelona.	Tratado enciclopédico cuyo tomo segundo incluye una introducción, la botánica general, especial y la geografía. Incluye cuadros sinápticos y dibujos esquemáticos.
<i>Icones et descriptiones plantarum</i>	Willkomm, M.	1852	Payne, Leipzig	Ilustraciones y descripciones del nuevo inventario de plantas raras de Europa Suroccidental procedentes de España.
<i>La Botanique</i>	Lanessan, J.L.	1883	C. Reinwald: Paris	Tratado de botánica dentro de la obra enciclopédica la <i>Bibliothèque de Sciences Contemporaines</i> . Incluye 132 dibujos esquemáticos intercalados en el texto.
<i>La Creación. Historia Natural.</i>	Vilanova y Piera, J.	1876	Montaner y Simón: Barcelona	Libro de botánica de estilo enciclopédico. Incluye ilustraciones y cuadros sinópticos entre el texto, además de una serie de láminas florales en color.
<i>La vid notas sobre su cultivo intensivo</i>	López, E.	1899	La agricultura española: Valencia	Este manual trata la descripción morfológica, fisiología, variedades y distribución de la vid, así como su reproducción, enfermedades y la influencia del medio en su producción. Incluye ilustraciones esquemáticas a lo largo del texto.
<i>Las plantas de la Península Hispano-lusitana e Islas Baleares (Tomo I)</i>	Colmeiro, M.	1885	Imprenta de la viuda e hija de Fuentenebro: Madrid	Recopilación florística con la enumeración y revisión de las plantas de la península, con la distribución geográfica de las especies y sus nombres vulgares, tanto nacionales como provinciales.
<i>Las plantas que</i>	Rengade	1887	Montaner y Simon:	Tratado de botánica aplicada a la higiene doméstica.

Anexo II. Tablas de inventarios.

<i>curan y las plantas que matan</i>			Barcelona	Ilustrado con numerosos dibujos en blanco y negro intercalados entre el texto.
<i>Le Greffage Pratique de la vigne</i>	Vermorel, V.	1897	Michelet: Paris	Manual para la realización de injertos en las viñas, incluye nociones básicas de la botánica de la vid así como ilustraciones esquemáticas de la técnica.
<i>Manual de Horticultura</i>	Tamaro, D.	1931	Gustavo Gili: Barcelona	Manual sobre las generalidades de los cultivos, tipos de hortalizas, sus características botánicas y enfermedades. Incluye ilustraciones de la morfología de las plantas.
<i>Manual de jardinería</i>	Larbalatrier, A.	s.d.	Bailly Bailliere: Madrid	Manual para poder cultivar un jardín con especial atención a la botánica y el cultivo de las especies más representativas. Incluye ilustraciones de las plantas.
<i>Nouvelle flore des champignons</i>	Constantin, J. y Dufour, L.	s.d.	Librairie Générale de l'enseignement. Paris.	Nociones de los hongos, con claves de las familias y los géneros. Tablas con 4702 ilustraciones y cuadros sinópticos. Adjunta consejos para la recolección de setas.
<i>Nouveau système de physiologie végétale et de Botanique.</i>	Raspail, F.V.	1837	Chez J.B. Bailliére: Paris.	Tratado de botánica basado en la química orgánica. Acompaña un atlas de 60 planchas de análisis.
<i>Prodromus systematis naturalis Regni Vegetabilis</i>	De Candolle, A. P.	1874	Treuttel et Würtz: Paris	Compendio de flora del reino vegetal. Con 15 partes con la numeración y orden de los géneros.
<i>Programa de un curso de Nociones de Historia Natural</i>	Sandalio de Pereda y Martínez	1861	Imprenta de Alejandro Gómez Fuentenebro	Manual de texto para la enseñanza secundaria con un apartado de botánica general del tema 31 al 49.
<i>Programa razonado de un curso de Historia Natural</i>	Pereda y Martínez, S.	1864	Imprenta de Alejandro Gómez Fuentenebro	Manual de texto para secundaria con un apartado de botánica. Incluye cuadros sinápticos y 347 ilustraciones esquemáticas.
<i>Programa razonado de un curso de Historia Natural</i>	Pereda y Martínez, S.	1870	Imprenta de Alejandro Gómez Fuentenebro	Manual de texto para la enseñanza secundaria con un apartado de botánica general del tema 31 al 49. Incluye cuadros sinápticos y 464 grabados con figuras, diagramas florales y esquemas.
<i>Repertorium botanices systematicae</i>	Wallpers, G.G.	1842	F. Hofmeister Leipzig	Tomos del I al VI.
<i>Tabulae rhodologicae</i>	Gandoger, M.	1881	F. Savy: Paris	Compendio para la determinación de especies dentro del género de las rosas. Se incluye unas tablas dicotómicas.
<i>Tracé et ornementation des –jardins d'agrément</i>	Bona, T.	s.d.	Librairie Agricole de la Maison Rustique: Paris	Manual para la elaboración de un jardín paisajista con las instrucciones para recrear espacios en parterres, macizos florales, árboles de bosque, jardines acuáticos de invernadero. Incluye ilustraciones de las técnicas y de las propuestas a realizar.

Anexo II. Tablas de inventarios.

<i>Traité de Botanique</i>	Van Tieghem	1884	F. Savy: Paris	Tratado de botánica dedicado a la botánica general y especial. Incluye cuadros sinópticos y numerosos dibujos esquemáticos.
<i>Tratado de Fruticultura</i>	Tamaro, D.	1920	Gustavo Gili: Barcelona	Manual de agricultura para la reproducción de plantas frutales, enfermedades y fruticultura especial para cada tipo de frutales.
<i>Tratado de jardinería y floricultura</i>	Muñoz, P. J.	1933	Librería de Luis Santos: Madrid	Obra completa sobre los jardines y parques y su ejecución. La mitad del libro está dedicado a la botánica y el cultivo de las especies que se pueden utilizar en jardinería. Incluye ilustraciones esquemáticas de las plantas y de las técnicas e instalaciones de jardinería, también distintos cuadros sinópticos y de datos.
<i>Voyage Botanique dans le midi de l'Espagne pendant l'année 1837</i>	Boissier, E.	1839-1845	Gide et cie, Librairies: Paris	Compendio de la flora del sur de España con descripción de las especies y el hábitat de distribución. Tiene en total 757 páginas.
<i>Voyage Botanique dans le midi de l'Espagne pendant l'année 1837</i>	Boissier, E.	1839-1845	Gide et cie, Librairies: Paris	Tomo II. Recopilación de planchas con ilustraciones en color de las especies del Reino de Granada y una tabla sinóptica de las alturas y los límites de la vegetación más característica del Reino.

Fuente: inventario de elaboración propia durante el año 2012.

Anexo II. Tablas de inventarios.

Tabla 2. Libros relacionados con la botánica localizados en la biblioteca del Museo Loustau de la Facultad de Biología de la Universidad de Murcia.

Título	Autor	Año	Editorial	Características
<i>Les champignons de France</i>	Maublanc, A.	1926	Paul Lechevalier Paris.	Guía práctica para naturalistas de la flora micológica de Francia con 96 ilustraciones coloreadas.
<i>Microscopie pratique</i>	Deflandre, G.	1930	Paul Lechevalier Paris.	Guía práctica para naturalistas sobre el microscopio con 115 planchas de ilustraciones microscópicas en blanco y negro y 20 a color.
<i>Biología general</i>	Römpp, H.	1936	Manuel Marín Editor. Barcelona.	Hay una gran cantidad de descripciones de experimentos biológicos que pueden realizarse con medios sencillos.
<i>Biologie florale</i>	Péchoutre, F.	1909	Librairie Octave Doin. Gaston Doin. editeur-Paris.	Libro de la <i>Bibliothèque de Botanique appliquée</i> sobre el sexo y los elementos sexuales, la polinización y las estructuras florales.
<i>Cours de botanique et de Biologie Végétale. Tomo I</i>	Plantefol, L.	1930	Librairie classique Eugène Belin. Paris.	Tratado de botánica dividido en tres partes: morfología, desde la célula a las grandes estructuras como las hojas y la flor., fisiología y sistemática. Posee gran cantidad de cuadros e ilustraciones esquemáticas.
<i>Cours de botanique et de Biologie Végétale. Tomo II</i>	Plantefol, L.	1931	Librairie classique Eugène Belin. Paris.	Sigue la estructura del libro anterior pero es mucho más completa la parte sistemática.
<i>Dictionnaire étymologique de la flore française</i>	Gentil, A.	1923	Paul Lechevalier Paris.	Guía práctica para naturalistas con un diccionario etimológico de la flora francesa.
<i>Éléments de botanique</i>	Tiegherm, P.	1906	Masson et Cie: Paris.	Tomo II del tratado dedicado a la botánica especial. Incluye 350 ilustraciones esquemáticas de plantas y diagramas florales en el texto, además de cuadros sinópticos.
<i>Historia Natural</i>	Calderón, S.	1905	Imprenta y Litografía de Bernardo Rodríguez.	Nociones de botánica general divididas en histología, morfología, fisiología y fitografía. Con figuras, diagramas y claves dicotómicas.
<i>La agricultura al alcance de todos</i>	Zolla, D. Jennepin, A. y Herlem, A.D.	1921	Gustavo Gili Barcelona.	Se enseña de forma amena mediante ilustraciones para la divulgación de la agricultura. 33 lecciones con 600 grabados.
<i>Les algues marines des côtes de France</i>	Wuitner, E.	1921	Paul Lechevalier Paris.	Guía práctica para naturalistas de las algas marinas de las costas de Francia con 112 planchas de ilustraciones coloreadas.

Anexo II. Tablas de inventarios.

<i>Les Arbres arbustes et arbrisseaux</i>	Gatín, C.L.	1913	Paul Lechevalier Paris.	Guía práctica para naturalistas sobre los árboles y arbustos forestales con 100 planchas de ilustraciones a color.
<i>Les bois industriels</i>	Beauverie, J.	1910	Octave Doin et fils. Paris.	Libro de la <i>Bibliothèque de Botanique appliquée</i> sobre la madera desde un enfoque fisiológico, estudia desde la célula vegetal hasta la compleja anatomía de un tronco con esquemas y dibujos.
<i>Les fleurs de la côte d'Azur</i>	Marret, L.	1926	Paul Lechevalier Paris.	Guía práctica para naturalistas de la flora de la Costa Azul francesa con 97 ilustraciones coloreadas y 15 en blanco y negro.
<i>Les Fleurs des Bois</i>	Gatín, C.L.	1913	Paul Lechevalier Paris.	Guía práctica para naturalistas de las flores del bosque. Incluye 100 ilustraciones coloreadas con explicación y 32 ilustraciones esquemáticas y diagramas florales..
<i>Les fleurs des marais lacs & étangs</i>	Camus, A.	1921	Paul Lechevalier Paris.	Guía práctica para naturalistas de las plantas de los pantanos, lagos y estanques con 96 planchas de ilustraciones coloreadas.
<i>Les fleurs des moissons et des cultures</i>	Gadeceau, E.	1914	Paul Lechevalier Paris.	Guía práctica para naturalistas de las plantas cosechables y cultivadas con 100 planchas de ilustraciones coloreadas.
<i>Les fleurs des montagnes</i>	Marret, L.	1924	Paul Lechevalier Paris.	Guía práctica para naturalistas de la flora de las montañas con 124 planchas de ilustraciones coloreadas.
<i>Les Fleurs des prairies et des pâturages</i>	Camus, E.G.	1914	Paul Lechevalier Paris.	Guía práctica para naturalistas de las plantas de praderas y pastos con 100 planchas de ilustraciones coloreadas.
<i>Les palmiers</i>	Gatín, C.L.	1912	Librairie Octave Doin. Paris.	Libro de la <i>Bibliothèque de Botanique appliquée</i> sobre las palmeras. Esta segunda parte trata su multiplicación y cultivo.
<i>Les plantes con tuberculos alimentaires</i>	Jumelle, H.	1910	Octave Doin et fils. Paris.	Libro de la <i>Bibliothèque de Botanique appliquée</i> sobre el estudio completo de las posibles plantas tuberculosas utilizadas en alimentación. Con ilustraciones esquemáticas acerca de la biología de estas plantas.
<i>Les plantes de gommas resinosas</i>	Cordemoy, H.J.	1911	Octave Doin et fils. Paris.	Libro de la <i>Bibliothèque de Botanique appliquée</i> sobre el estudio de las plantas gomosas y resinosas, el estudio de estos vegetales y de sus productos. Bibliothèque de Botanique appliquée.
<i>Les Sciences Naturelles</i>	Perrin G. y Coupin, H.	1912	Librairie Classique Fernand Nathan Paris.	Contiene una parte de anatomía y fisiología vegetal con gran número de figuras, diagramas florales, cuadros sinópticos y claves dicotómicas. Obra de uso en las Escuelas Normales de Francia.
<i>Manuali Hoepli: VII Botanica</i>	Hooker J.D., Pedicino N.A. y Gola G.	1910	Ulrico Hoepli.	Manual de introducción a la botánica dando un conocimiento elemental de los principales hechos de la vida de las plantas.
<i>Nouvelle flore de Champignons</i>	Constantin M.J. y Dufour M.L.	s.d.	Librairie Générale de l'enseignement. Paris.	Nociones de los hongos, con claves de las familias y los géneros. Tablas con 4702 ilustraciones y cuadros sinópticos. Adjunta consejos para la recolección de setas. Tiene en total 291 páginas.

Anexo II. Tablas de inventarios.

<i>Nutrition de la plante I</i>	Molliard, M.	1921	Librairie Octave Dion. Paris.	Libro de la <i>Bibliothèque de Botanique appliquée</i> sobre la producción de sustancias vegetales terciarias, los azúcares y su papel, la clorofila y la fotosíntesis, las reservas de azúcares, esencias, resinas y látex. Con 88 ilustraciones en el texto.
<i>Nutrition de la plante II</i>	Molliard, M.	1923	Librairie Octave Doin. Paris.	Libro de la <i>Bibliothèque de Botanique appliquée</i> sobre la digestión y el catabolismo de las plantas. Con 55 ilustraciones en el texto.
<i>Nutrition de la plante. Echanges d'Eau et de substances Minérales</i>	Molliard, M.	1921	Librairie Octave Doin. Paris.	Libro de la <i>Bibliothèque de Botanique appliquée</i> sobre fisiología vegetal, en especial todo lo referente a sustancias minerales, propiedades osmóticas de la células vegetales, absorción, transpiración, etc.
<i>Paléobotanique</i>	Fritel, P. H.	1903	Les Fils d'Émile Deyrolle. Paris.	Libro perteneciente a la colección enciclopédica de Historia Natural de Francia, con una parte dedicada a la paleobotánica. Incluye 36 planchas y 412 ilustraciones junto al texto.
<i>Paléobotanique (Plantes fossiles)</i>	Fritel, P.H.	1902	Les Fils d'Émile Deyrolle. Paris.	Se trata la paleo flora de Francia en grandes grupos vegetales. Hay numerosas ilustraciones.
<i>Paleontologia Anuali Hoepli</i>	Vinassa de Regny, R.	1902	Ulrico Hoepli Editore. Milano.	Con 356 ilustraciones, muchas de paleobotánica.
<i>Paleontologie végétale</i>	Pelourde, F.	1914	Librairie Octave Dion. Paris.	<i>Bibliothèque de Botanique appliquée.</i>
<i>Plantes medicinales</i>	Coupin, H.	1920	Alfred Costes Paris.	Con 30 planchas de imágenes relacionando enfermedades con plantas.
<i>Technique microscopique</i>	Coupin, H.	1909	Octave Doin et fils. Paris.	Libro de la <i>Bibliothèque de Botanique appliquée</i> sobre la practica general de cortes, tipos de fijaciones y tinción en base a la estructura que se quiera estudiar.
<i>The collector's Handy Book of Algae</i>	Nave, J.	1904	George Routledge & Sons. London.	Guía sobre la manera de recolectar y hacer un herbario de algas. Ilustrada con 114 grabados.
<i>Tratado de Algología</i>	Dangeard, P.	1912	Paul Lechevalier & Fils.	Introducción a la biología y sistemática de algas con 370 figuras.
<i>Utilization des algues marines</i>	Sauvageau, C.	1920	Octave Doin et fils. Paris.	Libro de la <i>Bibliothèque de Botanique appliquée</i> sobre el modo de vida de las algas marinas, importancia en la clasificación, su nomenclatura, sustancias que producen.

Fuente: inventario de elaboración propia durante el año 2007.

Anexo II. Tablas de inventarios.

Tabla 3: Colección de láminas de botánica de la casa Les Fils d'Émile Deyrolle localizadas en el Museo Loustau de la Facultad de Biología de la Universidad de Murcia.

Código	Título	Estado	Código	Título	Estado
L-1	Raíces.	Plastificada.	L-17	La azucena.	Plastificada.
L-2	Tallos.	Plastificada.	L-18	El lirio.	Plastificada.
L-3	Alhelí.	Plastificada.	L-19	Criptógamas.	Plastificada.
L-4	Amapola.	Plastificada.	L-20	Plantas parasitas.	Plastificada.
L-5	Ranunculáceas.	Plastificada.	L-21	Anatomía de la raíz.	Plastificada.
L-6	La fresa.	Plastificada.	L-22	Anatomía del tallo.	Plastificada.
L-7	El guisante.	Plastificada.	L-23	Anatomía de la hoja.	Plastificada.
L-8	La primavera.	Plastificada.	L-24	Reproducción de algas y hongos.	Plastificada.
L-9	La patata.	Plastificada.	L-25	Reproducción de briófitos.	Plastificada.
L-10	Boragináceas.	Plastificada.	L-26	Vegetales de la época primaria.	Plastificada.
L-11	El lino.	Plastificada.			
L-12	La ortiga blanca	Plastificada.			
L-13	La margarita grande.	Plastificada.			
L-14	Centaurea.	Plastificada.			
L-15	La achicoria.	Plastificada.			
L-16	El roble.	Plastificada.			

Fuente: inventario de elaboración propia durante el año 2004.

Anexo II. Tablas de inventarios.

Tabla 4: Colección de láminas de botánica de Antonio Vallardi de Milán localizadas en el CEME de la Facultad de Educación de la Universidad de Murcia.

Código	Título y código	Estado
L-27	Histología de tallo y raíz (anatomía vegetal) PB/045.	Presenta rozaduras y decoloración.
L-28	Histología de hoja y flor (anatomía vegetal) PB/046.	Presenta rozaduras y decoloración.
L-29	Morfología de raíces PB/048.	Presenta rozaduras y decoloración.
L-30	Morfología floral PB/050.	Presenta rozaduras y decoloración.
L-31	Inflorescencias PB/051.	Presenta rozaduras y decoloración.
L-32	Morfología de frutos PB/052.	Presenta rozaduras y decoloración.
L-33	Semilla y terreno, germinación de la semilla PB/053.	Presenta rozaduras y decoloración.

Fuente: inventario de elaboración propia durante el año 2010.

Anexo II. Tablas de inventarios.

Tabla 5. Estado de la colección de modelos botánicos de la casa Les Fils d'Émile Deyrolle localizados en el Museo Loustau de la Facultad de Biología de la Universidad de Murcia.

Código	Título	Medidas/Nº de piezas	Estado
M-1	Corte de una hoja de viña infectada por mildiu.	44 cm x 22 cm / única.	Bien conservado.
M-2	Unión del anteridio con el oogonio para formar un huevo.	32 cm x 9 cm / única.	Bien conservado.
M-3	La germinación del huevo o arbusculo.	25 cm x 17 cm / única.	Bien conservado.
M-4	Conidio en germinación.	32 cm x 9 cm / única.	Bien conservado.
M-5	Conidio produciendo zoosporas.	20 cm x 11 cm / única.	Bien conservado.
M-6	Zoospora germinando en la hoja.	20 cm x 10 cm / única.	Bien conservado.
M-7	Gametófito de un musgo.	37 cm x 16 cm / 2 piezas.	Bien conservado.
M-8	Musgo: arquegonio.	42 cm x 16 cm / única.	Bien conservado.
M-9	Musgo: anteridio (corte longitudinal)	39 cm x 18 cm / única.	Bien conservado.
M-10	Musgo: esporófito en desarrollo (corte).	40 cm x 20 cm / 3 piezas.	Bien conservado.
M-11	Esporogonio.	54 cm x 19 cm / única.	Bien conservado.
M-12	Espora de un musgo germinando	35 cm x 6 cm / única.	Bien conservado.
M-13	Musgo: protonema.	35 cm x 25 cm / única.	Bien conservado.
M-14	Helecho: pinna de un fronde con soros.	27 cm x 14 cm / única.	Bien conservado.
M-15	Soro o grupo de esporangios.	34 cm x 18 cm / única.	Bien conservado.
M-16	Protalo de helecho juvenil.	35 cm x 30 cm / única.	Bien conservado.
M-17	Protalo desarrollado.	35 cm x 30 cm / única.	Bien conservado.
M-18	Helecho: anteridio.	18 cm x 16 cm / única.	Bien conservado.
M-19	Helecho: arquegonio.	25 cm x 20 cm / única.	Bien conservado.
M-20	Protalo desarrollado y plántula	52 cm x 17 cm / única.	Precisa restauración.
M-21	Raíz: anatomía interna.	55 cm x 43 cm / única.	Precisa restauración.
M-22	Tallo: corte transversal.	60 cm x 40 cm / única.	Precisa restauración.
M-23	Hoja: anatomía interna (haz y envés).	48 cm x 50 cm / única.	Precisa restauración.
M-24	Estambre, pistilo y fecundación.	58 cm x 36 cm / 2 piezas.	Precisa restauración.
M-25	Cariopsis (fruto de trigo).	50 cm x 30 cm / 4 piezas.	Bien conservado.
M-26	Fruto en legumbre del guisante.	64 cm x 8 cm / 5 piezas.	Bien conservado.
M-27 a M-32	Serie germinación monocotiledóneas.	18 cm x 15 cm / única.	Bien conservado.
M-33 a M-36	Serie germinativa semillas dicotiledóneas.	16 cm x 10 cm / única.	Bien conservado.
M-37	Flor regular o actinomorfa.	27 cm x 34 cm / 11 piezas	Precisa restauración.
M-38	Flor de <i>Ranunculus</i> .	43 cm x 45 cm / 7 piezas.	Precisa restauración.
M-39	Flor de amapola en capullo.	47 cm x 12 cm / 3 piezas.	Precisa restauración.
M-40	Flor de amapola.	44 cm x 55 cm / 7 piezas.	Precisa restauración.
M-41	Flor de alhelí.	35 cm x 62 cm / 16 piezas	Bien conservado.

Anexo II. Tablas de inventarios.

M-42	Flor de <i>Primula</i> .	55 cm x 16 cm / 7 piezas.	Bien conservado.
M-43	Flor de malva.	35 cm x 50 cm / 7 piezas.	Bien conservado.
M-44	Flor de peral.	45 cm x 48 cm / 32 piezas	Precisa restauración.
M-45	Flor de <i>Fuchsia</i> .	60 cm x 60 cm / 15 piezas	Bien conservado.
M-46	Flor papilionácea de leguminosas.	43 cm x 30 cm / 6 piezas.	Bien conservado.
M-47	Flor de Borago.	36 cm x 47 cm / 9 piezas.	Bien conservado.
M-48	Flor zigomorfa labiada.	52 cm x 26 cm / 6 piezas.	Bien conservado.
M-49	Flor de patata.	50 cm x 46 cm / 5 piezas.	Precisa restauración.
M-50	Flor de Linaria.	58 cm x 30 cm / 5 piezas.	Presenta rozaduras.
M-51	Flor de campanilla.	43 cm x 37 cm / 7 piezas.	Precisa restauración.
M-52	Inflorescencia de margarita.	29 cm x 62 cm / 2 piezas.	Precisa restauración.
M-53	Flósculo: flor compuesta.	44 cm x 9 cm / 5 piezas.	Bien conservado.
M-54	Flor de azucena.	56 cm x 53 cm / 14 piezas	Bien conservado.
M-55	Flor de lírio.	50 cm x 45 cm / 10 piezas	Bien conservado.
M-56	Flor de orquídea.	71 cm x 54 cm / 10 piezas	Precisa restauración.
M-57	Flor de <i>Arum maculatum</i> .	68 cm x 17 cm / 2 piezas.	Precisa restauración.
M-58	Flores masculina y femenina de pino.	20 cm x 15 cm / 2 piezas.	Bien conservado.
M-59	Flor masculina del cáñamo.	23 cm x 15 cm / única.	Precisa restauración.
M-60	Flor de gramínea trigo.	47 cm x 25 cm / 7 piezas.	Precisa restauración.
M-61	Flor de sauce.	30 cm x 20 cm / 5 piezas.	Bien conservado.
M-62	Flor de la vid.	33 cm x 17 cm / 8 piezas.	Bien conservado.
M-63	Óvulo ortótropo	34 cm x 26 cm / única.	Bien conservado.
M-64	Óvulo anátropo.	34 cm x 25 cm / única.	Bien conservado.
M-65	Óvulo campilotropo.	28 cm x 27 cm / única.	Bien conservado.
M-66	Inflorescencia en racimo.	58 cm x 10 cm / única.	Precisa restauración.
M-67	Inflorescencia en panícula.	16 cm x 18 cm / única.	Bien conservado.
M-68	Inflorescencia: corimbo.	40 cm x 33 cm / única.	Bien conservado.
M-69	Cima bipolar o dicotoma.	35 cm x 17 cm / única.	Bien conservado.
M-70	Inflorescencia: cima escorpiode.	38 cm x 23 cm / única.	Precisa restauración
M-71	Inflorescencia: cima unípara.	35 cm x 17 cm / única.	Bien conservado
M-72	Inflorescencia en umbela.	43 cm x 25 cm / única.	Precisa restauración.
M-73	Inflorescencia: umbela compuesta.	38 cm x 30 cm / única.	Bien conservado.
M-74	Inflorescencia: espiga.	56 cm x 8 cm / única.	Bien conservado.
M-75	Racimo compuesto.	40 cm x 33 cm / única.	Bien conservado.
M-76	Inflorescencia en capítulo.	24 cm x 15 cm / única.	Bien conservado.

Fuente: inventario con medidas y estado de conservación de Francisco del Baño (1999).

Anexo II. Tablas de inventarios.

Tabla 6. Colección de modelos de botánica de la casa Les Fils d'Émile Deyrolle localizados en el MUSAX del Instituto Alfonso X de Murcia.

Código	Título	Medidas	Estado
M-77	Micelio sifonado con mitosporangios de <i>Mucor mucedo</i> .	25 cm x 17 cm.	Bien conservado.
M-78	Briófito esporogonio maduro.	35 cm x 30 cm.	Bien conservado.
M-79	Helecho: pinna de un fronde con soros.	27 cm x 14 cm.	Bien conservado.
M-80	Prótalo de helecho.	35 cm x 30 cm.	Bien conservado.
M-81	Helecho: anteridio.	18 cm x 16 cm.	Bien conservado.
M-82	Helecho: arquegonio.	25 cm x 20 cm.	Bien conservado.
M-83	Helecho: embrión.	52 cm x 17 cm.	Precisa restauración.
M- 84-87	Serie germinativa de semillas de dicotiledóneas (cuatro modelos).	16 cm x 10 cm.	Bien conservado, pero faltan piezas de la serie.
M- 88-90	Serie germinativa de semillas de monocotiledóneas (tres modelos).		
M-91	Pistilo mostrando la fecundación.	58 cm x 36 cm	Parcialmente conservado Le falta el estambre.
M-92	Flor de <i>Primula</i> (primuláceas). Modelo completo.	55 cm x 16 cm	Bien conservado.

Fuente: inventario de elaboración propia durante el año 2012.

Anexo II. Tablas de inventarios.

Tabla 7. Modelos de botánica de las casas Cultura y Sogeresa localizados en el CEME, en la Facultad de Educación de la Universidad de Murcia.

Código	Título/casa fabricante	Medidas	Estado
M-93	Flor de avena/ Cultura	63 cm de altura y 13cm la peana.	Precisa restauración.
M-94	Flor del guisante/ Cultura	43 cm de altura y peana de 12,5 cm de diámetro.	Modelo incompleto. Precisa restauración
M-95 y M-96	Flor del tulipán/ Cultura	57 cm de altura y 12,5 cm la peana.	Precisa restauración.
M-97 y M-98	Flor de colza/ Cultura	54 cm de altura y peana de 13,5 cm de diámetro.	Precisa restauración.
M-99 y M-100	Flor de la vid/ Cultura	40 cm de altura y peana de 13 cm de diámetro.	Precisa restauración.
M-101	Musgo <i>Mnium cuspidatus</i> / Cultura	49 cm de altura y peana de 13 cm de diámetro.	Precisa restauración.
M-102 y M-103	Flor de clavel/ Cultura	43 cm de altura y 14 cm de diámetro de peana	Precisa restauración. Presenta rozaduras y decoloración.
M-104	Flor de la cicuta/ Cultura	40 cm de altura y peana de 13 cm de diámetro.	Precisa restauración, tiene los pétalos quebrados.
M-105 y M-106	Flor y bulbo del azafrán/ Cultura	53 cm de altura y peana de 13,5 cm de diámetro.	Precisa restauración.
M-107	Flor del rosal/ Cultura	48 cm de altura y 13 cm de diámetro de peana.	Precisa restauración. Los pétalos se caen.
M-108	Flor del trigo/ Cultura	52 cm de altura y peana de 13cm de diámetro.	Precisa restauración.
M-109	Flor de la belladona/ Cultura	61 cm de altura y peana de 13,5 cm de diámetro.	Precisa restauración.
M-110 y M-111	Flor de la patata/ Cultura	35 cm de altura y peana de 13 cm de diámetro.	Precisa restauración.
M-112	Flor de salvia/ Cultura	61 cm de altura y peana de 13 cm de diámetro.	Precisa restauración. Presenta rozaduras y decoloración.
M-113	<i>Taraxacum vulgare</i> / Cultura	53 cm de altura, peana de 17 cm de diámetro.	Precisa restauración.
M-114 y M-115	Flor del tabaco/ Cultura	47 cm de altura y peana de 13,5 cm de diámetro.	Precisa restauración.
M-116 y M-117	Flor de avellano/ Cultura	42 cm de altura y peana de 14 cm de diámetro.	Precisa restauración.
M-118 a 120	Corte del tronco de roble/ Cultura	40,5 cm de altura y peana de 25 cm de diámetro.	Bien conservado.
M-121	Inflorescencia en capítulo/ Les Fils d'Émile Deyrolle	20 cm. De altura y peana de 14,5 cm por 20 cm.	Bien conservado.
M-122	Orquídea/ Sogeresa	35 cm de altura y peana de 12,5 cm de diámetro.	Bien conservado.
M-123	Malva/ Sogeresa	43 cm de altura y 14 cm de diámetro de peana.	Bien conservado.

Fuente: inventario de elaboración propia durante el año 2010.

Tabla 8. Estado de los árboles más antiguos correspondientes al antiguo Jardín Botánico del Instituto Provincial de Segunda Enseñanza de Murcia.

Código	Especie	Medidas	Estado
SN-1	<i>Tetraclinis articulata</i> El ciprés de Cartagena, sabina mora o Araar.	1,4 m de cuerda 12 m de altura.	Goza de buena salud pero se han quebrado varias ramas.
SN-2	<i>Brahea armata</i> Palmera azul, palma gris, palma azul de Méjico.	1,61 m de cuerda 5,4 m de altura.	Perfecto estado de conservación.
SN-3	<i>Butia capitata</i> Palma de la jalea.	1,87 m de cuerda 3,6 m de altura.	En estado de senectud pero bien conservada
SN-4	<i>Casuarina cunninghamiana</i> Casuarina, pino australiano.	2,6 m de cuerda 28,12 m de altura.	Perfecto estado de conservación.
SN-5	<i>Casuarina cunninghamiana</i> Casuarina, pino australiano.	2,8 m de cuerda 18,7 m de altura.	Perfecto estado de conservación.
SN-6	<i>Erythrina crista-galli</i> Árbol coral.	1,6 m de cuerda 4,7 m de altura.	Perfecto estado de conservación.
SN-7	<i>Gleditsia triacanthos</i> La acacia de las tres espinas.	2,1 m de cuerda 11,5 m de altura.	Perfecto estado de conservación.
SN-8	<i>Ficus macrophylla</i> La higuera australiana.	4,7 m de cuerda 15,33 m de altura.	Perfecto estado de conservación.
SN-9	<i>Phoenix dactylifera</i> Palmera datilera.	1,34 m de cuerda 14,16 m de altura.	Muy amenazadas por el picudo rojo y el ataque de ratas.
SN-10	<i>Phoenix dactylifera</i> Palmera datilera.	1,62 m de cuerda 15 m de altura.	Muy amenazadas por el picudo rojo y el ataque de ratas.
SN-11	<i>Phoenix canariensis</i> Palmera canaria.	2,18 m de cuerda 12,7 m de altura.	Muy amenazadas por el picudo rojo y el ataque de ratas.
SN-13	<i>Yucca elephantipes</i> Yuca pie de elefante.	1 m de cuerda 5,5 m de altura.	Perfecto estado de conservación.

Fuente: inventario de elaboración propia durante el año 2014.

Tabla 9. Estado de los microscopios localizados en el Museo Loustau de la Facultad de Biología de la Universidad de Murcia.

Código	Casa y modelo	Características	Estado
IM-1	Leitz Modelo G 234098	Tiene dos objetivos Leitz del 6 y el 7. Ocular periplanático Leitz 8x. Se conserva el condensador.	Incompleto.
IM-2	DeWöler-Kasser s/n	Un objetivo Otto Himmler, faltan otros dos. Ocular Leitz-Wetzlar 12x. Conserva el condensador.	Incompleto con desgaste y oxidación.
IM-3	Leitz Modelo G 217577	Objetivo Leitz-Wetzlar del 3 Objetivo Leitz-Wetzlar del 6. Ocular Leitz-Wetzlar 8x. No se conserva el condensador.	Incompleto Desgastado.
IM-4	Leitz Modelo G 234272	Objetivo Leitz-Wetzlar del 3 Objetivo de inmersión x100 N.A. 1,30. Objetivo del 30x de Dobert Breslau. Ocular indeterminado 7x. Conserva el condensador.	Completo con otras piezas, sufre desgaste.
IM-5	Leitz Modelo G 213489	Objetivo Leitz-Wetzlar del 6. Objetivo 10:1x. Objetivo MN90 1,25 NOMO 7610498. Ocular 3:8x Dobert Brelau. Conserva el condensador.	Completo con otras piezas, sufre desgaste.
IM-6	Leitz Modelo G 213886	Objetivo Leitz-Wetzlar del 1. No tiene ocular y no conserva el condensador.	Incompleto y desgastado
IM-7	Himmler 20185	Objetivo Leitz Wetzlar del 1. No hay ocular. Presenta condensador	Incompleto y desgastado
IM-8	Leitz Modelo G 229885	Objetivo Dr. Wöllin Kassel x50. Objetivo Apo Oel 90 A 1:15 170/U.17 Objetivo de aumentos y marca ilegible. Ocular Leitz del 4. Presenta condensador.	Completo con otras piezas, sufre fuerte oxidación y desgaste.
IM-9	Himmler 20067	Objetivo Reichert N° 101087 Objetivo 10x de Dobert Breslau. Objetivo O. Himmler Berlin del 9. Ocular Leitz del 4.	Completo con otras piezas, sufre fuerte desgaste y oxidación.
IM-10	Thiedig & Co. 10590	Objetivo Nomo 664790 Objetivo MN 90 1,25. Objetivo Leitz del 3. Incorpora una cámara Leitz- Micca 1118.	Incompleto con otras piezas, sufre desgaste.
IM-11	Himmler. 20070	Con 2 objetivos uno de Leitz del 7 y el otro sin identificar. Ocular Leitz del 4 No se conserva el condensador. El aparato sufre oxidación.	Incompleto con otras piezas, sufre desgaste y oxidación.
IM-12	Leitz 234323	Objetivo Leitz moderno 10:1. Objetivo Himmler del número 6. Ocular Leitz del 4. No conserva el condensador.	Incompleto presenta fuerte oxidación.
IM-13	Dobert 2397	Objetivos Leitz del 7 y 3. Ocular Leitz del 4. Conserva el condensador. Platina circular.	Incompleto.

Anexo II. Tablas de inventarios.

IM-14	Carl Zeiss. 252583	Sin objetivos, ni ocular, sin condensador. Platina redonda.	Incompleto.
IM-15	Himmler 20068	Sin objetivos, sin condensador y sin ocular.	Incompleto y con oxidación.
IM-16	Leitz AA?? 215458	Sólo un objetivo Leitz del 3. Ocular Leitz del 3 y con condensador. Tiene platina redonda.	Incompleto y con oxidación.
IM-17	Dobert 2398	Sin objetivos, ocular Leitz del 4. Conserva el condensador.	Incompleto.
IM-18	Leitz Modelo AABM 215838	Microscopio binocular o monocular con tubos intercambiables. Objetivos Leitz 1, Oil inmersión x100 y Himmler x9. Oculares Leitz: uno K10x, dos del 1 y dos del 2.	Bien conservado casi completo.
IM-19	Leitz Modelo G 217919	Tres objetivos, uno de aceite de inmersión 100x, otro desconocido de 45x y uno del número 3 de Leitz. Ocular Leitz del 4.	Completo con otras piezas.
IM-20	Dobert 2402	Platina redonda. Ocular Dobert-Breslau 15x	Incompleto y sufre oxidación.
IM-21	Leitz 217615 Modelo G	Dos objetivos O. Himmler y uno de 100x de inmersión.	Completo con otras piezas.
IM-22	Himmler 20393	Ocular Leitz del 3. Dos objetivos Himmler y un objetivo Leitz del 3. Con condensador y platina cuadrada.	Incompleto.
IM-23	Dobert 2392	No conserva ni ocular ni objetivos, la platina es redonda, mantiene el condensador pero carece de espejo para iluminar.	Incompleto y con oxidación.
IM-24	Leitz Modelo E 229754	Ocular Leitz del 2. Objetivo 1 de Leitz, el resto ausentes.	Incompleto.
IM-25	Leitz 300183	Microscopio por determinar con ocular Leitz 15x.	Bien conservado.
IM-26	Himmler. 20464	Lupa de mesa con lente Himmler del 8	Bien conservado y en su caja.
IM-27	Himmler 20461	Lupa de mesa con lente Himmler del 20	Bien conservado y en su caja.
IM-28	Leitz 214370	Estereomicroscopio binocular. Dos oculares Leitz periplanaticos 6x	Bien conservado.
IM-29	Leitz 6007	Cámara fotográfica del modelo Makam 1x.	Bien conservada y en su caja.
IM-30	Leitz 1118	Cámara fotográfica Micca.	Bien conservada.
IM-31	Leitz	Zeichenokular para realizar dibujo del número dos, con algunos filtros.	Bien conservado en su caja.
IM-32	Reichert, C.	Microtomo de Minot.	Bien conservado.
IM-33	Krauss, B.	Microtomo deslizante.	Bien conservado.
IM-34	Leitz, E.	Microscopio deslizante.	Bien conservado.
IM-35	Indeterminado.	Aparato microproyector.	Bien conservado.

Fuente: inventario de elaboración propia en el año 2007.

Tabla 10. Estado de los microscopios localizados en el Museo del Instituto Alfonso X de Murcia.

Código	Modelo	Características	Estado
IM-36	Reichert 37812	Microscopio monocular de platina redonda. Posee un revolver con 3 objetivos de la marca Reichert.	Bien conservado.
IM-37	Leitz 96858	Microscopio monocular de platina redonda, con un solo objetivo.	Bien conservado con su caja original.
IM-38	Himmler	Microscopio monocular escolar.	Bien conservado.
IM-39	Indeterminado.	Microscopio monocular de platina rectangular.	Bien conservado.
IM-40	Indeterminado.	Microscopio simple.	Incompleto.

Fuente: inventario de elaboración propia en el año 2012.

Tabla 11. Estado de los microscopios localizados en el CEME.

Código	Modelo	Características	Estado
IM-41	Desconocido	Pequeño microscopio monocular de platina rectangular, con un solo objetivo entre 100 aumentos.	Bien conservado.
IM-42	HETTO	Pequeño microscopio monocular de platina rectangular, con un solo objetivo entre 100 aumentos.	Bien conservado.
IM-43	HETTO	Pequeño microscopio monocular de platina rectangular, con un solo objetivo entre 100 aumentos.	Bien conservado.

Fuente: inventario de elaboración propia en el año 2011.

Tabla 12. Inventario de preparaciones de algas de la casa Hensoldt localizadas en el Museo Loustau de la Facultad de Biología de la Universidad de Murcia.

Número	Material	Número	Material
3751	Plancton.	3778	<i>Trentepohlia jolithus</i>
3752	<i>Staurastrum</i>	3779	<i>Trentepohlia maxima</i>
3753	<i>Pediastrum</i>	3780	No encontrada.
3754	<i>Cosmarium</i>	3781	<i>Chara</i> con oogonios.
3755	<i>Closterium x Euastrum</i>	3782	<i>Spirogyra varians</i>
3756	Algas con diatomeas.	3783	<i>Micrasterias denticulata</i>
3757	<i>Cladophora</i> con diatomeas.	3784	<i>Anabaena</i>
3758	<i>Chlorangium</i> sp.	3785	<i>Stigeoclonium</i>
3759	<i>Protococcus viridis</i>	3786	<i>Schinoglonium murale</i>
3760	<i>Protococcus olivaceus</i>	3787	<i>Spirogyra majuscula</i> en copulación.
3761	<i>Polycistis</i> sp.	3788	<i>Gloeocapsa</i>
3762	<i>Conferva spec.</i>	3789	<i>Ceramium elegans</i>
3763	<i>Conferva bombycina</i>	3790	<i>Ceramium ciliatum</i>
3764	<i>Batrachospermum moniliforme</i>	3791	<i>Lomentaria</i> con oogonios.
3765	<i>Chaetophora pisiformis</i>	3792	Indeterminada.
3762	Indeterminada.	3793	<i>Asperococcus compressus</i>
3763	<i>Conferva bombycina</i>	3794	<i>Rhizoclonium hicrophynum</i>
3764	<i>Batrachospermum moniliforme</i>	3795	<i>Porphyra incostricta</i>
3765	<i>Chaetophora pisiformis</i>	3796	<i>Corallina officinalis</i>
3766	<i>Drapanaldia glomerata</i>	3797	<i>Ectocarpus siliculosus</i>
3767	<i>Oscillatoria princeps</i>	3798	<i>Laminaria</i>
3768	<i>Nostoc commune</i>	3799	<i>Bangia fuscopurpurea</i>
3769	<i>Cladophora fracta</i>	3800	Anteridio en <i>Polysiphonia</i> .
3770	<i>Spirogyra nítida</i>		
3771	<i>Oedogonium</i>		
3772	<i>Sphaerella nivalis</i>		
3773	<i>Volvox aureus</i>		
3774	<i>Vaucheria</i> con oogonios.		
3775	<i>Chroococcus</i>		
3776	<i>Scytonema myochrous</i>		
3777	<i>Stigonema ocellatum</i>		

Fuente: inventario de elaboración propia en el año 2007.

Tabla 13. Inventario de preparaciones de diatomeas de la casa Hensoldt de Wetzlar localizadas en el Museo Loustau de la Facultad de Biología de la Universidad de Murcia.

Número	Material	Número	Material
3901	<i>Achnanthes longipes</i>	3939	<i>Melosira arenaria</i>
3902	<i>Achnanthes brevipes</i>	3940	<i>Melosira crenulata</i>
3903	<i>Achnanthes brevipes</i>	3941	<i>Melosira distans</i>
3904	<i>Achnanthes salina</i>	3942	<i>Melosira nummuloides</i>
3905	No encontrada.	3943	<i>Melosira punctata</i>
3906	<i>Cymbella intermedia</i>	3944	<i>Melosira salina</i>
3907	<i>Cymbella maculata</i>	3945	<i>Melosira varians</i>
3908	No encontrada.	3946	<i>Meridion circulare</i>
3909	<i>Campylodiscus delicatus</i>	3947	<i>Meridion constrictum</i>
3910	<i>Campylodiscus costatus</i>	3948	<i>Navicula amphisbaena</i>
3911	<i>Campylodiscus muriens</i>	3949	<i>Melosira arenaria</i>
3912	<i>Campylodiscus hibernicus</i>	3950	No encontrada.
3913	<i>Cocconeis pediculus</i>	3951	<i>Navicula elliptica</i>
3914	<i>Cymatopleura hibernica</i>	3952	<i>Navicula serians</i>
3915	<i>Cymatopleura appiculata</i>	3953	<i>Nitzschia heufleriana</i>
3916	<i>Denticula thermalis</i>	3954	<i>Nitzschia lamprocarpa</i>
3917	<i>Denticula tenuis</i>	3955	No encontrada.
3918	<i>Diatoma elongatum</i>	3956	No encontrada.
3919	<i>Diatoma ehrembergi</i>	3957	<i>Odontidium mesodom</i>
3920	<i>Diatoma hiemale</i>	3958	<i>Odontidium hiemale</i>
3921	<i>Diatoma vulgare</i>	3959	No encontrada.
3922	<i>Epithemia turgida</i>	3960	<i>Pleurosigma scalprum</i>
3923-24	No encontrada.	3961	<i>Pleurosigma acuminatum</i>
3925	<i>Fragilaria capucina</i>	3962	<i>Pleurosigma hippocampus</i>
3926	<i>Fragilaria minima</i>	3963	<i>Rhizosolenia semispiralis</i>
3927	<i>Fragilaria virescens</i>	3964	<i>Scolopleura minida</i>
3928	No encontrada.	3965	<i>Stauroneis phoenicentrum</i>
3929	<i>Gomphonema constrictum</i>	3966	<i>Surirella ovata</i>
3930	<i>Gomphonema acuminatum</i>	3967	No encontrada.
3931	<i>Gomphonema olivaceum</i>	3968	No encontrada.
3932	<i>Grammatophora</i>	3969	<i>Synedra capitata</i>
3933	<i>Himanthidium arcus</i>	3970-71	No encontradas.
3934	<i>Himanthidium pectinale</i>	3972	<i>Synedra pulchella</i>
3935	<i>Isthmia enervis</i>	3975	<i>Tabellaria ventricosa</i>
3936	<i>Meromega spinescens</i>	3976	<i>Amphipleura pellucida</i>
3937	<i>Melosira borrieri</i>	3977	<i>Melosira</i> sp.

Fuente: inventario de elaboración propia en el año 2007.

Tabla 14. Inventario de preparaciones sobre citología e histología de plantas superiores de la casa Hensoldt localizadas en el Museo Loustau de la Facultad de Biología de la Universidad de Murcia.

Número	Material	Número	Material
3001	Células meristemáticas.	3038	Difícil identificación.
3002	Célula meristemática de <i>Fraxinus</i> .	3039	No encontrada.
3003	Poliedro del parénquima de <i>Sambucus</i>	3040	Vasos cribriiformes de calabaza.
3004	Célula cilíndrica de <i>Helianthus</i> .	3041	Vasos cribriiformes de aspidia.
3005	Indeterminada.	3042	Vasos reticulados <i>Taraxacum</i> .
3006	Células suberosas de <i>Quercus suber</i> .	3043	Vasos reticulados <i>Saponaria</i> .
3007	Células suberosas de <i>Rhamnus rubes</i> .	3044	<i>Raphanus</i>
3008	Células suberosas de <i>Melaleuca</i> .	3045	Vasos punteados de la madera del Tilo.
3009	Células suberosas de <i>Betula</i> .	3046	No encontrada.
3010	Células suberosas de <i>Rhamnus</i> sp.	3047	Indeterminada.
3011	Células de <i>Juncus</i> .	3048	Vasos con células <i>Robinia</i> .
3012	Celulas del colenquima de <i>Bocconia</i> .	3049	Vasos laticíferos <i>Scorzonera</i> .
3013	Célula del albumen de la semilla de <i>Podophyllum</i> .	3050	No encontrada.
3014	Célula del albumen de la semilla de <i>Podophyllum</i> .	3051	Célula porosa aislada de <i>Populus</i> .
3015	Célula del albumen de la semilla de <i>Phoenix dactylifera</i> .	3052	Conducto resinífero de <i>Pinus</i> .
3016	Indeterminada.	3053	Conductos resiníferos.
3017	Células crasas de <i>Prunus</i> .	3054	Conducto resinífero
3018	Células crasas.	3055	Difícil identificación.
3019	Células crasas de la corteza de <i>Quercus</i> .	3056	Conductos aeríferos de <i>Nuphar</i> .
3020	Células de <i>Prunus</i> .	3057	Células con aceites de <i>Citrus</i> .
3021	Células globosas.	3058	<i>Dracaena</i>
3022	Indeterminada.	3059	Vaso espiral de <i>Bocconia</i> .
3023	<i>Pinus</i>	3060	Pétalo con pelos agrupados en forma de estrella.
3024	Células leñosas de <i>Pinus</i> .	3061	Pétalos con papilas de <i>Achillea</i> .
3025	Células espirales de <i>Taxus</i> .	3062	No encontrada.
3026	Células espirales de <i>Taxus</i> .	3063	Epitelio de <i>Viola</i> .
3027	Células aisladas.	3064	No encontrada.
3028	Células aisladas de <i>Tilia</i> .	3065	Epitelio de <i>Fritillaria</i> .
3029	Células aisladas de roble.	3066	Epidermis con estomas de <i>Hedera</i> .
3030	Células libres y aisladas de <i>Cocos</i> .	3067	Epidermis con estomas de <i>Hedera</i> .
3031	No encontrada.	3068	Epidermis con estomas de <i>Iris</i> .
3032	Células libres indeterminadas.	3069	Epidermis indeterminada.
3033	Células libres rad. <i>Diptamnus</i> .	3070	Epidermis de <i>Alanthus</i> .
3034	Células libres rad <i>Diptamnus</i> .	3071	Epidermis <i>Equisetum</i> .
3035	No encontrada.	3072	Epidermis <i>Agave</i> .
3036	Indeterminada.	3073	Epidermis.
3037	No encontrada.	3074	Pétalo de <i>Campanula</i> .

Anexo II. Tablas de inventarios.

3075	Pétalo de <i>Tradescantia</i> .	3088	<i>Cirsium vulgare</i>
3076	Hoja de <i>Nerium</i> .	3089	Epidermis indeterminada.
3077	Hoja de muérdago corte transversal.	3090	Pelo pluricelular.
3078	Hoja de <i>Prunus lauroceras</i> .	3091	Pelo pluricelular.
3079	Hoja indeterminada.	3092	Pétalo de <i>Verbascum</i>
3080	Pelo glandulifero de <i>Drosera</i> .	3093	Epidermis indeterminada.
3081	Indeterminada.	3094	Pelo de <i>Borago</i> .
3082	Pétalo de <i>Antirrhinum</i> .	3095	Pelo de <i>Urtica</i> .
3083	Suber de <i>Sambucus</i> .	3096	Pelo glandulifero de <i>Verbascum</i> .
3084	Pelo de <i>Eleagnus</i> .	3097	Pelo glandulifero de <i>Tradescantia</i> .
3085	Pelo de <i>Olea</i> .	3098	Pelo glandulifero de <i>Antirrhinum</i> .
3086	Pelo de <i>Salix</i> .	3099	<i>Echium</i>
3087	Pelos de <i>Verbascum</i> .	3100	Indeterminada.

Fuente: inventario de elaboración propia en el año 2007.

Tabla 15. Inventario de preparaciones de histología anatómica vegetal de la casa Hensoldt localizadas en el Museo Loustau de la Facultad de Biología de la Universidad de Murcia.

Número	Material	Número	Material
3101	Escama de pétalo de <i>Centaurea</i> .	3136	Talo de musgo <i>Almacium</i> .
3102	<i>Phyllerium</i>	3137	Talo de alga <i>Laminaria</i> .
3103	<i>Eryngium</i>	3138	Talo de alga <i>Fucus</i> .
3104	Espina de <i>Rosa</i> .	3139	Talo de <i>Equisetum</i> .
3105	Espina de <i>Robinia</i> .	3140	Sección transversal de rizoma de helecho.
3106	No encontrada.	3141	Tallo de <i>Pteris</i> .
3107	<i>Latharaea squamaria</i>	3142	No encontrada.
3108	Cristales de oxalato.	3143	Tallo de <i>Piper</i> .
3109	Cristales de oxalato.	3144	No encontrada.
3110	Esferas cristalinas <i>Opuntia</i> .	3145	No encontrada.
3111	Oxalato cálcico en <i>Citrus</i> .	3146	Tallo de monocotiledonea de <i>Dracaena draco</i> .
3112	Cristales de <i>Agave</i> .	3147	Tallo de monocotiledonea <i>Juncus</i> .
3113	Corteza de <i>Angostura trifoliata</i>	3148	<i>Mercurialis</i>
3114	Cristales prismáticos de <i>Allium</i> .	3149	Tallo de dicotiledonea <i>Aristolochia</i> .
3115	Cristales en la corteza.	3150	No encontrada.
3116	Cristales alineados en <i>Schinus molle</i> .	3151	Tallo de dicotiledonea <i>Rosa</i> .
3117	Cristales de la hoja de <i>Ficus</i> .	3152	Tallo de dicotiledonea <i>Pisum</i> .
3118	<i>Asplenium</i>	3153	<i>Rhamnus frangula</i>
3119	Indeterminada.	3154	<i>Quercus</i> sp.
3120	Corte de patata	3155	Parte indeterminada de <i>Tilia</i> .
3121	Corteza de canelero <i>Cinnamomum</i> .	3156	<i>Betula</i>
3122	Parte indeterminada de <i>Rubia</i> .	3157	<i>Fagus silvatica</i>
3123	<i>Diospyros melanida</i>	3158	<i>Salix caprea</i>
3124	Cloroplastos en espiral de <i>Spirogyra</i> .	3159	<i>Picea excelsa</i>
3125	Cloroplastos de <i>Selaginella</i> .	3160	<i>Larix europaea</i>
3126	Cloroplastos en forma de grano.	3161	<i>Acer campestre</i>
3127	Cromatóforos de <i>Zygnema</i> .	3162	<i>Alnus glutinosa</i>
3128	Cromatóforos de <i>Zygnema</i> .	3163	<i>Junglans regia</i>
3129	Fruto de <i>Foeniculum</i>	3164	<i>Corylus</i> sp.
3130	Semilla.	3165	<i>Daphne mezerum</i>
3131	<i>Inula</i> sp.	3166	<i>Juniperus communis</i>
3132	Célula con núcleo de <i>Viscum</i> .	3167	<i>Fraxinus excelsior</i>
3133	Semilla de <i>Coffea</i> .	3168	<i>Lonicera caprifolium</i>
3134	Micelio de hongo.	3169	Tallo y hoja de <i>Fagus</i> sp.
3135	Talo del liquen.	3170	Tallo seco.
3171	<i>Taxodium distichum</i>	3186	Raíz de <i>Vitis vinifera</i>
3172	<i>Fagus</i>	3187	Raíz de <i>Syringa vulgaris</i>
3173	<i>Tilia</i>	3188	Raíz de <i>Linum</i> sp.
3174	Rayos medulares <i>Pinus</i> sp.	3189	Estolón de <i>Solanum</i> sp.

Anexo II. Tablas de inventarios.

3175	Tejido leñoso de <i>Quercus</i> sp.	3190	Cambium de <i>Pinus</i> sp.
3176	Tejido leñoso <i>Bignonia stans</i> .	3191	Cambium de <i>Populus</i> sp.
3177	<i>Abies douglasi</i> = <i>Pseudotsuga</i>	3192	Corteza de <i>Viburnum</i> sp.
3178	<i>Iris</i> sp.	3193	Corteza de <i>Pinus</i> sp.
3179	Raíz de monocotiledónea, <i>Iris</i> sp.	3194	Corteza de <i>Quercus</i> sp.
3180	Raíz de dicotiledónea, <i>Aconitum</i> sp.	3195	Difícil identificación.
3181	Bulbo de <i>Colchicum</i> sp.	3196	Polen de <i>Pinus</i> sp.
3182	Tubérculo de <i>Mirabilis jalapa</i> .	3197	Polen de <i>Picea excelsa</i> .
3183	<i>Ficus carica</i>	3198	Polen de <i>Corylus avellana</i> .
3184	Vasos del centro del pétalo de <i>Helleborus</i> sp.	3199	Polen de <i>Malva</i> sp.
3185	Raíz indeterminada.	3200	Polen de <i>Cucurbita</i> sp.

Fuente: inventario de elaboración propia en el año 2007.

Tabla 16. Preparaciones de histología anatómica vegetal realizadas por la casa Hensoldt localizadas en el Museo Loustau de la Facultad de Biología de la Universidad de Murcia.

Número	Material	Número	Material
3201	Polen de <i>Lilium</i> .	3238	Esporangio en micelio de Scleroderm
3202	Polen de <i>Fritillaria</i> .	3239	Conjugación en el alga <i>Spyrogira</i> .
3203	Polen de <i>Thuja</i> .	3240	Zigóspora del alga <i>Spirogyra</i> .
3204	Polen de <i>Salix</i> .	3241	Apotecio de Verrucaria.
3205	Polen de <i>Helianthemun</i> .	3242	Difícil identificación.
3206	Polen de <i>Junglans</i> .	3243	Apotecio de <i>Fagonia</i> .
3207	Ovario de <i>Solanum</i> .	3244	<i>Coenogonium germanicum</i> .
3208	Ovario de Iris.	3245	Arquegonio del musgo <i>Polytrichum</i> .
3209	Ovario de la flor de <i>Papaver</i> .	3246	Anteridio del musgo <i>Polytrichum</i> .
3210	Estigma.	3247	Apotecio del líquen <i>Borrera ciliaris</i> .
3211	Antera de la flor de <i>Fritillaria</i> .	3248	No encontrada.
3212	No encontrada.	3249	No encontrada.
3213	No encontrada.	3250	Musgo del género <i>Polytrichum</i> .
3214	Difícil identificación.	3251	Anteridio de <i>Fucus</i> .
3215	Exudación o latex de <i>Sonchus</i>	3252	No encontrada.
3216	No encontrada.	3253	Carpogonio de <i>Polysiphonia</i> .
3217	No encontrada.	3254	Tetráspora de <i>Polysiphonia</i> .
3218	Pelo de la semilla de <i>Populus</i> .	3255	Oogonios de <i>Oedogonium</i> .
3219	Semilla del árbol <i>Paulownia</i> .	3256	Esporangio del helecho <i>Asplenium scolopendrum</i> .
3220	No encontrada.	3257	Esporangio del helecho <i>Aspidium</i> .
3221	Pelos de la planta <i>Echium vulgare</i> .	3258	Esporangio sin determinar.
3222	Esporas del hongo <i>Lycoperdon</i> .	3259	No encontrada.
3223	Esporas del helecho <i>Echisetum</i> .	3260	Esporas de elaterios de <i>Equisetum</i> .
3224	No encontrada.	3261	Esporas del helecho <i>Lycopodium</i> .
3225	Hongo <i>Aspergillus bonidiae</i> .	3262	Diatomeas en división.
3226	Peritecio de <i>Aspergillus</i> .	3263	El briofito <i>Sphagnum</i> .
3227	División de células de <i>Gloeocapsa</i> .	3264	El briofito <i>Trichocolea</i> .
3228	Anteridio y oogonios de <i>Vaucheria</i> .	3265	Indeterminada.
3229	Gametangio de <i>Trentepholia</i> .	3266	<i>Oogonio</i> indeterminado.
3230	Oogonio de <i>Himanthidium</i> .	3267	Anteridio del alga <i>Polysiphonia</i> .
3232	<i>Laminaria saccharina</i> .	Fuente: inventario de elaboración propia en el año 2007.	
3233	Esporas de <i>Echisetum</i> .		
3234	<i>Schizostega</i>		
3235	Zoosporas de <i>Spacelaria</i> .		
3236	<i>Agaricus muscarius</i>		
3237	Esporangio y el micelio de <i>Tuber</i> .		

Tabla 17. Preparaciones de maderas de la casa Hensoldt localizadas en el Museo Loustau de la Facultad de Biología de la Universidad de Murcia.

Número	Material	Número	Material
3401	<i>Abies pectinato</i>	3437	<i>Caria alba</i>
3402	<i>Abies douglasi</i>	3438	<i>Carpinus betulus</i>
3403	<i>Abies lasiocarpa</i>	3439	<i>Cedrus libani</i>
3404	<i>Abies canadiensis</i>	3440	<i>Cedrus deodara</i>
3405	<i>Acacia nilotica</i>	3441	<i>Cedrela brasiliensis = C. fiffilis</i>
3406	<i>Acacia arabica</i>	3442	<i>Cedrela toana = Toona ciliata</i>
3407	<i>Acacia</i>	3443	<i>Celtis occidentalis</i>
3408	<i>Acer pseudo platanus</i>	3444	<i>Citrus medica</i>
3409	<i>Acer campestre</i>	3445	<i>Citrus limonum</i>
3410	<i>Acer platanoides</i>	3446	<i>Citrus aurantium dulce</i>
3411	<i>Acer saccharinum</i>	3447	<i>Cinamomum ceylanicum</i>
3412	<i>Aesculus hippocastanum</i>	3448	<i>Ceratonia siliqua</i>
3413	<i>Agave atrovirens</i>	3449	Indeterminada.
3414	<i>Ailanthus glandulosa</i>	3450	<i>Crataegus nigra</i>
3415	<i>Alnus incana</i>	3451	No encontrada.
3416	<i>Alnus glutinos</i>	3452	<i>Coffea arabica</i>
3417	<i>Amygdalus communis</i>	3453	<i>Coryllus avellana</i>
3418	<i>Amygdalus persica</i>	3454	<i>Cornus sanguinea</i>
3419	<i>Araucaria brasiliensis</i>	3455	<i>Cupressus funebris</i>
3420	<i>Araucaria imbricata</i>	3456	<i>Citrus Laburnum</i>
3421	<i>Arbutus unedo</i>	3457	<i>Dalbergia latifolia</i>
3422	<i>Artocarpus integrifolia</i>	3458	<i>Diospyros melanida</i>
3423	<i>Betula papyracea</i>	3459	<i>Diospyros glutinosa</i>
3424	<i>Betula verrucosa = B. pendula</i>	3460	<i>Eleagnus angustifolia</i>
3425	<i>Betula pubescens</i>	3461	<i>Eucalyptus globulus</i>
3426	<i>Betula alba</i>	3462	<i>Euonymus europaensis</i>
3427	<i>Bignonia indica</i>	3463	<i>Ficus carica</i>
3428	<i>Biota orientalis</i>	3464	<i>Ficus religiosa</i>
3429	<i>Broussoneta papyrifera</i>	3465	<i>Ficus sp.</i>
3430	<i>Buxus sempervirens</i>	3466	<i>Fagus sylvatica</i>
3431	<i>Casuarina sp.</i>	3467	<i>Fraxinus excelsior</i>
3432	<i>Cassia fistula</i>	3468	<i>Gleditsia</i>
3433	<i>Castanea vesca</i>	3469	<i>Hedera helix</i>
3434	<i>Camelia japonica</i>	3470	<i>Hippomane menciella</i>
3435	Indeterminada.	3471	<i>Hippophae rhamnoides</i>
3436	<i>Caryoptyllus aromaticus</i>	3472	<i>Juniperus communis</i>

Anexo II. Tablas de inventarios.

3473	<i>Juniperus drupacea</i>	3488	<i>Morus alba</i>
3474	<i>Juniperus virginiana</i>	3489	<i>Myristica moschata</i>
3475	<i>Juglans regia</i>	3490	<i>Myrthus communis</i>
3476	<i>Juglans nigra = Ocotea obtusata</i>	3491	<i>Olea europaea</i>
3477	<i>Laurus cupularis</i>	3492	Indeterminada.
3478	<i>Laurus nobilis</i>	3493	<i>Picea excelsa</i>
3479	<i>Laurus sp.</i>	3494	<i>Picea obovata</i>
3480	<i>Larix sp.</i>	3495	<i>Picea rigida</i>
3481	<i>Larix europaea</i>	3496	<i>Pinus silvestris</i>
3482	<i>Liriodendron tulipifera</i>	3497	<i>Pinus strobus</i>
3483	<i>Mangifera indica</i>	3498	<i>Pinus halepensis</i>
3484	<i>Melaleuca foliosa</i>	3499	<i>Pinus hanniltoni</i>
3486	<i>Mespilus coccinea</i>	3500	<i>Pinus pinea</i>
3487	Indeterminada.		

Fuente: inventario de elaboración propia en el año 2007.

Tabla 18. Preparaciones de histología anatómica vegetal de la casa Hensoldt localizadas en el Museo Loustau de la Facultad de Biología de la Universidad de Murcia.

Número	Material	Número	Material
3501	<i>Pinus cembra</i>	3536	<i>Strelitzia angusta</i>
3502	<i>Physocalymna floribundum</i>	3537	Indeterminada.
3503	<i>Pistacia terebinthus</i>	3538	<i>Syringo</i>
3504	<i>Platanus orientalis</i>	3539	<i>Syringa vulgaris</i>
3505	<i>Populus nigra</i>	3540	<i>Tamarix gallica</i>
3506	<i>Populus italica</i>	3541	<i>Taxodium distichum</i>
3507	<i>Populus tremula</i>	3542	<i>Tilia platyphyllos</i>
3508	<i>Populus canadensis</i>	3543	<i>Tilia parvifolia</i>
3509	<i>Prunus armeniaca</i>	3544	<i>Taxus baccata</i>
3510	<i>Prunus mahaleb</i>	3545	<i>Tiliacora acuminata</i>
3511	<i>Prunus domestica</i>	3546	<i>Ilex aquifolium</i>
3512	<i>Prunus avium</i>	3547	Indeterminada.
3513	<i>Prunus padus</i>	3548	Indeterminada.
3514	<i>Pterocarya fraxinifolia</i>	3549	No encontrada.
3515	<i>Punica granatum</i>	3550	<i>Ulmus campestris</i>
3516	<i>Pyrus malus</i>	3551	<i>Ulmus effusa</i>
3517	<i>Pyrus communis</i>	3552	<i>Vitis vinifera</i>
3518	<i>Quercus rubra</i>	3553	<i>Wellingtonia gigantea</i>
3519	No encontrada.	3554	<i>Terminalia tomentosa</i>
3520	<i>Quercus coccinea</i>		
3521	<i>Quercus sessiliflora</i>		
3522	No encontrada.		
3523	<i>Rhamnus cathartica</i>		
3524	<i>Rhus cotinus= Cotinus coggygria</i>		
3525	<i>Ribes rubrum</i>		
3526	No encontrada.		
3527	<i>Salix viminalis</i>		
3528	<i>Salix alba</i>		
3529	<i>Salix capraea</i>		
3530	<i>Sapindus saponarius</i>		
3531	<i>Sambucus nigra</i>		
3532	<i>Schinus molle</i>		
3533	<i>Sideroxylon cinereum</i>		
3534	<i>Sorbus domestica</i>		
3535	<i>Staphyllea populnea</i>		

Fuente: inventario de elaboración propia en el año 2007.

Anexo III
EJEMPLOS DE FICHAS DE LOS MATERIALES
ESTUDIADOS

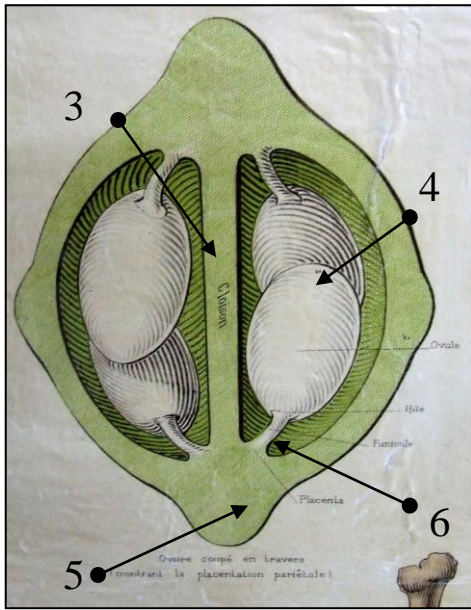
Denominación: Lámina de la planta del alhelí.		Código de ficha: L-3.
Descripción: Se ilustra la morfología de la planta del alhelí, <i>Cheirantus cheiri</i> , de la familia de las crucíferas.		
Datación: 1916-1929.	Procedencia: Gabinete de Biología de la antigua Facultad de Ciencias de la Universidad de Murcia.	Localización: Museo Loustau. Facultad de Biología. Universidad de Murcia.
Niveles educativos: Educación universitaria y superior.		
Datos técnicos: Litografía en color sobre tela sujeta con dos listones de madera a modo de pinza en la parte superior e inferior.		
Estado de conservación: Tiene deteriorados los colores. La lámina está plastificada para su conservación futura.		
Dimensiones: 1,15 por 0,90 metros.	Número de serie: 29.	
Constructor: Les Fils d'Émile Deyrolle.	País: Francia.	
Funcionamiento: La lámina es un recurso visual auxiliar de apoyo a las clases teóricas se coloca bien en las paredes del centro a modo de exposición o en un lugar preferente a la hora de explicar un tema.		
Uso didáctico: ilustrar la morfología de la planta del alhelí representando el porte de la planta y su inflorescencia, un corte longitudinal de la flor y un corte anatómico en visión transversal del ovario. También muestra caracteres morfológicos relevantes para la taxonomía como el fruto característico de esta familia, la silicua, fruto capsular con dehiscencia septicida, más veces largo que ancho.		

Imágenes:

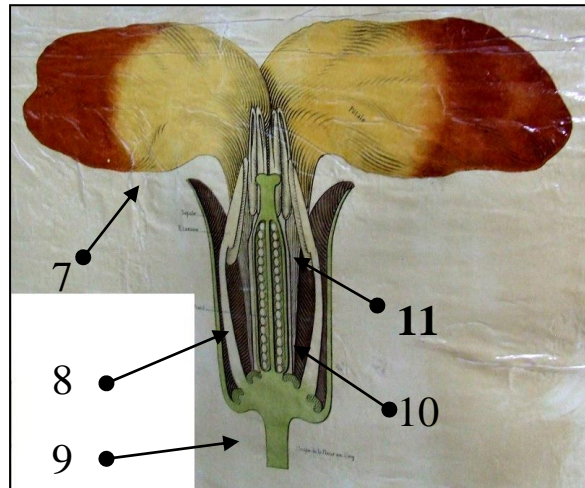


Visión general de la lámina y detalle de las flores de alhelíes (1) y los frutos en silicua (2), la disposición de las flores es en racimo simple.

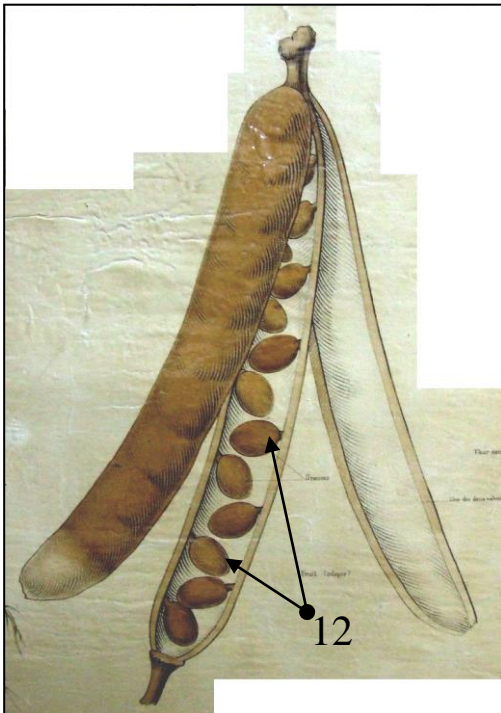
Anexo III. Ejemplos de fichas de los materiales estudiados.



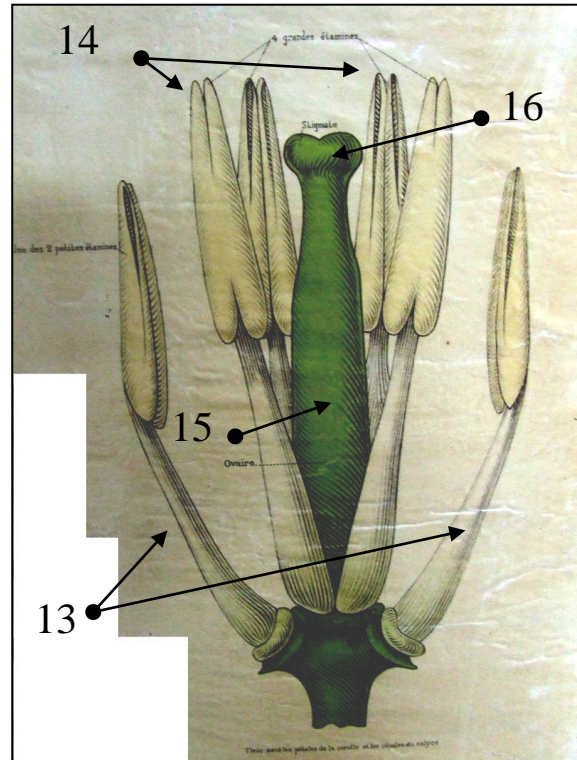
Ovario en visión transversal, posee un tabique tabicado o replo (3) con los óvulos (4) unidos a las paredes de la placenta (5) mediante un cordoncito llamado funículo (6).



Corte longitudinal de la flor, en el que se han retirado dos de los cuatro pétalos (7), se pueden ver los estambres (8) y nectarios en la base de los estambres de color verde intenso (9), el ovario (10) súpero (por encima de pétalos y sépalos) y sésil (sin pie) además tiene un estilo corto (11). El gineceo son dos carpelos soldados.



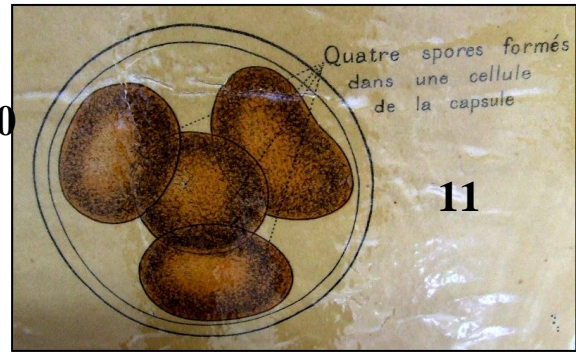
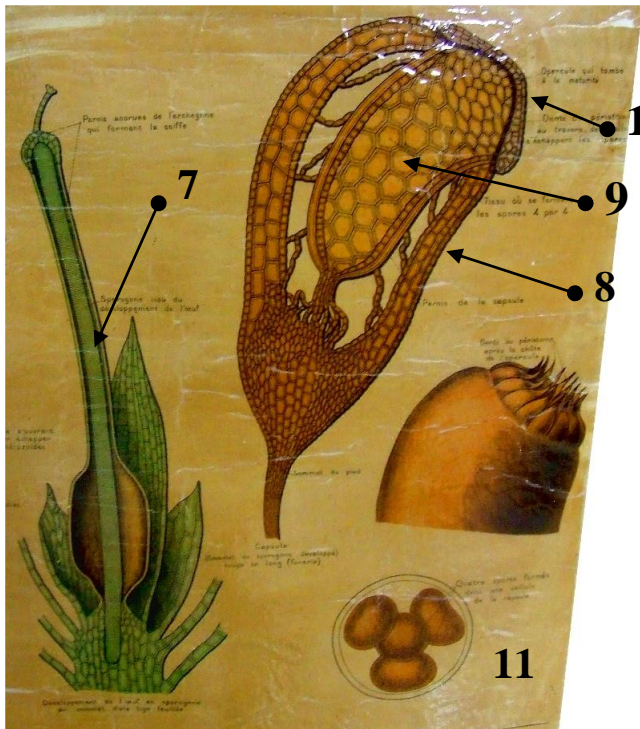
Fruto en silicua, dejando caer las semillas (12). Es un fruto sincárpico. La silicua tiene forma angosta y prolongada, por lo menos dos veces más larga que ancha. Se abre por dehiscencia en dos valvas que empiezan a separarse por la parte inferior del fruto.



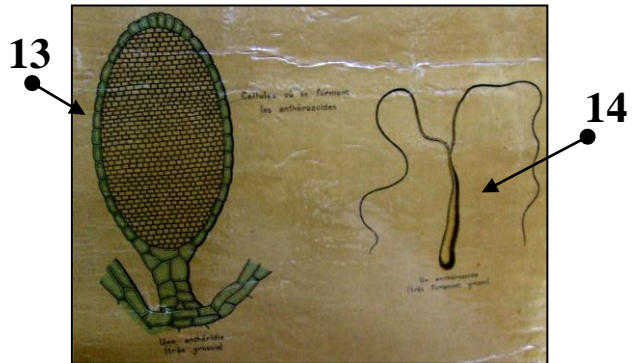
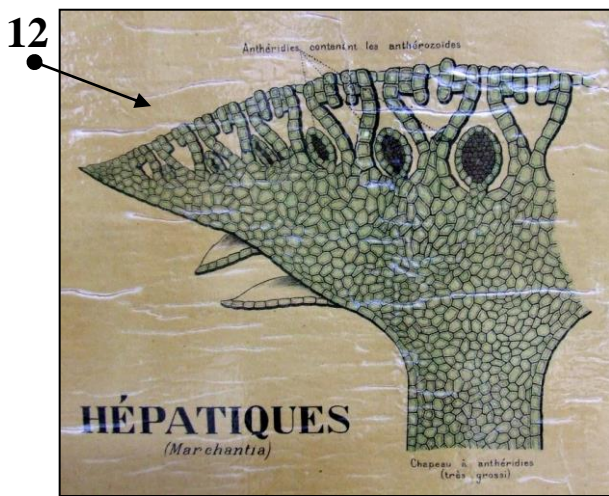
Flor sin las piezas exteriores (sépalos y pétalos). Se observan los seis estambres tetradinámos: dos más cortos (13) en el verticilo externo y los otros cuatro más largos (14), en el gineceo se ve el ovario (15) y el estigma (16).

Denominación: Lámina de la reproducción de briófitos.		Código de ficha: L-25.
Descripción: Se ilustra la reproducción de briófitos, con el caso de un musgo <i>Funaria</i> y el de la hepática <i>Marchantia</i> .		
Datación: 1916-1929.	Procedencia: Gabinete de Biología de la antigua Facultad de Ciencias de la Universidad de Murcia.	Localización: Museo Loustau. Facultad de Biología. Universidad de Murcia.
Niveles educativos: Educación universitaria y superior.		
Datos técnicos: Litografía en color sobre tela sujeta con dos listones de madera a modo de pinza en la parte superior e inferior.		
Estado de conservación: Bien conservada, además esta lámina está plastificada para su conservación futura.		
Constructor: Les Fils d'Émile Deyrolle.	País: Francia.	
Dimensiones: 1,15 por 0,90 metros.	Número de serie: 59.	
Funcionamiento: La lámina es un recurso visual auxiliar de apoyo a las clases teóricas se coloca bien en las paredes del centro a modo de exposición o en un lugar preferente a la hora de explicar un tema.		
Uso didáctico: En primer término explica el ciclo reproductivo de un musgo con el desarrollo del protonema a partir de la germinación de una espора, sobre el protonema dibuja el desarrollo de las pequeñas hojas; de la siguiente fase presenta un corte del arquegonio con la oosfera y los anteridios con los anterozoides; mediante un corte longitudinal nos presenta la cápsula que libera las esporas en el musgo del género <i>Funaria</i> . Otro grupo que se puede estudiar es el de las hepáticas en concreto el género <i>Marchantia</i> con varios dibujos donde se observan los anteridios en los pies masculinos y los arquegonios en los pies femeninos.		
Imágenes:		
<p>Visión general de la lámina dividida en dos partes, la superior dedicada a musgos con el ejemplo de <i>Funaria</i> y la inferior dedicada a las hepáticas con el género <i>Marchantia</i>.</p>		<p>El protonema (1) y algunos brotes con los primeros filidios (2), visión exterior del anteridio (3), los anterozoides (4), el arquegonio en corte longitudinal (5) mostrando la oosfera (6) y su fecundación y maduración.</p>

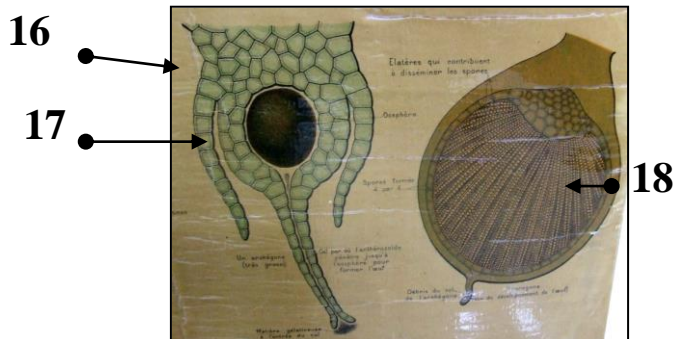
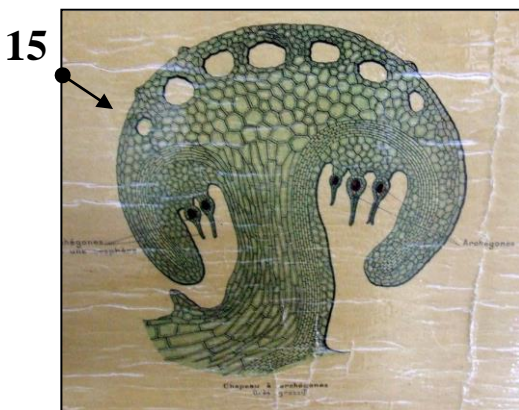
Anexo III. Ejemplos de fichas de los materiales estudiados.



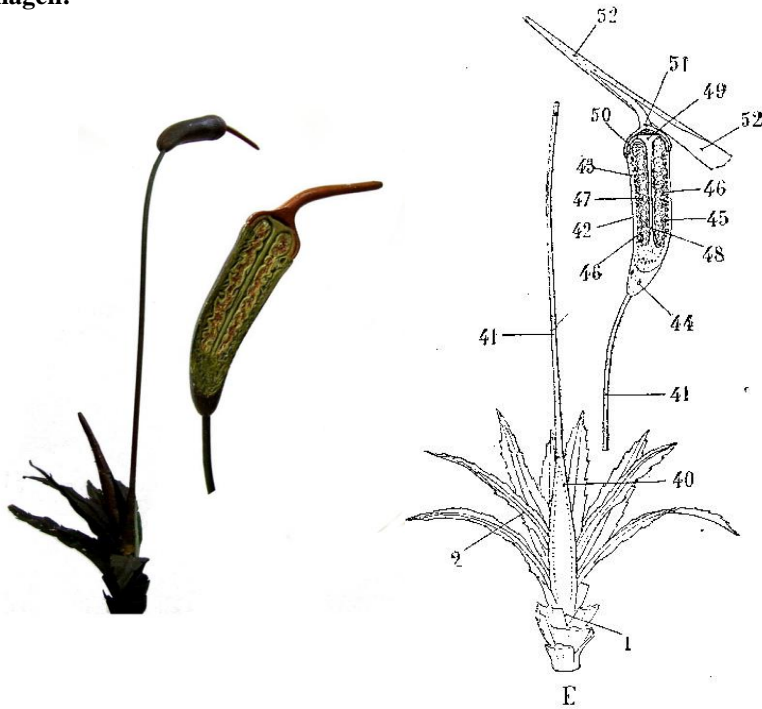
Esporogonio en desarrollo (7), cápsula (8), tejido formador de esporas (9), opérculo que se abre en la madurez (10), cuatro esporas formadas en una célula de la cápsula (11).


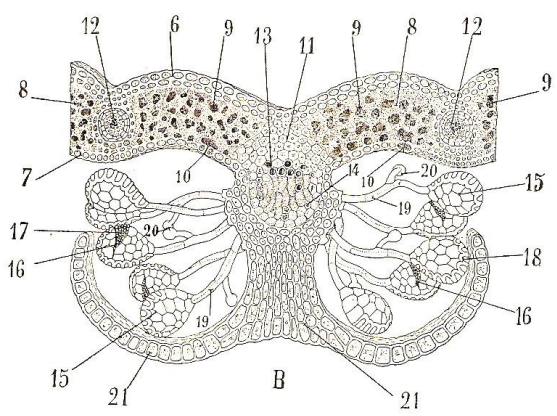



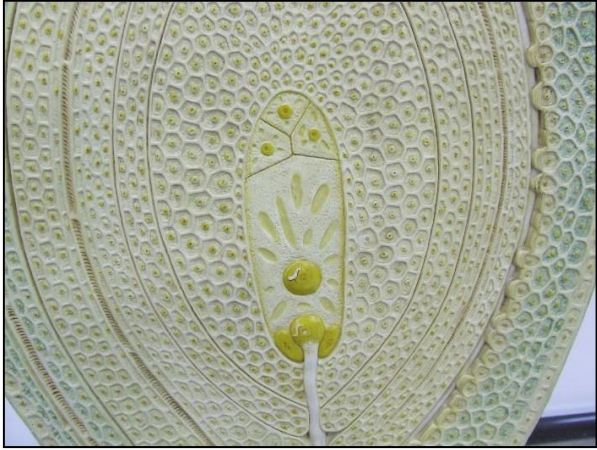
Corte longitudinal de un pie masculino de la hepática *Marchantia* (12), en la que se pueden ver el anteridio (13) y el anterozoide (14).

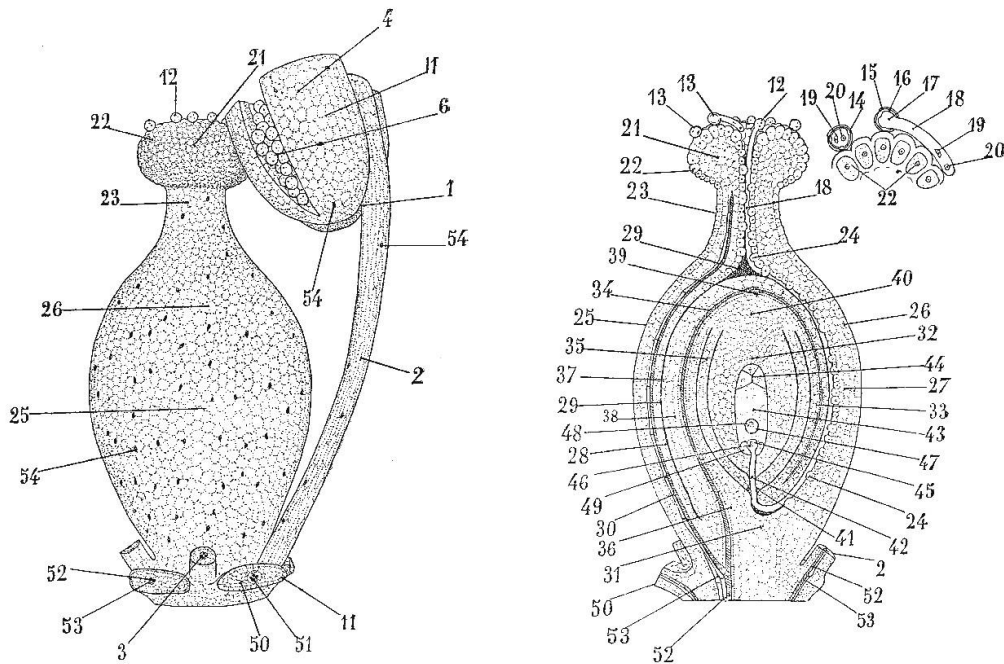


Corte longitudinal de un pie femenino de la hepática *Marchantia* (15), en la que se pueden ver el arquegonio (16) la oosfera (17) y el esporogonio (18).

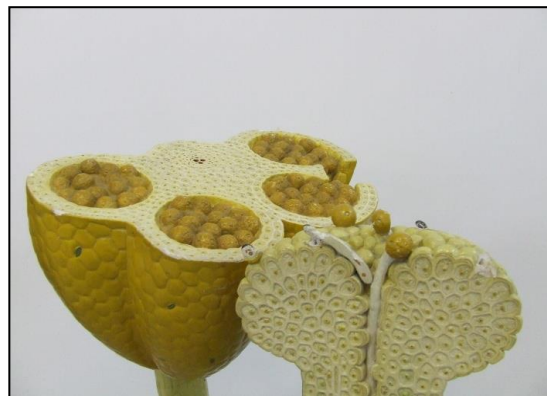
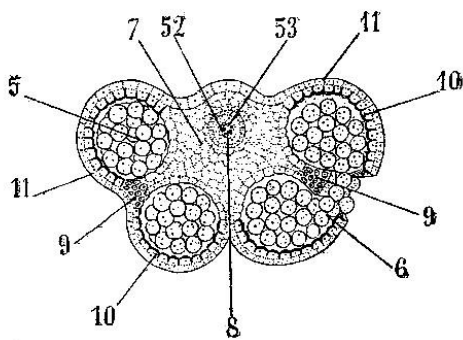
Denominación: Modelo de gametófito y esporófito de musgo.		Código de ficha: M-11.
Descripción: El modelo reproduce un corte longitudinal del esporogonio del musgo <i>Atrichum undulatum</i> .		
Datación: 1916- 1929.	Procedencia: Gabinete de Biología de la antigua Facultad de Ciencias de la Universidad de Murcia.	Localización: Museo Loustau. Facultad de Biología. Universidad de Murcia.
Niveles educativos: Educación universitaria y superior.		
Datos técnicos: Reproducción en escayola, y metal de 32 por 9 cm. Una sola pieza giratoria con dos caras.		
Estado de conservación: Bien conservado.		
Constructor: Les Fils d'Émile Deyrolle.		País: Francia.
Dimensiones: 54 cm por 19 cm.		Número de serie: 11 (catálogo de F. del Baño).
<p>Funcionamiento: El modelo es un recurso visual auxiliar de apoyo a las clases teóricas y en las prácticas de disección. Es giratorio sobre una peana de madera, y funciona a modo de presentación tridimensional pudiendo ser observado por toda la clase. Mediante los esquemas que la casa Deyrolle facilitaba junto a los modelos, el profesor encontraba la guía con las leyendas explicativas y el esquema con la numeración de cada uno de los elementos más importantes. Está aumentada 30 veces del natural permitiendo la observación de estructuras que solo se pueden ver con lupa y microscopio.</p>		
<p>Uso didáctico: Ilustrar las explicaciones sobre la reproducción en briófitos y su ciclo. Este modelo muestra la fase de esporogonio maduro, cuenta con un pedicelo (o seta) de dos a cuatro centímetros y con una cápsula (esporangio) que es el órgano que produce las esporas y las dispersa. Esta cápsula tiene formas diversas y puede servir para distinguir unas especies de otras, en <i>Atrichum undulatum</i>, la cápsula es cilíndrica e inclinada de tres a cuatro milímetros de largo con un pico prominente en la tapadera de la cápsula. El pie o pedículo de color rojizo sostiene la cápsula del esporogonio. Por encima de la cápsula queda la cofia, una especie de caperuza en la punta que es la mitad superior rasgada y acrecida del arquegonio, que es arrastrada por el esporogonio en su crecimiento.</p>		
<p>Imagen:</p>  <p>El dibujo del catálogo muestra el esquema numerando las partes que se pueden reconocer: Caulidio equivalente al tallo en briófitos (1), conjunto de filidios (similares a las hojas en briófitos) que rodean el arquegonio formando el periquecio (2), vagínula o membrana arquegonial que persiste en la base de la seta del esporogonio (40), pedicelo o seta (41), cápsula o esporangio (42), pared de la cápsula (43), lagunas aeríferas (45), sacos de esporas (46), esporas (47), columela (48), epifragma (49) y peristoma (50), opérculo (51) y cofia (52) resto del arquegonio.</p>		

Denominación: Modelo soro o grupos de esporangios de helecho macho.		Código de ficha: M-15.
Descripción: El modelo reproduce un corte transversal de una pínula de un fronde del helecho macho, <i>Dryopteris filix-mas</i> , de la familia dryopteridáceas.		
Datación: 1916- 1929.	Procedencia: Gabinete de Biología de la antigua Facultad de Ciencias de la Universidad de Murcia.	Localización: Museo Loustau. Facultad de Biología. Universidad de Murcia.
Niveles educativos: Educación universitaria y superior.		
Datos técnicos: Reproducción en escayola, y metal. Una sola pieza giratoria con dos caras.		
Estado de conservación: Bueno.		
Constructor: Les Fils d'Émile Deyrolle.		País: Francia.
Dimensiones: 34 cm por 18 cm.		Número de serie: 15 (catálogo de F. del Baño).
<p>Funcionamiento: El modelo es un recurso visual auxiliar de apoyo a las clases teóricas y en las prácticas de disección, es giratorio sobre peana de madera y puede ser observado por toda la clase a modo de presentación tridimensional que. Este modelo es una única pieza de escayola y carece de interacción, es decir, que sus piezas no pueden separarse. Se podía hacer girar el modelo mostrando ambos lados a los alumnos. Mediante los esquemas que la casa Deyrolle facilitaba junto a los modelos, el profesor encontraba la guía con las leyendas explicativas y el esquema con la numeración. Esta representación está aumentada 200 veces del natural permitiendo la observación estructuras que solo se pueden ver con lupa o microscopio.</p>		
<p>Uso didáctico: Ilustrar las explicaciones sobre la reproducción en los helechos, se puede enseñar las agrupaciones de los esporangios en el interior de los soros, bajo la pínula, este modelo es ideal para guiar a los alumnos en la forma de hacer una buena disección para la realización de este corte transversal que ha de ser muy preciso.</p>		
		
<p>Visión del modelo mostrando el corte transversal de una pínula de un fronde del helecho con el detalle de los dos soros y los esporangios en su interior.</p>		<p>El dibujo del catálogo muestra el esquema numerando las partes que se pueden reconocer: 6. epidermis superior (6), epidermis inferior (7), parénquima (8), lagunas (9), estomas (10), nervios (11 y 12), vasos espirales y cribosos (13 y 14), esporangios (15), esporangio dehiscente (16), pedicelo de esporangio (19) y corte del indusio (21).</p>


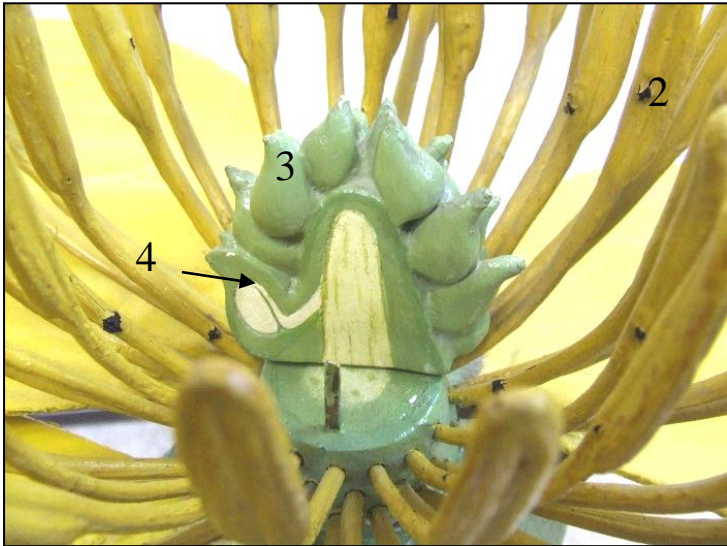

Denominación: Modelo de la fecundación de una flor.		Código de ficha: M-24.
Descripción: El modelo reproduce la anatomía y el proceso de la fecundación de una flor hermafrodita.		
Datación: 1916-1929.	Procedencia: Gabinete de Biología de la antigua Facultad de Ciencias de la Universidad de Murcia.	Localización: Museo Loustau. Facultad de Biología. Universidad de Murcia.
Niveles educativos: Educación universitaria y superior.		
Datos técnicos: Reproducción en escayola y metal.		
Estado de conservación: Bueno.		
Constructor: Les Fils d'Émile Deyrolle.		País: Francia.
Medidas: 58 cm por 36 cm.		Número de serie: 37 (catálogo de F. del Baño).
<p>Funcionamiento: El modelo al ser giratorio sobre peana de madera, funciona a modo de presentación tridimensional y puede ser observado por toda la clase al estar aumentado 100 veces del natural. Está compuesto por dos piezas el gineceo y el androceo ofreciendo interacción al poder separar los, además tenemos un corte transversal de la antera y un corte longitudinal del gineceo. Deyrolle facilitaba junto a los modelos, el profesor encontraba la guía con las leyendas explicativas y el esquema con la numeración. Esta representación está aumentada del natural permitiendo la observación de estructuras que solo se pueden ver con lupa e incluso microscopio.</p> <p>Uso didáctico: Desde el punto de vista didáctico nos interesa observar la formación del polen con un corte transversal de la antera que deja ver los sacos polínicos y la forma en que se libera el polen, dejando ver la estructura del grano mediante un corte estudiando la exina y la intina. Una vez llega el polen al estigma y germina podemos estudiar la formación del tubo polínico desde el estigma al ovario a través del estilo, se pueden reconocer un núcleo reproductor que se dividirá para formar dos anterozoides y el núcleo vegetativo que desaparece cuando el extremo del tubo polínico llega a contactar con el saco embrionario. Podemos reconocer otras estructuras como la placenta; el óvulo, el saco embrionario, las células antípodas y la oosfera. La figura representa el caso de un ovario unilobulado, de óvulo anátropo, doblado sobre su pedúnculo o funículo.</p>		
Imágenes:		
		
<p>El tubo polínico, producido por el polen vejeta por entre el tejido conductor papilar a través del estilo, y del ovario, guiado por este tejido conductor llega hasta el micrópilo del óvulo, por donde se introduce alcanzando el saco embrionario dejando allí libres los anterozoides. Uno de estos se une con el núcleo de la oosfera y el otro viene a fusionarse con el núcleo de la célula madre del albumen.</p>		

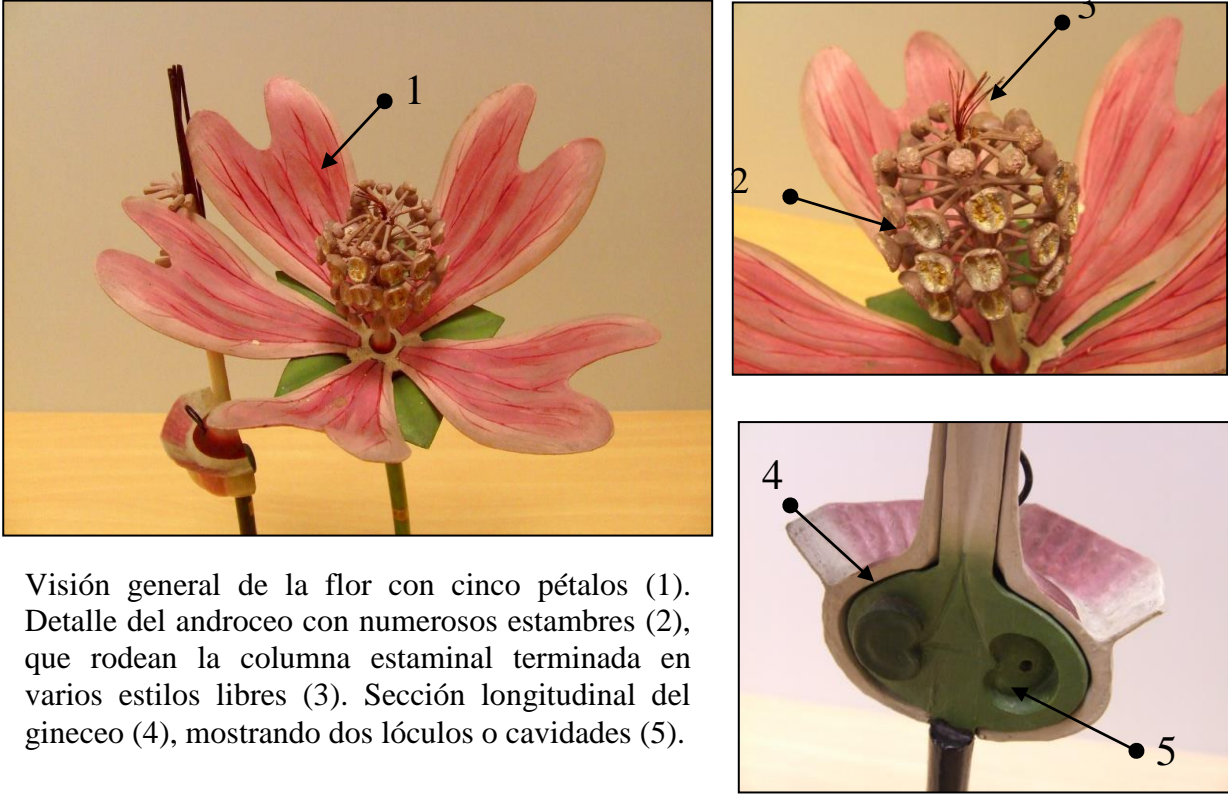


El dibujo del catálogo muestra el esquema numerando las partes que se pueden reconocer: estambre (1-2), haces libero-leñosos del estambre (3), corte transversal de la antera (4), sacos polínicos y polen (5) sacos polínicos abiertos (6), parénquima conectivo (7), haces libero-leñosos del tejido conectivo (8), esclerénquima intermedio (9), apertura mecánica (10), epidermis (11), granos de polen germinando sobre el estigma (12), cortes de granos de polen (13-15), poros (14), exina (15), intina (16), protoplasma (17), tubo polínico (18), núcleo reproductor que se dividirá para formar dos anterozoides (19), núcleo vegetativo que desaparece cuando el extremo del tubo polínico llega a contactar con el saco embrionario (20), estigma (21), papilas del estigma (22), estilo (23), tejido conductor (24), ovario (25), epidermis (26), parénquima del ovario (27), epidermis interna del ovario (28), cavidad del ovario (29), haces libero-leñosos del ovario (30), placenta (31), óvulo (32), tegumento externo (33), haces libero-leñosos del tegumento externo (34), tegumento interno del óvulo (35), funículo (36), rafe (37), hilo (38), chalaza (39), nucela o nuececilla (40), micrópilo (41), tubo polínico atravesando el micrópilo (42), saco embrionario (43), células antípodas (44) y oosfera (45).



Dibujo del corte transversal de la antera y en la imagen de la derecha el corte en el modelo con la polinización del grano de polen al llegar al estigma del pistilo, con la formación del tubo polínico.



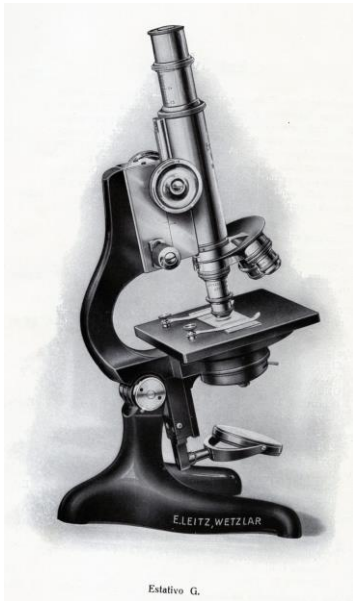

Denominación: Modelo de la flor de <i>Ranunculus</i> .		Código de ficha: M-38.
Descripción: El modelo reproduce una flor de botón de oro, <i>Ranunculus</i> sp., de la familia ranunculáceas.		
Datación: 1916-1929.	Procedencia: Gabinete de Biología de la antigua Facultad de Ciencias de la Universidad de Murcia.	Localización: Museo Loustau. Facultad de Biología. Universidad de Murcia.
Niveles educativos: Educación universitaria y superior.		
Datos técnicos: Reproducción giratoria y desmontable en escayola, cartón piedra y metal. Con 5 piezas de pétalos que se pueden separar y gran cantidad de estambres. El gineceo también puede abrir y observar su estructura interna.		
Estado de conservación: Precisa restauración, presenta algunas rozaduras		
Constructor: Les Fils d'Émile Deyrolle.		País: Francia.
Dimensiones: 43 cm por 45 cm.		Número de serie: 50 (catálogo de F. del Baño).
Funcionamiento: El modelo es giratorio sobre peana de madera, funciona a modo de presentación tridimensional y está aumentado del natural de forma que puede ser observado por toda la clase. Está compuesto por 7 piezas de escayola y cartón ofreciendo interacción al poder separar los pétalos y poder hacer un corte longitudinal y transversal del gineceo.		
Uso didáctico: Ilustrar las explicaciones del profesor sobre la reproducción en vegetales y conceptos como la diversidad de especies, géneros y familias. Explicar la taxonomía y la organografía de esta flor actinomorfa con cinco sépalos verdes, cinco pétalos amarillos y gran cantidad de estambres.		
Imágenes:		
		
	<p>Vista de la flor en general (1). Detalle de la flor en sección longitudinal, los estambres se disponen en espiral (2) y los carpelos libres alrededor de un conceptáculo (3). Cada carpelo tiene un solo óvulo (4).</p>	

Denominación: Modelo de flor de malva.		Código de ficha: M-123.
Descripción: El modelo reproduce una flor de malva, <i>Malva silvestris</i> , de la familia malváceas.		
Datación: s.d.	Procedencia: Gabinete de Historia Natural de la antigua Escuela Normal de Murcia	Localización: CEME. Facultad de Educación. Universidad de Murcia.
Niveles educativos: Educación universitaria y superior.		
Datos técnicos: Modelo desmontable realizado en cartón piedra con piezas en escayola y metal.		
Estado de conservación: Bien conservado, apenas presenta rozaduras.		
Constructor: Sogeresa.		País: España.
Dimensiones: 43 cm de altura, peana de 14 cm de diámetro.		Número de serie: 92
Funcionamiento: El modelo es un recurso visual auxiliar de apoyo a las clases teóricas y en las prácticas de disección. Funciona a modo de presentación tridimensional y puede ser observado por toda la clase, está insertado en la peana de madera.		
Uso didáctico: Ilustrar las explicaciones sobre la reproducción en vegetales y conceptos como la diversidad de especies, géneros y familias. Explicar la taxonomía y la organografía de una flor regular típica de malváceas. El cáliz está formado por una sola pieza de cinco sépalos soldados en forma de tubo (connados), la corola es de cinco pétalos soldados en su base (adnatos), los estambres son numerosos (hasta 60) reunidos en torno a la columna estaminal.		
Imágenes:		
 <p>Visión general de la flor con cinco pétalos (1). Detalle del androceo con numerosos estambres (2), que rodean la columna estaminal terminada en varios estilos libres (3). Sección longitudinal del gineceo (4), mostrando dos lóculos o cavidades (5).</p>		

Anexo III. Ejemplos de fichas de los materiales estudiados.

Denominación: Ejemplar de sabina de Cartagena.		Código de ficha: SN-1
Descripción: Ejemplar de " <i>Tetraclinis articulata</i> . Nombre común: sabina de Cartagena, Araar o sabina mora. Pertenece a la familia de las cupresáceas, tiene 1,4 m de cuerda y 12 m de altura, las pequeñas ramas están comprimidas, articuladas y son fácilmente quebradizas. Hojas pequeñas a manera de escamas.		
Datación: finales de siglo XIX.	Procedencia: El área natural de distribución de esta especie es la mediterránea.	Localización: Jardín Botánico del Malecón (Murcia).
Niveles educativos: Educación de adultos, educación especial, formación profesional y técnica, educación en ámbitos no formales, educación universitaria y superior, educación primaria, y educación secundaria.		
Estado de conservación: Goza de buena salud pero era utilizado como poste eléctrico y como resultado se han quebrado varias ramas.		
Funcionamiento: Los jardines botánicos respaldan la parte teórica del aprendizaje de la botánica mediante la observación y la interacción con las plantas, en el entorno del centro educativo, de manera accesible. Las colecciones de plantas permiten el reconocimiento de distintas estructuras morfológicas. Apoyan la percepción de la dimensión de la diversidad biológica y se identifican sus principales usos para el ser humano.		
Uso didáctico: Reconocer las características taxonómicas de las cupresáceas, y en especial de las características especiales de la sabina de Cartagena. Como reconocer las hojas escamosas y el tipo de fruto. Importancia de su ecología, y biogeografía, esta especie se encuentra en las sierras de Cartagena y en el norte de África desde Marruecos hasta Túnez, y en la Isla de Malta. Conceptos botánicos como gábulos, hoja escamosa, iberonorteafricanismo.		
Etnobotánica: Se utilizaba su resina que fluye o se hace fluir de la corteza del tronco y de las ramas, la llamada sandácara, de olor balsámico, que recuerda el de la trementina. Entre los usos de la resina (sandácara) está la de servir de cementos dentales y uso en la industria de barnices.		
Observaciones: Es muy posible que esta sabina sea uno de los ejemplares del Jardín Botánico del Instituto Provincial de Murcia, donde los alumnos de Agricultura e Historia Natural realizaban sus prácticas.		
Imágenes:		
Detalle de la corteza escamosa.		
Detalle de los frutos en gábulos.		
Panorámica general.		

Anexo III. Ejemplos de fichas de los materiales estudiados.

Denominación: Microscopio óptico Leitz-Wetzlar 234098.		Código de ficha: IM-1.
Descripción: microscopio de la casa Leitz de Wetzlar, forma parte de los microscopios que se utilizaban en prácticas en la Facultad de Ciencias.		
Datación: 1916-1929.	Procedencia: Gabinete de Biología de la antigua Facultad de Ciencias de la Universidad de Murcia.	Localización: Museo José Loustau Facultad de Biología, Universidad de Murcia.
Niveles educativos: Educación universitaria y superior.		
Datos técnicos: Estativo inclinable en un ángulo de 90°. Enfoque aproximado mediante piñón y cremallera, enfoque preciso por el tornillo micrométrico. Tiene dos objetivos Leitz-Wetzlar del 6 y el 7. Un ocular Leitz-Wetzlar de 8 aumentos y con condensador.		
Estado de conservación: Incompleto. Aunque le falta un objetivo.		
Constructor: Leitz-Wetzlar.		País: Alemania.
Modelo: Estativo GF de platina cuadrada fija.		Número de serie: 234098.
Funcionamiento: Estativo inclinable en un ángulo de 90°. Enfoque aproximado mediante piñón y cremallera, enfoque preciso por el tornillo micrométrico. Los juegos ópticos para los cursos solía era de condensador de dos lentes con diafragma iris. Revolver para tres objetivos acromáticos del 1, 3, 6 (aunque algunos se han cambiado).		
Uso didáctico: Este microscopio estaba especialmente indicado para las clases prácticas de microscopía, era ideal para la observación y realización de preparaciones.		
Imágenes:		
	 <p>Detalle de la numeración: 234098.</p>	 <p>Imagen del catálogo Leitz.</p>
	 <p>Detalle del objetivo 3 de Leitz.</p>	