

## **Categorización de los materiales didácticos para la enseñanza de los seres vivos en los antiguos gabinetes y laboratorios**

### **Categorization of teaching materials for the teaching of living beings in old cabinets and laboratories**

---

**José Pedro Marín Murcia y María José Martínez Ruiz-Funes**  
**Centro de Estudios sobre la Memoria Educativa  
de la Universidad de Murcia (CEME)**

**Resumen:** Esta contribución trata la categorización de los materiales científico-didácticos que se utilizaron para la enseñanza de la vida en las aulas, gabinetes y laboratorios de algunos de los centros educativos históricos de España. Bajo un enfoque multidisciplinar entre la biología y la historia de la educación, se estudia la génesis, características de fabricación, funcionalidad y usos didácticos de estos materiales. Desde la idea del “objeto fósil o huella”, establecemos un punto de partida para proponer una taxonomía del material que tenga en cuenta su uso en el aula diferenciando entre material representativo, colecciones de seres vivos, instrumental óptico y de experimentación.

**Palabras clave:** patrimonio histórico educativo, material científico educativo, historia natural, láminas, modelos, herbarios, taxidermia, aparatos de proyección y microscopía.

**Abstract:** This contribution deals with the categorization of scientific-didactic materials used for the teaching of life in classrooms, cabinets and laboratories in several historical educational centres of Spain. We study the genesis, manufacturing characteristics, functionality and didactical use of these materials. A multidisciplinary approach between biology and history of education. From the idea of the “fossil object” or “footprint object” we establish a starting point to create a taxonomy of the scientific teaching material, differentiating between representative material, collections of living organisms (or parts of them) and instruments (optical and experimental).

**Key Words:** historical educational heritage, scientific teaching materials, natural history, wallpapers, models, herbariums, taxidermy, projection devices and microscopy.

En los últimos tiempos, se aprecia como los antiguos gabinetes, colecciones y laboratorios se han puesto en valor en muchos centros educativos históricos. El creciente interés de la historia de la educación por la cultura material discurre paralelo al de las ciencias naturales<sup>1</sup> en un esfuerzo de reconstrucción de su historia como disciplina de enseñanza. Una historia y unos materiales en desuso por el devenir del progreso científico<sup>2</sup>. No ha sido un camino fácil poner este patrimonio en valor, los propios científicos habían olvidado su existencia o lo percibían como herramientas de trabajo que habían dejado de ser útiles o estaban anticuadas (Bertomeu y García, 2002). Tal es el cambio que no resulta sencillo conocer el número aproximado de lugares dedicados a conservar el patrimonio científico educativo en nuestro país. En un esfuerzo compilatorio la Real Sociedad Española de Historia Natural publicaba una memoria especial que recogía 101 espacios relacionados con la enseñanza de la Historia Natural en España (González y Baratas, 2013).

Este auge no solo se vive en el campo de las ciencias naturales, en general la museología educativa en España vive un periodo significativo de crecimiento como disciplina científica (Álvarez et al. 2017). Con la musealización y la puesta en valor de los espacios y los materiales didácticos<sup>3</sup> para la enseñanza, es cada vez mayor la oportunidad de realizar investigaciones en el campo de la historia del patrimonio educativo y en el de la didáctica de las ciencias. Desde el punto de vista de las ciencias naturales es inevitable pensar en un orden sistemático para organizar el material en colecciones que guarden una uniformidad y coherencia a la hora de su análisis.

De la investigación de la evolución del material científico utilizado para la enseñanza en los centros educativos murcianos<sup>4</sup>, de las experiencias de conservación en el antiguo laboratorio de Biología de la Universidad de Murcia<sup>5</sup>, y de la exposición de los materiales didácticos relacionados

---

<sup>1</sup> Haremos referencia a las ciencias naturales o a la historia natural como suma de los estudios de la naturaleza. Estos fueron introducidos desde los primeros momentos en los planes de estudio de la enseñanza secundaria, bien con un carácter genérico a través de los *Elementos de Historia Natural* (1836 y 1857), *Historia Natural* (1849, 1852, 1894), las *Nociones de Historia Natural* (1845, 1861, 1866) o diferenciando su estudio en cada una de las distintas disciplinas que la conforman como la Botánica (1845). Durante los años 1900 y 1936 se sucedieron varios planes y sus correspondientes reformas (tabla 1), se impartió la asignatura de Historia Natural (1900, 1901, 1903, 1926, 1931 y 1932), Historia Natural y Biología (1926), Historia Natural y Ciencias Naturales (1932). Y el Plan de 1934 que de forma cíclica ofrecía nociones de Ciencias Físico-Naturales en los primeros cursos y Ciencias Naturales los últimos cuatro cursos.

<sup>2</sup> 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 solo 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 (Del Baño, 2003).

<sup>3</sup> Ruiz Berrio se refiere al material didáctico para hablar de los materiales utilizados en la enseñanza escolar, sin embargo, dice que son varias las expresiones que pueden usarse para el mismo concepto: ayudas didácticas, recursos didácticos o medios educativos, siendo el más empleado el de material didáctico (Ruiz Berrio, 2012).

<sup>4</sup> En el marco de las acciones de Centro de Estudios sobre la Memoria Educativa (CEME) y del Proyecto de investigación n.º 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.

<sup>5</sup> Fruto de años de colaboración entre el año 2000 y 2007 en el Museo Loustau y de la investigación en el CEME fue la realización de la tesis doctoral titulada “El material científico para la enseñanza de la botánica en la Región de

con la naturaleza de la antigua Escuela Normal de Murcia<sup>6</sup> surgió la necesidad de encontrar un criterio de categorización y exposición del material científico-didáctico. La investigación en el museo que alberga el material del antiguo Instituto Provincial de Murcia (MUSAX) y su archivo junto al estudio de la correspondencia con el Museo de Ciencias Naturales de Madrid<sup>7</sup> nos ha permitido indagar también en el material utilizado en la enseñanza secundaria y conocer su papel en la renovación educativa del primer tercio de siglo XX (Marín, 2018a).

El marco temporal de este estudio abarca gran parte del siglo XIX, desde 1835 coincidiendo con la implantación de la enseñanza secundaria<sup>8</sup>, en paralelo con el desarrollo de nuevos materiales científicos para la enseñanza y su comercialización en España. El estudio incluye el primer tercio del siglo XX con la renovación educativa en las aulas españolas y la introducción del trabajo de laboratorio y de nuevos aparatos.

## Los objetos como registros fósiles

En cuanto a la definición de los materiales u objetos utilizados en las aulas, se ha recurrido a un símil paleontológico, caracterizándolos como registros fósiles ya que en ellos residen ciertos testimonios de la cultura escolar (Viñao, 2005), o como objetos-huella (Sacchetto, 1986). Su estudio según Hernández Diaz (2002) corresponde o se enmarca en la historia material de la escuela o la etnohistoria de la escuela. Sobre estos objetos, como sugiere Antonio Viñao (2005), lo problemático es ver que preguntas se pueden plantear y si pueden ofrecernos una respuesta. En este sentido, desde el punto de vista de la enseñanza de las ciencias nos interesa conocer los contenidos científicos, la forma en la que se impartían las prácticas, la evolución de los paradigmas científicos a través del uso del material y los avances tecnológicos que llegaron a las aulas. El estudio de la evolución del material científico puede ser el mejor indicador de los cambios que se produjeron en los planteamientos y estrategias didácticas llevadas realmente a la práctica en las aulas (Bernal y López, 2009). Para poder dar respuesta a estas cuestiones, hay que tener un conocimiento profundo de las colecciones, los contenidos de biología y geología, y las funciones de estos materiales en el gabinete o en el laboratorio. Es difícil pensar en una investigación o proyecto museístico sobre el material de las ciencias naturales que no cuente con una visión desde la propia disciplina.

---

Murcia (1837-1939)” (Marín, 2014) dirigida por los profesores José Mariano Bernal Martínez y José Damián López Martínez, de la Facultad de Educación.

<sup>6</sup> Durante el curso 2011-12 los firmantes de este artículo tuvimos la oportunidad de organizar y preparar el material de ciencias naturales de la antigua Escuela Normal de Murcia para la exposición de las Ciencias en la Escuela junto a los profesores José Mariano Bernal Martínez, M.<sup>a</sup> Ángeles Delgado Martínez y José Damián López Martínez. Dicho trabajo de clasificación y registro fotográfico apareció en un catálogo sobre la antigua Escuela Normal de Murcia (López, et al. 2012) y en la tesis sobre los materiales para la enseñanza de la botánica en la Región de Murcia (Marín, 2014).

<sup>7</sup> Esta investigación se realiza con la inestimable colaboración de Leoncio López-Ocón investigador del Instituto de Historia del CSIC en el marco del proyecto de investigación HAR2014-54073-P: Dinámicas de renovación educativa y científica en las aulas del bachillerato (1900-1936): una perspectiva ibérica.

<sup>8</sup> El primer Instituto de segunda enseñanza que se creó en España, por R. O. de 25 de agosto de 1835, fue el de Palma de Mallorca. Abrió sus puertas en enero de 1836. Tras él se crearon los de Guadalajara (R. O. de 17 de septiembre de 1837) y Murcia (R. O. de octubre de 1837). Entre 1835 a 1849 se crearon un total 59 Institutos.

## Categorización del material didáctico

Una primera categorización del material relacionado con la historia natural la podemos encontrar en las Memorias del Museo Pedagógico, con los detalles proporcionados por su secretario Ricardo Rubio (1892). Los recursos los dividía en dos clases: los que se podían emplear directamente y los que servían de apoyo a estos. Entre los primeros, Rubio nombraba las láminas, herbarios, preparaciones microscópicas, fotografías sobre cristal para proyecciones...; entre los segundos, los aparatos proyectores, los microscopios, lentes, micrótomos y cajas para herborizaciones.

Entre las consideraciones para establecer una categorización del material didáctico Julio Ruiz Berrio (2012) explicaba la evolución de las láminas, grabados y otros objetos de demostración, o material tradicional, hacia un material de tipo experimental, con posibilidades de manipulación. Hernández Díaz (2002) distingue entre objetos de colgar y ver, manipulativos y dialógicos, así como entre aquellos objetos procedentes de la cultura escolar empírica o artesanal. Al clasificar los instrumentos científicos históricos se puede distinguir también entre los que son de observación y los de experimentación, o instrumentos pasivos y activos (Bertomeu y García, 2002). Por otro lado, Víctor Guijarro (2018: 236) en su reciente trabajo sobre artefactos y acción educativa hace tres distinciones dentro de los objetos científicos: para la práctica en el demostrativo o fenoménico, el pedagogo-analítico y el constructivista que debe contribuir a la asimilación de habilidades experimentales.

Los métodos basados en la observación y demostración fueron siempre cruciales en el estudio de la zoología, la botánica y la geología, tal y como apunta Inês Gomes (2018: 12) que lo ha estudiado en profundidad en los materiales científico-pedagógicos de los liceos portugueses. En España Bernal y López (2009: 69) explican que la metodología puesta en práctica en los institutos era por lo general expositiva, con el libro de texto como principal recurso y un aprendizaje centrado en el recuerdo de la lectura junto al refuerzo de la exposición utilizando colecciones.

Según Santos Casado (2017: 95) dentro de las prácticas propias de la historia natural estaban las prospectoras, recolectoras y curatoriales enfocadas a la preparación de colecciones científicas, y, por otro lado, la representación científica de objetos y fenómenos naturales. Esto se ve en la composición de un gabinete típico de historia natural donde se conservaban, para su observación y estudio, objetos procedentes de la naturaleza organizados de forma taxonómica y didáctica en colecciones: animales naturalizados (disecados o conservados en líquido), colecciones de malacología, herbarios (plantas, algas, briófitos y helechos), minerales, rocas y fósiles. A estos materiales didácticos se sumaban aquellos icónicos o de representación que mostraban la naturaleza en el aula mediante la representación pictórica (láminas), escultórica (modelos clásicos, maquetas) y la proyección de imágenes (Marín, 2018a). Esta idea de enseñar por medio de colecciones era indisoluble de la enseñanza de la historia natural tradicional que implicaba también la existencia de un aula-museo y de un espacio para un jardín. En estos últimos, las colecciones de ejemplares de plantas se ponían a disposición de la enseñanza para apoyar los estudios de botánica de las cátedras de Historia Natural y los trabajos prácticos de Agricultura, siendo el trabajo manual con las plantas uno de los recursos que más temprano se usaron en la enseñanza, en concreto en los jardines anejos a los jardines de infancia ideados por Froebel en Alemania (Martínez Ruiz-Funes, 2013).

## El libro como primer material didáctico de ciencias naturales

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, íntimamente relacionado con la historia de las disciplinas académicas 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 el 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).

Entre los textos de ciencias naturales distinguimos diferentes géneros: los tratados, los manuales o libros de texto, los libros de lectura y las guías de campo. Los tratados son obras enciclopédicas que recopilan una gran cantidad de información. Los manuales se pueden dividir entre los que trataban de forma exclusiva sobre materias específicas y los más habituales sobre elementos, compendios o cursos de Historia Natural siguiendo el esquema linneano de ver la naturaleza en tres partes: la mineral, la flora y la fauna. Ya a principios de siglo XX empezaron a surgir en España modernos manuales que trataban los contenidos de forma transversal, dentro del marco general de la biología, siguiendo el camino trazado por Ignacio 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. Por último, las guías de naturaleza aparecieron por 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), siendo referencia de imprescindible mención acerca de la didáctica<sup>9</sup> y la divulgación.

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, y la incorporación de dibujos científicos como los diagramas florales, disecciones de animales, cortes anatómicos y representaciones esquemáticas de fenómenos fisiológicos como la reproducción.

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

---

<sup>9</sup> Gaston 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).

de texto y de lectura con ilustraciones que ayudaban a interpretar la naturaleza, como los del *Cours complete de Histoire Naturelle* (Bonnier, 1891).

## Material didáctico representativo o iconográfico

Las láminas de pared, los modelos de cera, cristal, papel maché o escayola y las placas diascópicas han sido uno de los métodos más socorridos para ilustrar la naturaleza en el aula. Son reproducciones de la realidad que constituyen una ayuda importante para la enseñanza, permitiendo solventar las dificultades del objeto de estudio, representando las “cosas” aumentadas o disminuidas, bajo diversas formas (Ruiz et al. 2002: 180).

Surgidas de la colaboración entre naturalistas y artistas, las láminas de pared estaban destinadas a la enseñanza de las ciencias en los más variados contextos educativos (Frutos et al., 2018). Eran una representación visual del mundo natural en las aulas y quedaban visibles en las salas de estudio, incluso desde gran distancia. 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. 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). La mayoría fueron fabricadas en serie, y su uso fue muy recomendado por las autoridades educativas en los principales países europeos. Durante este periodo, la fabricación de láminas cubrió todos los campos del conocimiento y los diferentes niveles educativos con especial carácter didáctico las láminas de Gaston Bonnier, Paul Pfurtscheller y Dodel Port. El profesor Ricardo Rubio, secretario del Museo Pedagógico, decía que no podía negarse que, en muchos casos, una lámina bien hecha auxiliaba poderosamente la interpretación de algunos detalles oscuros en el ejemplar natural, o completaba fases de desarrollo que no podían obtenerse en un momento dado. Y en este concepto el valor educativo de la lámina era indiscutible (Rubio, 1892: 70).

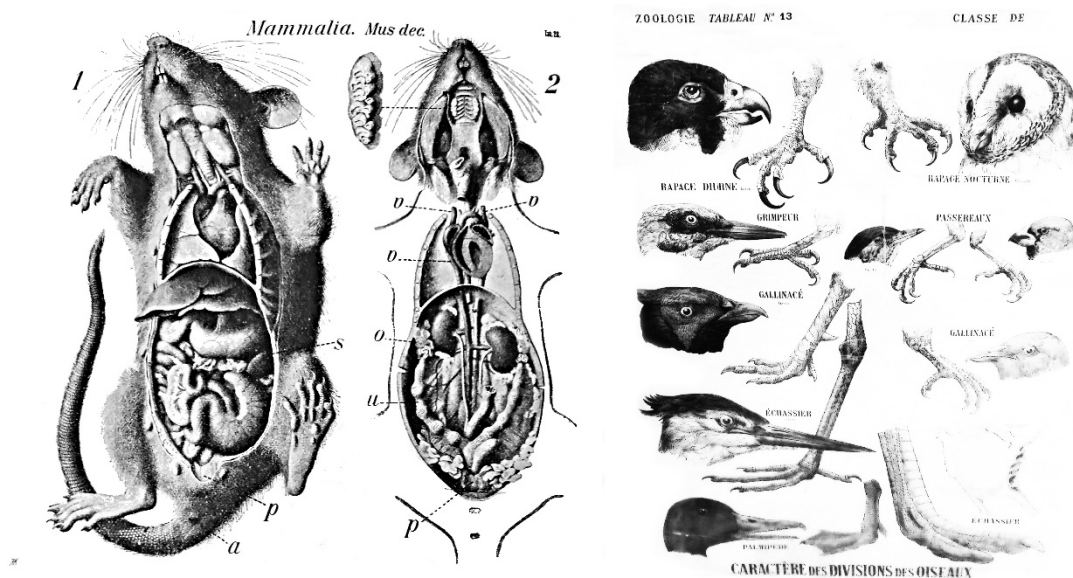


Figura 1. A la izquierda una lámina con la disección de un roedor (serie de Paul Pfurtscheller) y a la derecha una lámina sobre los caracteres de la división de las aves (láminas de Gaston Bonnier).

Otro de los materiales representativos que tratamos en esta categorización son los modelos de ejemplares de anatomía humana, botánica y zoología. Podemos definir un modelo como una representación tridimensional de un organismo o parte de él, generalmente ampliado para poder observar mejor los detalles, y, al igual que en el dibujo científico, no se trataba de hacer una representación artística sino una aproximación pedagógica y fiel de la naturaleza. A finales del siglo XVII fueron muy utilizados para el estudio de la medicina, representando la anatomía y las 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). Los modelos de cera mucho más complejos en su manejo, caros y frágiles dieron paso a los modelos de papel maché y de escayola (Aragón, 2012). Con el uso de pasta de papel, pintada y barnizada los modelos adquirirían gran durabilidad permitiendo un mayor uso de las piezas y ser etiquetados para identificar estructuras concretas (Baratas, 2013). En 1865 tras el éxito comercial con sus modelos anatómicos de medicina Louis Thomas Jérôme Auzoux introdujo una nueva línea con modelos de flores a gran escala fabricados en papel maché, en un artículo publicado en el primer número de la revista *Nature*, W. Tuckwell recomendaba los modelos de plantas de Auzoux por permitir a los alumnos ver pequeños detalles botánicos (Tuckwell, 1869).

En nuestro país los modelos más utilizados fueron los de Auzoux<sup>10</sup> y los de las casas Les Fils d'Émile Deyrolle<sup>11</sup> y Brendel. La casa Cultura comercializó réplicas de los modelos originales de Brendel y de Deyrolle como los que se encuentran en la antigua Escuela Normal de Murcia (figura 2).



Figura 2. A la izquierda juntos los modelos florales de la casa Cultura en peana de madera circular, similares a los de la casa Brendel alemana (Bernal y Marín, 2012). Modelos fotografiados y clasificados en el CEME, en la imagen de la derecha los modelos en sus vitrinas con las etiquetas que preparamos para su exposición en 2012 (José Pedro Marín Murcia y María José Martínez Ruiz-Funes).

<sup>10</sup> Para profundizar sobre los modelos de Auzoux consultar: el estudio sobre el interés que suscitaron estos modelos en los docentes españoles (Gomis y Ruiz-Berdun, 2016), los trabajos de puesta en valor de los modelos de Auzoux en el Instituto de San Isidro de Madrid (Martín, Piñar y Gómez, 2014) y el estudio sobre la segunda colección más completa de modelos de Auzoux que se encuentra en la Universidad Complutense de Madrid (García et al. 2009).

<sup>11</sup> Para profundizar sobre los modelos anatómicos de la casa Les Fils d'Émile Deyrolle consultar: el estudio de los modelos de botánica del antiguo laboratorio de Biología de la Universidad de Murcia (Marín, 2018b).



Figura 3. A la izquierda varios modelos florales en sus armarios acristalados en el Museo Loustau, a la derecha un modelo clásico floral en peana y giratorio de la flor de *Fuchsia*.

Los modelos de botánica reproducían a gran escala flores (figura 3), inflorescencias, semillas, tallos, frutos, hojas, etc. Las estructuras delicadas como los pétalos se realizaban en papel maché y el receptáculo donde se insertaban los pétalos podía ser de este mismo material o escayola, mucho más duro, permitiendo modelos de mayor envergadura. Las estructuras como estambres y anteras se hacían con escayola y una varilla de metal que servía de eje.

La forma más habitual de representar los animales era en forma de disección mostrando a la vez los aspectos más destacados de la anatomía interna y de la morfología externa (figura 4). Se representaba a los animales más conocidos o importantes de cada uno de los filos o filum<sup>12</sup>.

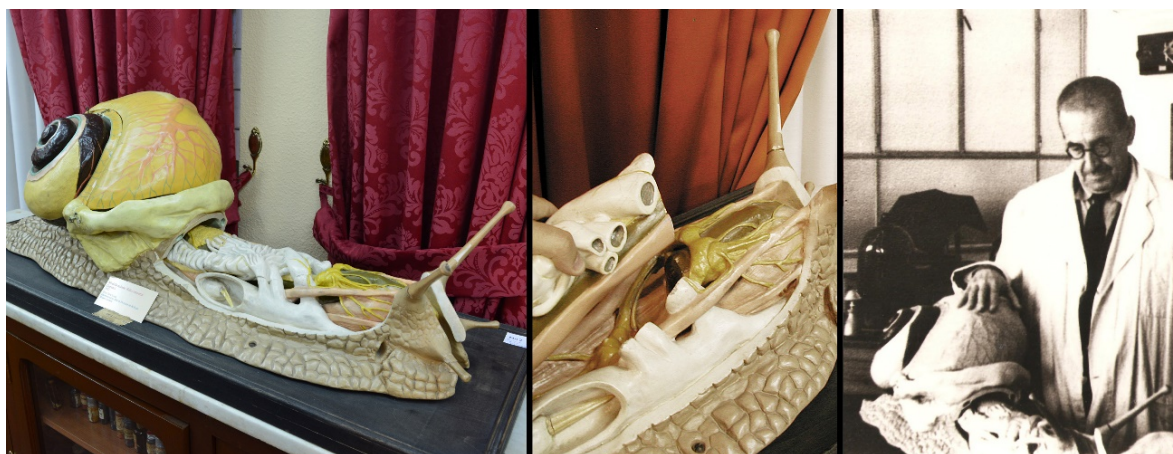


Figura 4. A la izquierda el modelo clásico de caracol de la casa Les Fils d'Émile Deyrolle (Museo Loustau) y un detalle de cómo las piezas se separan, a la derecha el Catedrático de Biología de la Universidad de Murcia José Loustau junto al mismo modelo (Marín y Acosta, 2015).

---

<sup>12</sup> Categoría que se utiliza en la clasificación de organismos, consistente en una o varias clases relacionadas, el equivalente a las divisiones del reino vegetal.



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, habituales en animales (figura 5); modelos fijos sobre peana de madera; y modelos giratorios sobre peana de madera, en torno a un eje metálico. Los modelos podían a su vez ser desmontables o clásicos, de forma que se podía observar la anatomía interna separando los órganos.

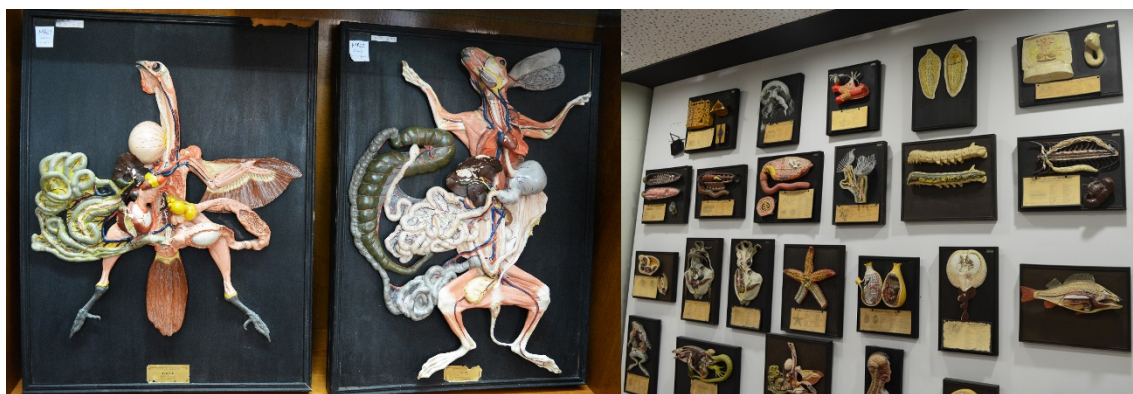


Figura 5. A la izquierda dos modelos de disección para ser colgados en pared, la gallina y la liebre de la casa Les Fils d'Émile Deyrolle (Museo José Loustau). A la derecha la colección casi completa de modelos zoológicos de Les Fils d'Émile Deyrolle en el Museo del IES Alfonso X el Sabio de Murcia (MUSAX).

### **Proyección de imagen: placas epidiascópicas o diapositivas de cristal**

En la evolución de la imagen en la ciencia, el binomio dibujo-lámina fue superado en lo comercial por los métodos fotoquímicos, con los aparatos de proyección y las diapositivas de cristal o placas diascópicas<sup>13</sup> otra forma de representar la naturaleza que revolucionó y popularizó la enseñanza de las ciencias. Estudiando la oferta de las casas Deyrolle y Cultura vemos que el tamaño más habitual para estas placas era el de 8,5x10 cm. Las colecciones más habituales en las aulas españolas fueron las producidas por E. Mazo y Les Fils d'Émile Deyrolle entre otras. También en la enseñanza superior, por ejemplo, el laboratorio de Biología de la Universidad de Murcia contaba para la proyección con un conjunto de 2000 diapositivas de distintas marcas (figura 6): de anatomía vegetal y animal, zoología, botánica, y geología (pertenecientes a las casas Mazo, Les Fils d'Émile Deyrolle y a la editorial Paul Dupont).

Las placas diascópicas reproducían tanto fotografías como dibujos y esquemas, y fueron de enorme valor a la hora de ayudar a los alumnos a observar la naturaleza -identificando los ejemplares en las salidas de campo- o a diseccionar la anatomía de los más variados especímenes en el laboratorio (Frutos et al., 2018).

---

<sup>13</sup> A partir de 1950, se dejó de usar el término “placa” para ser denominada “diapositiva” de 35 mm. (Aragón et al., 2018).



Figura 6: De izquierda a derecha: un maletín lleno de placas con huellas de haber sido utilizadas, una placa con un dibujo de zoología de la casa Les Fils d'Émile Deyrolle, una placa de E. Mazo con una fotografía de pareja de mirlos disecados y el dibujo de un enjambre de abejas dibujado por Georges de Lavens y Gaston Bonnier para el editor Paul Dupont.

## Material procedente de la naturaleza conservado o naturalizado

La naturaleza nos ofrece un caudal infinito de medios y contenidos de estudio con solo salir del aula. Como apuntaba el director del Museo Pedagógico, Manuel Bartolomé Cossío<sup>14</sup> 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 biológica comprende dos partes: una en el campo, con la observación de los fenómenos relativos a los seres vivos y la recolección de ejemplares, y otra en el laboratorio, con la preparación, clasificación y estudio. El material de los enseñantes de la biología está en la naturaleza, en el jardín botánico, el huerto escolar, en los alrededores de la escuela o en la misma aula (en macetas, terrarios, placas de cultivo o tubos de ensayo). Para el trabajo del estudio de la anatomía vegetal y animal en el laboratorio con plantas o animales recolectados había equipos de disección que comprendían: cubetas de zinc con fondo de parafina, cubetas de vidrio con fondo de corcho, estuches de disección y lupas que veremos en el apartado de óptica y microscopía.

En cuanto a la botánica, uno de los recursos más interesantes y prácticos con los que ha contado históricamente el profesor en los distintos niveles de enseñanza 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. 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: “la formación de herbarios y de colecciones de productos del reino vegetal, es un medio indispensable para hacer que el estudio de la botánica sea atractivo, intuitivo y realmente interesante para los alumnos” (Rubio, 1892: 78). Insistía en que el

---

<sup>14</sup> Manuel Bartolomé de Cossío (1857-1935), catedrático de Pedagogía Superior en el doctorado de Filosofía y Letras de la Universidad Central de Madrid.

mejor material para el estudio de las plantas eran las plantas mismas; y que este material era el más barato y el más sencillo de adquirir y de renovar.

Debemos distinguir distintas acepciones y formas de hacer un herbario dependiendo de los niveles educativos y las diferentes 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.

## Los animales naturalizados

Los animales naturalizados o disecados eran mucho más impactantes que los materiales iconográficos para los alumnos, la taxidermia estuvo en alza en el ámbito educativo durante el siglo XIX (Aragón, López y Frutos, 2018). Estas naturalezas reconstruidas se trasladaban a un museo o a un montaje didáctico, se solían agrupar para su exposición, bien con la intención de recrear los principales paisajes de una región o por criterio taxonómico, agrupando a los miembros de una misma familia o género (Casado, 2012). Los dioramas tienen como objetivo mostrar a los animales en su medio natural y ofrecer información sobre su forma de reproducción, hábitat, alimentación y comportamiento (figura 7).

El Museo de Ciencias Naturales proveía a los institutos de Madrid<sup>15</sup> y a los institutos provinciales con nuevas colecciones preparadas. En el caso de Murcia se ha podido seguir la pista de las solicitudes del director del Instituto al del Museo estudiando las cartas de petición de material y las memorias con la recepción de ejemplares (Marín, 2018a).



Figura 7: Imagen de conjunto de aves marinas en el CEME, en algunos casos se pudo identificar los ejemplares y etiquetarlos. Para agruparlas establecimos como criterio el hábitat costero, pues son todas especies que viven junto al mar. A la derecha un diorama del Instituto de Murcia, en el Museo del IES Alfonso X el Sabio (MUSAX) representando a un lince atacando a un tejón en su guarida.

---

<sup>15</sup> Tanto el Instituto Cardenal Cisneros como el San Isidro albergan ricas colecciones de vertebrados naturalizados, siendo de las más ricas e interesantes tras las del Museo Nacional de Ciencias Naturales (Aragón, López y Frutos, 2018).

Los insectos se han venido conservando en seco y son montados con alfileres entomológicos para su estudio en colecciones de cajas<sup>16</sup>. La casa comercial Deyrolle era y sigue siendo especialista en esta materia, con una gran variedad de cajas entomológicas temáticas sobre ciertos aspectos como el camuflaje de los insectos, la metamorfosis, el polimorfismo y dimorfismo sexual, la utilidad de algunos insectos en la agricultura o las adaptaciones a la vida parásita, entre otras muchas temáticas.

A comienzos del siglo XX, los animales disecados fueron perdiendo protagonismo en la enseñanza, viéndose de forma clara en la disminución de la adquisición de nuevos ejemplares para los institutos de secundaria. Podemos constatar, a través de las memorias del Instituto Provincial de Murcia, cómo se reduce paulatinamente el número de animales disecados recibidos en el centro (Marín, 2018b). En el Instituto Escuela, Santiago Aragón explica que estas colecciones pasaron a ser menos importantes, no necesariamente por falta de medios, sino por el cambio de orientación pedagógica que iba más encaminada a la experimentación por parte del alumno (Aragón, 2012: 112).

El paso de un estudio descriptivo de la naturaleza a uno experimental ya no requería la acumulación de animales fuera de su ambiente. Hoy en día sería impensable ese tipo de colecciones por el rechazo a la caza y exhibición de animales disecados. Es inmenso el número de especies en peligro o vulnerables que fueron cazadas ex profeso para la enseñanza y el establecimiento de colecciones que entre otros factores elevaban el prestigio del centro que contaba con ellas. Actualmente la mayoría de los programas prescriptos, guías docentes y libros de enseñanza de la Biología para los niveles de enseñanza primaria y media en los distintos países promueven el respeto por los organismos como uno de sus objetivos principales, siendo una alternativa el uso de cadáveres éticos, con piezas duras como huesos, conchas de moluscos, o cadáveres encontrados en el campo o en la carretera (Grilli, 2018).

## **Preparaciones microscópicas**

La observación de preparaciones microscópicas realizadas por casas comerciales se combinaba con las realizadas en las aulas-laboratorio 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 recortar unas láminas de las placas fotográficas, limando los bordes que hicieran de porta-objetos (Rodríguez de Charentón, 1932). La forma de hacer las preparaciones respondía a la naturaleza de la práctica que se quería realizar. Si se preparaban para la misma lección del día, eran de carácter meramente circunstancial, sin interés de conservación.

---

<sup>16</sup> El grosor de los alfileres empleados depende del tamaño del insecto, y se escoge atendiendo a un máximo de solidez en el montaje, la posición del alfiler depende del orden al que pertenece cada ejemplar (Delgado, García, Romera y Soler, 1997)

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.



Figura 8. A la izquierda varias preparaciones microscópicas de la casa Hensoldt de Wetzlar (Alemania) en su estuche, a la derecha una preparación de un corte del ovario de la amapola y dos vistas al microscopio.

En el apartado de preparaciones microscópicas comerciales había una gran variedad como las que se conservan en el antiguo laboratorio de la Universidad de Murcia de la casa Hensoldt de Wetzlar (Marín, 2014), diez cajas con más de un millar de preparaciones de microbiología, histología y anatomía vegetal y animal.

### Aparatos de óptica y microscopía.

Podemos dividir los instrumentos ópticos para el estudio de la biología en lupas de campo, lupas de mesa, estereomicroscopios, microscopios ópticos, cámaras de dibujo, cámaras fotográficas y microproyectores.

La referencia en el mundo de la microscopía fueron las casas centroeuropeas gracias al binomio de desarrollo científico e industrial que alcanzaron. Los fabricantes de instrumentos ópticos más importantes fueron Leitz en Wetzlar, Zeiss en Jena, Engelbert y Hensoldt en Wetzlar, Himmler en Berlín, 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, entre otros. El profesor de botánica William Francis Ganong<sup>17</sup> de la Universidad de Harvard 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

---

<sup>17</sup> 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.

recomendaba los de la casa Leitz (Ganong, 1899). En la misma línea en España un profesor renovador como Modesto Bargalló en su metodología de las ciencias naturales recomendaba los microscopios Leitz para estudiantes, aunque advertía del elevado precio, unas 200 pesetas, para una escuela primaria (Bargalló, 1932). Para otros, un microscopio era en esencia un sistema de dos lentes convergentes dispuestas en los extremos de un tubo a través del cual se miraban ciertos objetos que, por su sencillez, se podía realizar de forma artesanal en clase (Rodríguez de Charentón, 1932).

Los estativos de prácticas como el modelo G de Leitz tenían por lo general un solo ocular, luz externa por medio de un espejo, con 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 conseguir un aumento entre 26 y 540 veces el tamaño real<sup>18</sup>. En las excursiones o salidas de campo el instrumento preferente para el descubrimiento de la botánica era la lupa de mano desarrollándose muchos modelos. Pero también existían los pequeños microscopios de bolsillo como los “Taschen Mikroskope” (de bolsillo) o más conocidos por su abreviación “TAMI”<sup>19</sup> de la casa Hendsolt de Wetzlar.

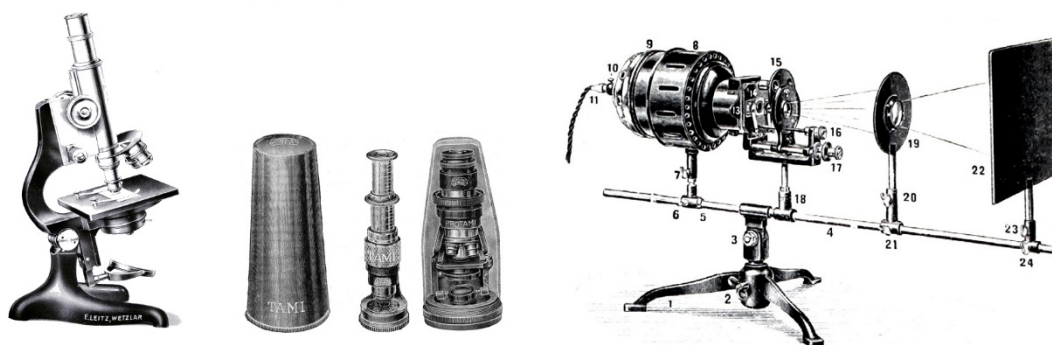


Figura 9. De izquierda a derecha un microscopio para prácticas Leitz, el microscopio de bolsillo TAMI y el PROTAMI de Hendsoldt<sup>20</sup> y un aparato de proyección Microlyt ofertado por Cultura<sup>21</sup>.

Además de los microscopios para mostrar lo que no podía ser visto con el ojo humano, se idearon combinados del microscopio con el aparato de proyecciones, un elemento que cada vez iba siendo más habitual en los centros educativos, ya que con la llamada micro proyección se podían hacer explicaciones colectivas para toda la clase. Como el modelo “Microlyt” ofertado por Cultura (figura 9), o el gran aparato Reichert para la proyección microscópica, diascópica y megascópica.

<sup>18</sup> *Catálogo nuevos microscopios*. Wetzlar: Leitz.

<sup>19</sup> Instituto Nacional de Segunda Enseñanza de Murcia (1925). *Memoria anual correspondiente al curso académico de 1924 a 1925*. Murcia: Imprenta Sucesores de Nogués, página 48.

<sup>20</sup> *Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden*. Abt IX. Methoden zur Erforschung der Leistungen des tierischen Organismus. Berlin/Wien: Urban & Schwarzenberg. 1927.

<sup>21</sup> *Catálogo de material pedagógico moderno. Tomo IV: Proyección*, Madrid: Cultura –Eimler-Basanta-Haase. 1927.

## Linternas o aparatos de proyección

Pese a ser instrumentos, pueden ser considerados asociados al material representativo, pues servían para proyectar las diapositivas de cristal o placas diascópicas, así como cuerpos opacos. Se pasa de la linterna de proyección con iluminación de lámpara de petróleo o la de arco voltaico (figura 10) o los modelos Artibus y Benzinger pasando a los epidiascopios<sup>22</sup> como los modelos “Janulus, Janus e ICA” y proyectores para películas “Unox III y Kinox”<sup>23</sup>. En 1934 la casa Cultura menciona distintos aparatos: proyectores de cuerpos opacos como el “Adoro” o el “Famulus” de la marca Zeiss-Ikon, aparatos de proyección de cuerpos opacos y diapositivas entre los que destacaban los modelos “Cylor”, “Diabox” y “Belsazar” de Zeiss (Moreno y Marín, 2014).

Existían complementos para estos dispositivos como filtros, lámparas de repuesto, mesas de soporte, pantallas, soporte Pestalozzi de pantallas, voltímetros y aparatos para impresionar películas. En el laboratorio de Biología de la Universidad de Murcia se encontraban arcos voltáicos, resistencias y material eléctrico adecuado (Fernández de Velasco, 1929).

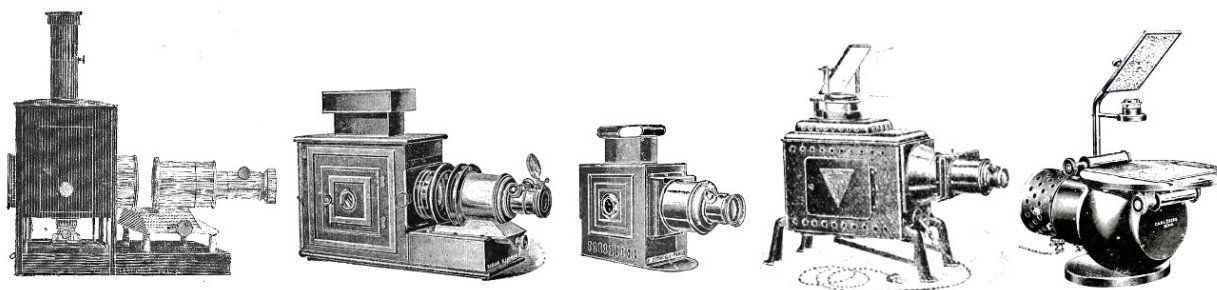


Figura 10. Una linterna de proyección Deyrolle con lámpara de petróleo, dos aparatos proyectores Deyrolle<sup>24</sup> (mediano y pequeño) para diapositivas de 8,5x10 y de 9x12 con iluminación por medio de un arco eléctrico, un epidiascopio del modelo Janus y un aparato Belsazar de Zeiss para proyectar manuscritos.

## Aparatos experimentales.

Entre los instrumentos experimentales en biología destaca la autoclave para esterilizar el material que luego se utilizará a la hora de hacer cultivos de bacterias u hongos en la estufa. También la centrifugadora rudimentaria de manivela y otros elementos como la balanza (figura 11). Junto a este instrumental había que añadir las placas de Petri de vidrio, probetas, matraces, tubos de ensayo, duquesas y frascos para los reactivos.

---

<sup>22</sup> El epidiascopio era una linterna de proyección de cuerpos opacos, solían combinar esa proyección con la de diapositivas.

<sup>23</sup> *Catálogo de material pedagógico moderno*. Tomo IV: Proyección, Madrid: Cultura –Eimler-Basanta-Haase. 1927.

<sup>24</sup> *Matériel de Laboratoire. Instruments -Trousses – Nécessaires*. Microscopes. Paris: Les Fils d’Émile Deyrolle. Mars 1929.

En los laboratorios también se podía encontrar aparatos especiales para demostrar ciertos fenómenos fisiológicos como el carbonoscopio de Deyrolle que servía para resaltar la ausencia de oxígeno y la liberación del dióxido de carbono, el transpirómetro (figura 11) para medir en peso la cantidad de vapor de agua emitido por una rama con hojas, entre otros 149 aparatos<sup>25</sup>.

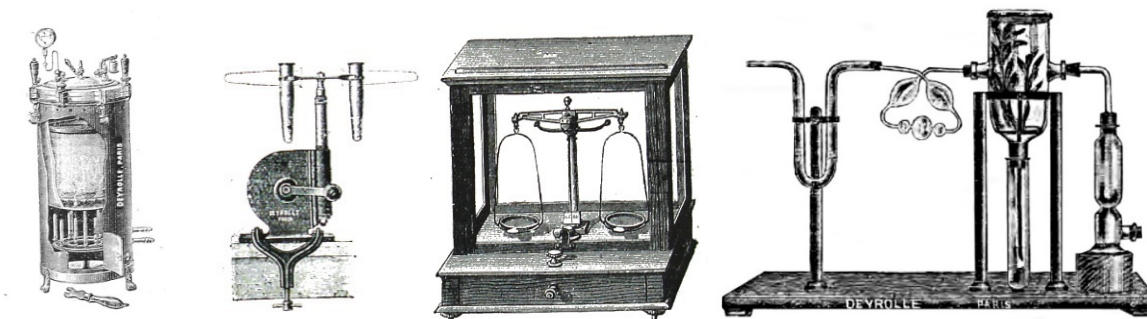


Figura 11. De izquierda a derecha una autoclave para esterilizar material, una centrifugadora de manivela, una balanza de precisión y un transpirómetro.

## Conclusiones

Tras el estudio individual de los distintos materiales en base a su naturaleza los ponemos en relación con su función didáctica (cuadro 1). Como si de una clave sistemática se tratara vemos las diferentes familias de material de material representativo e instrumental. De esta categorización pudiera decirse que los materiales se presentan como entes separados y nada más lejos de la realidad, pues en muchos casos están conectados y la función de un elemento no se puede realizar sin la presencia de otro. En una situación óptima de recursos, la mejor opción era el uso combinado de diferentes materiales. Es importante según Escolano (2012: 41) que los estudios históricos sobre el patrimonio material sitúen a los objetos en sus contextos de uso, lo que implica recurrir a otras fuentes que den la dimensión real del impacto de los materiales en la práctica de la enseñanza. Hemos de considerar la sinergia que se establece entre los objetos y el centro educativo con los textos de archivos y los testimonios orales (Aragón, 2012: 111). Gracias a los propios archivos de profesores o alumnos como a las fotografías se puede poner en contexto estos materiales, así como su distribución original en el aula y las sinergias entre ellos.

Por ejemplo, encontramos una estrecha relación entre el uso del instrumental óptico y los organismos recolectados en el campo, en el jardín o cultivados en una placa de Petri en el laboratorio. 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 en profundidad de los órganos, como en el caso de la preparación de un corte del ovario de la flor

---

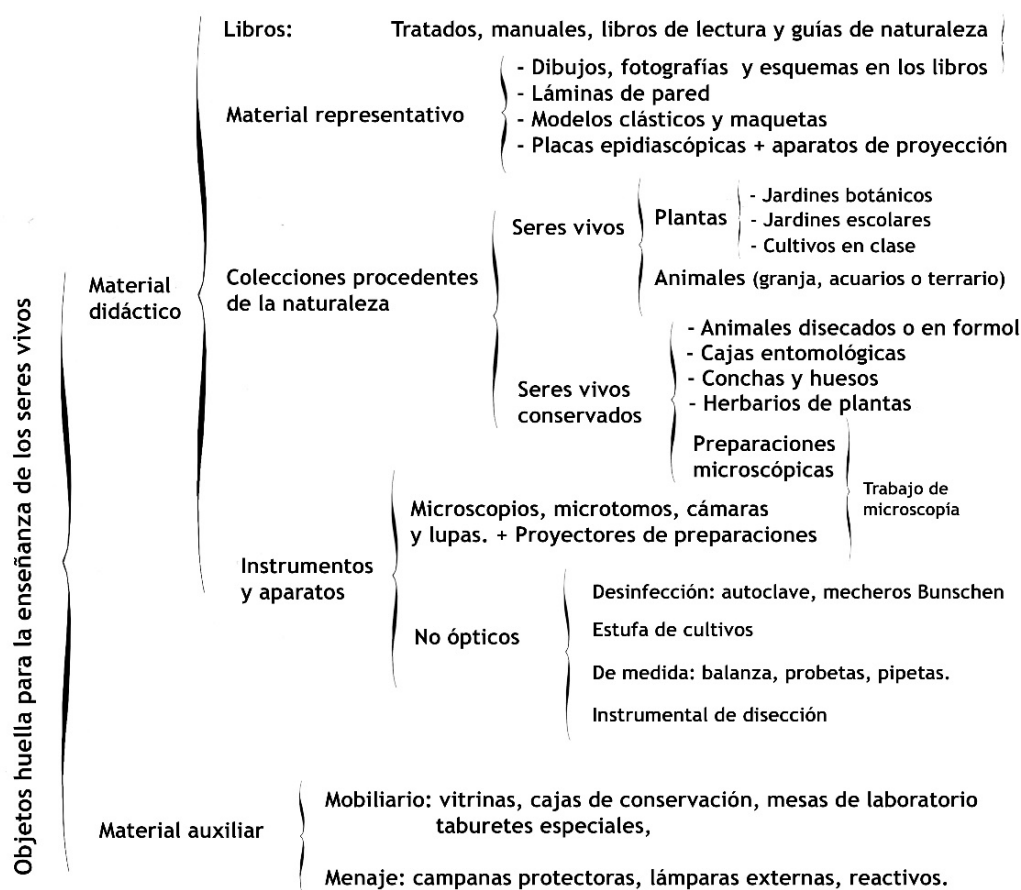
<sup>25</sup> *Catalogue Méthodique des Cabinets d'Histoire Naturelle et des Collections diverses d'Histoire Naturelle*. Paris: Les Fils d'Émile Deyrolle. Aout 1911.



estudiando células y tejidos o preparaciones como la del ala de un insecto o la observación de células de la sangre, tejidos celulares de animales y humanos.

Entre la amplia gama de accesorios para las prácticas de disección o de microscopía, encontramos: lupas, micrótomos, cámaras fotográficas, y otros ingenios. A la hora de clasificarlos entre instrumentos de observación o de experimentación vemos cierta dualidad, puesto que sirven para observar el material biológico que en algunos casos eran parte de un experimento o para completar las observaciones de una salida al campo. En otras situaciones se trataba de una observación cerrada de un material dado por una casa comercial o por el profesor en el laboratorio.

En la categorización del material se puede observar como algunos se complementaban o tenían una evolución paralela, tal es el caso de las ilustraciones de los libros y las láminas de pared. Las ilustraciones de los libros eran, después de todo, a menudo idénticas a las de los gráficos de las láminas, como resultado en palabras de Depaepe y Henkens (2006), ambas formas de representación estarían vinculadas en nuestra exploración del pasado educativo. Así pues, las ilustraciones de los libros serían el primer elemento visual que encontraríamos en las aulas, siendo las láminas herederas de las representaciones de los libros.



Cuadro 1. Esquema resumen de los tipos de material encontrados en este trabajo.



Figura 12. El Laboratorio de Biología de la Universidad de Murcia. Una clase práctica con microscópios y cultivos 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).

En otros casos vemos que se produce una sustitución de ciertos materiales que dejan de ser importantes en clase y pasan a ser accesorios: como los animales disecados o conservados que empiezan a ser vistos con las placas diascópicas, al principio como dibujos y luego en fotografía. El formato en lámina también va a ser superado por las proyecciones que tienen un papel protagonista en las aulas de bachillerato durante el primer tercio del siglo XX (Frutos, et al. 2018) en muchos casos sustituyeron a las láminas por ser más fáciles de transportar y guardar, más baratas, aunque frágiles. Este proceso de sustitución fue gradual y con cierta resistencia por parte de algunos catedráticos como Celso Arévalo que seguía defendiendo el uso de buenas láminas como las de Paul Pfurtscheller como el mejor medio y más económico que tenía el profesor para ilustrar la clase. Decía que no se disponía en general en nuestras cátedras de medios cómodos de proyectar dibujos, lo que además requería la molestia de trabajar a oscuras<sup>26</sup>. Dentro de los aparatos de proyección hay un acelerado progreso pasando de las linternas mágicas a los epidiascopios y proyectores más avanzados.

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, Ricardo Rubio y Modesto 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. Se debía evitar las colecciones con representaciones confusas, erróneas y la mera sustitución del objeto real de observación. De forma parecida, no todos los modelos podían contribuir a una enseñanza activa. El uso del modelo debía estar asociado a ilustrar la anatomía con rigor con el objeto de aclarar dudas. También podía ser

---

<sup>26</sup> *Notas Zootómicas adaptadas a las explicaciones de las láminas murales de Zoología del Prof. Dr. Paul Pfurtscheller de Viena*. Madrid: Editorial Sogeres. 1922.

un recurso en el caso de no tener material suficiente para la disección o carecer de medios de conservación de los ejemplares. Ganong calificaba los modelos de flores familiares como grotescas parodias de la naturaleza. En este sentido, Bargalló aconsejaba no utilizar los caros modelos sobre estructuras vivas 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).

Respecto al instrumental de laboratorio destacamos el incremento del uso del microscopio. Su utilización llegó a popularizarse hasta el punto de que una enseñanza experimental de las ciencias naturales no se podía entender sin su utilización. Tampoco se podía reducir su uso a los estudios superiores y de secundaria, y, por tanto, se animaba desde posiciones innovadoras a utilizar el microscopio también en la escuela.

Sobre las preparaciones microscópicas, autores como Ganong, Ricardo Rubio y Rodríguez de Charentón coincidían 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 solo debían ser usadas en el caso de carecer de material para su elaboración.

Para finalizar, es importante destacar que a lo largo del periodo de estudio se observa una evolución en la concepción de los medios necesarios para la enseñanza de las ciencias naturales. Tras la categorización vemos como los nuevos materiales que sustituían a los seres vivos por representaciones no eran considerados de forma unánime como elementos de renovación educativa ya que en muchos casos no suponían una descripción fiable o seguían poniendo énfasis en la observación como actividad central en el aula. Un aula o espacio en evolución entre el gabinete de historia natural y el laboratorio de ciencias naturales.

## Bibliografía

- Álvarez, P. Dávi, P. y Nayab L. M. (2017) Education museums: historical educational discourse, typology and characteristics. The case of Spain. *Paedagogica Historica*, pp. 827-845.
- Aragón, S. (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 / Doce Calles, pp. 105-116.
- Aragón, S. López, C. y Frutos, F. J. (2018). La enseñanza a través de las imágenes en el Instituto-Escuela. En Martínez Alfaro, E. López-Ocón, L. y Ossenbach, G. (Eds.). *Ciencia e innovación en las aulas. Centenario del Instituto Escuela (1918-1939)*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

- Baratas, A. (2013). Modelo anatómico de ojo en papel maché. En Sáenz-López, S. y Aragón, S. *101 obras maestras, ciencia y arte en los museos y bibliotecas de Madrid*: 61/113. Madrid <<http://www.101obrasmaestras.com>> [Consulta: 28-12-2015].
- Bargalló, M. (1932). *Metodología de las Ciencias Naturales y de la Agricultura*. Reus: Ediciones Sardá.
- Bernal, J.M. y López, J.D. (2009). *El patrimonio científico de los IES*. Madrid: UNED Educación Permanente.
- Bernal, J. M. y Marín, J. P. (2012). El estudio del material científico para el estudio de la Botánica en el CEME”, 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 Educativo y Centro de Estudios sobre la Memoria Educativa (CEME) de la Universidad de Murcia, pp. 157-166.
- 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.
- 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.
- 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, pp. 90-119.
- Casado, S. (2017). Cápsulas de naturaleza. Colecciones, preparaciones y quimeras entre lo natural y lo artificial. En Cervantes, E. (Coord.), *Encuentros con lo imposible. Homenaje a Isabel Izquierdo Moya*. Seattle: CreateSpace, pp. 93-120.
- Casado, S. (2012). *Fauna ibérica en el Museo Nacional de Ciencias Naturales. Los grupos biológicos de los hermanos Benedito*. Madrid: Museo Nacional de Ciencias Naturales. CSIC.
- Cossío, M. B. (1906). El maestro, la escuela y el material en la enseñanza. *Boletín de la Institución Libre de Enseñanza*, 570, pp. 258-265.
- Davy de Virville, A. (1923). *Gaston Bonnier. Extrait du Bulletin de Mayenne-Sciences 1922*. Laval: Imprimerie-Librairie Goupil.
- Depaepe M. y Henkens B. (2006). The History of Education and the Challenge of the Visual. *Paedagogica Historica*, 36, 1, pp. 11-17.
- Del Baño, F. (1999). Catálogo ilustrado del Museo José Loustau. Murcia: Consejo Social Universidad de Murcia.
- Del Baño, F. (2003). Facultades universitarias con museo. *Revista Eubacteria*, 11, 28-30.
- Delgado, J. J. García, M. D. Romera, E. y Soler A. G. (1997). *Guía para las prácticas de Zoología de primer curso de la Facultad de Biología*. Murcia: Diego Marín.

- 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, pp. 219-240.
- Escolano, A. (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 / Doce Calles, pp. 36-47.
- Fernández, R. (1929). *Crónica de la Universidad de Murcia*. Murcia: Sucesores de Nogués.
- Frutos, F. J. López, C. González y B. Carmona, M. (2018). La linterna de proyección y la enseñanza de las ciencias: el papel de las placas diascópicas en las aulas de bachillerato en España durante el primer tercio del siglo XX. En López-Ocón, L. Guijarro, V. y Pedrazuela, M. (Eds.), *Aulas Abiertas. Profesores viajeros y renovación de la enseñanza secundaria en los países ibéricos (1900-1936)*. Madrid: Universidad Carlos III, 219-252.
- 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, I. García, S. San Andrés, M. Sánchez, J. (2009). *Función, uso y exposición: El caso de los Modelos anatómicos del Dr. Auzoux*. Cáceres: IV Congreso del GEIIC. 25-27, pp. 341-348.
- González, A. y Baratas, A. (2013). Los templos de Natura. Guía de las colecciones españolas de Historia Natural. *Memorias R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 2ª ép., 11, pp. 137-422.
- Gomes, I. (2018). Observation versus experimentation in natural-history teaching in Portuguese secondary schools: Educational laws from 1836 to 1933. *British Journal for the History of Science, Themes*, 3, pp. 147-165.
- Gomis A. y Ruiz-Berdún D. (2016). Los modelos clásicos del Dr. Auzoux, del aula al museo. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural, Sección Aula, Museos y Colecciones*. 3, pp. 39-52.
- Grilli, J. (2018). El material natural en la Biología escolar. Consideraciones éticas y didáctica sobre las actividades prácticas de laboratorio. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 15 (1), pp. 1104-19.
- Guijarro, V. (2018). *Artefactos y acción educativa la cultura del objeto científico en la enseñanza secundaria en España (1845-1930)*. Madrid: Editorial Dykinson.
- Hernández, J. M. (2002). Etnografía escolar e historia de la educación. En A. Escolano A. y Hernández J. M. (coords.), *La memoria y el deseo. Cultura de la escuela y educación deseada*. Valencia: Tirant lo Blanch, pp. 225-246.
- López, 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.
- Marín, J.P. (2014). *El material científico para la enseñanza de la botánica en la Región de Murcia (1837-1939)*. Tesis doctoral. Murcia. Universidad de Murcia.

- Marín, J. P. (2018a). Efectos de una renovación educativa en la enseñanza de la Historia Natural del Instituto de Murcia a través del relato de su material científico. En López-Ocón, L. Guijarro, V. y Pedrazuela, M. (Eds.), *Aulas Abiertas. Profesores viajeros y renovación de la enseñanza secundaria en los países ibéricos (1900-1936)*. Madrid: Universidad Carlos III, pp. 191-218.
- Marín, J. P. (2018b). La enseñanza de la Botánica y los modelos anatómicos de Les Fils d'Émile Deyrolle. *Aulas, Museos y Colecciones. Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 5, pp. 113-130.
- Marín, J. P. y Acosta, M. (2015). Aportaciones de los estudios de la primera etapa de Loustau y la biología en la Universidad de Murcia. *Revista Eubacteria*, 34, pp. 4-14.
- Martín, R. Piñar, I. y Gómez, M. J. (2014). Arte y ciencia en las aulas. Modelos didácticos del gabinete de Historia Natural del Instituto San Isidro. En autores (Ed.) *Modelos y maquetas: la vida a escala*. Madrid: MEC, pp. 148-159.
- Martínez, M. J. (2013). *La cultura material y la educación infantil en España. El método Froebel (1850-1939)*. Tesis doctoral. Murcia: Universidad de Murcia.
- Moreno, P. L. y Marín, J. P. (2014). La casa comercial Cultura y la oferta de Material Pedagógico Moderno en España (1924-1934). En Badanelli, A., Poveda, M. y Rodríguez, C. (coords.), *Pedagogía museística. Prácticas, usos didácticos e investigación del patrimonio educativo*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid, pp. 523-532.
- Ossenbach, G. (2010). Manuales escolares y patrimonio histórico-educativo. *Educatio Siglo XXI*, 28, (2), 115-132.
- Rodríguez de Charentón, A. (1932). *El microscopio en la escuela*. Madrid: Editorial Estudio de Juan Ortiz.
- Rubio, R. (1892). El material de Botánica en el Museo Pedagógico de Madrid. *Boletín de la Institución Libre de Enseñanza*, Madrid: Fortanet.
- 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.
- Sacchetto, P. P. (1986). *El objeto informador. Los objetos en la escuela: entre la comunicación y el aprendizaje*. Barcelona: Gedisa.
- Schnalke, T. (2004). Castin Skin: Meaning for Doctors, Artists, and Patients. En Chadarevian, S. Y Hopwood, N. (Eds.), *Models the third Dimension of Science*. Standford: Standford University Press, pp. 207-241
- Tuckwell, W. (1869). Science teaching in schools. *Nature*, 1.
- Viñao, A. (2005). La memoria escolar: restos y huellas, recuerdos y olvidos. En *Homenaje al profesor Alfonso Capitán*. Murcia: Universidad de Murcia, pp. 739-758.