



## Técnicas para el estudio de adaptaciones anatómicas en vegetales: una propuesta para el laboratorio

Nora Pericola†, Miriam Hadid, Iris Liscovsky, Maria Teresa Cosa, Nilda Dottori y Gloria Bruno

Cátedra de Morfología Vegetal. Facultad de Ciencias Exactas,

Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba.

E-mail: dottori@imbiv.unc.edu.ar

### Resumen

En el presente trabajo se propone el uso de técnicas sencillas para ser utilizada en el laboratorio y potencialmente útiles para la integración de contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales de Biología. A través de técnicas y coloraciones histológicas se enfrenta el estudio de las adaptaciones anatómicas de tallos y hojas de distintas especies y su relación con los factores ambientales. De este modo, los alumnos podrán desarrollar habilidades y destrezas, que los capaciten para la observación de tejidos vegetales, identificación de variables, interpretación e inferencia, como así también en la argumentación y elaboración de conclusiones.

Palabras claves: laboratorio, integración de contenidos, adaptaciones.

### Abstract

This work proposes simple techniques to be used in the laboratory and useful to integrate conceptual, procedural and attitudinal contents of Biology. The study of anatomy adaptations in stem and leaf and its relationship with environmental conditions are studied allow the application of techniques and stains which are used in histology. Therefore, pupils at laboratory schools could develop abilities and dexterities to look for variables to analysis, interpret results and argument conclusions.

Key Words: laboratory, content integration, adaptation.

### Introducción

En Argentina, los cambios curriculares efectuados a partir de la Ley Federal de Educación 24.195, establecen la discriminación de los contenidos (conceptuales, procedimentales y actitudinales), atendiendo a la educación integral del alumno. Así, se procura formar ciudadanos con capacidad para relacionar datos, conceptos y desarrollar habilidades, que les permita desenvolverse socialmente de manera activa y competente con espíritu reflexivo y crítico.

La separación de los contenidos surgió en el contexto de la investigación educativa como una herramienta de análisis asociada a una interpretación cognitivista y constructivista (Coll et al., 1992), sin embargo, a nivel aúlico puede resultar artificial (Meinardi y Adúriz- Bravo, 2002), e incluso constituir un obstáculo en el intento de renovar la Enseñanza de las Ciencias (Gil Pérez et al., 1999); así Coll et al. (1992) sugieren la interrelación de los tres tipos de contenido. Desde la concepción de alfabetiza-

ción científica, se procura que la población cuente con contenidos mínimos de conocimiento científico para que como ciudadanos puedan participar democrática y responsablemente (Martín Díaz, 2002). La enseñanza de las ciencias propone objetivos para que los alumnos aprendan ciencia, a hacer ciencia y sobre la ciencia (Hodson, 1994; Díaz de Bustamante y Jiménez de Aleixandre, 1999), al respecto, el punto de discusión está centrado en dejar de desarrollar estos procesos como paralelos, cuando en realidad son complementarios.

En educación en ciencias, uno de los espacios que propicia la integración de los contenidos es el laboratorio. Los trabajos prácticos de laboratorio han sido objeto de numerosas investigaciones, en este punto nos interesa destacar cuatro críticas frecuentes a estas actividades: 1) la práctica se planifica al servicio de la teoría, en relación al tradicional énfasis del aprendizaje de conceptos, modelos y razonamiento en la ense-



ñanza de ciencias (Séré, 2002); 2) no se evalúan las actividades de laboratorio sino la retención de los contenidos conceptuales (Geli de Ciurana, 1995; Gil Pérez y Martínez Torregrosa, 1999); 3) se prioriza la manipulación de instrumentales y realización de mediciones (Psillos & Niedderer, 2002) en desmedro de la identificación y utilización de evidencias para la construcción de argumentos y conclusiones (Leite & Esteves, 2005); y 4) los docentes necesitan de nuevas técnicas, materiales curriculares y formas de favorecer el aprendizaje (Briscoe, 1991) y de los contenidos disciplinares que sustentan la materia (Gil de Marrupe et al., 2002; Leal, 2004).

Actualmente se considera necesario revalorizar los trabajos prácticos atendiendo a sus ventajas, las que Seré (2002) resume en la potencialidad para motivar, y el interés dado tanto para razonar sobre lo concreto como para visualizar los objetos y eventos; de esta manera propone utilizar la teoría al servicio de la práctica, donde los alumnos para actuar requieran utilizar los conceptos. En el mismo sentido, Meinardi y Adúriz- Bravo (2002) expresan que los procedimientos y los contenidos conceptuales que les dan sustento deben ser enseñados desde su relación.

Tomando en cuenta la necesidad de revalorización y reestructuración de los trabajos prácticos de laboratorio desde la teoría, y el apoyo que propician algunas gestiones educativas para recuperar y organizar espacios para las prácticas de laboratorio en las escuelas, así como la concepción que expresa Leal (2004) que los conceptos botánicos suelen desarrollarse en niveles mínimos en la enseñanza general; nos dispusimos colaborar con una propuesta que pretende la integración de contenidos (conceptuales, procedimentales y actitudinales). A su vez que requiere relacionar conceptos generalmente desarrollados en diferentes disciplinas (Biología y Química), intentando promover una construcción significativa del conocimiento y abriendo puertas al trabajo en áreas. Concretamente, se presenta los fundamentos y la aplicación de técnicas y coloraciones histológicas para ser usadas en el análisis e interpretación de las adaptaciones anatómicas de tallos y hojas de distintas especies y su relación con los factores ambientales.

En el ámbito didáctico la incorporación de contenidos de "aplicación", como en este caso se propone las adaptaciones de las plantas, permi-

ten un mejor entendimiento de los conceptos teóricos, como serían las diferencias que se pueden observar entre los diferentes tejidos, dado que representa un estímulo para el alumno que se enfrenta con observaciones reales

La técnica histológica, así como las coloraciones químicas, pueden ser empleadas de diferentes maneras, tanto como para el estudio de adaptaciones de los vegetales (Ciclo Básico Unificado, Primer Año, Ecosistema: Adaptaciones); como para la aplicación e integración de contenidos interdisciplinarios (Ciclo de Especialización, Especialidad en Ciencias Naturales: Taller y/o Prácticas de Laboratorio, Biología y Química); por ejemplo en el reconocimiento de los tejidos vegetales y su relación con el ambiente (Cuarto Año: Niveles de Organización: tejidos), o el estudio de las adaptaciones bajo alguna de las concepciones evolucionistas (Sexto Año: Evolución). El desarrollo de la presente propuesta se realiza tomando en cuenta el análisis de los tejidos vegetales en relación con el ambiente donde se desarrolla la planta, y se recomienda considerar prerrequisitos de aprendizaje para tratar las adaptaciones de los vegetales a nivel histológico y poder lograr una actitud activa de los alumnos. Se destacan el conocimiento acerca de la teoría de la evolución, adaptaciones, estructura y función de los tejidos vegetales en relación a sus características morfológicas y químicas, adaptaciones anatómicas de los vegetales relacionadas con las condiciones ambientales; entre otras.

### Orientación para la planificación

Numerosas investigaciones en relación a los Trabajos Prácticos de Laboratorio enfatizan en la necesidad de planificarlos atendiendo a una serie de elementos que deben ser considerados, entre los que se destacan:

- indagar ideas previas de los estudiantes.
- establecer claramente los contenidos conceptuales, actitudinales y procedimentales con los que se dispone a trabajar.
- destinar actividades específicas para la observación, la búsqueda de variables (ej. indicadores que permiten inferir un ambiente), la toma de datos (ej. creación de tablas que contemplen las variables identificadas) y su análisis.



- promover la argumentación y el arribo a conclusiones, así como la transmisión del conocimiento al resto de los compañeros (divulgación del conocimiento científico).
- transferir y aplicar los conocimientos a nuevas situaciones.
- evaluar las actividades diseñadas y no sólo los conocimientos conceptuales retenidos, sino los procedimentales y actitudinales.

Estas premisas deberían ser desarrolladas por el docente, dando así significación contextual a la metodología que aquí se propone, cuyo objetivo general esta centrado en utilizar conceptos teóricos para realizar, comprender, interpretar y argumentar una actividad práctica. Este trabajo brinda la posibilidad de proponer una serie de objetivos particulares en los que el docente podrá hacer hincapié, tales como:

- Reconocer diferencias entre los distintos tipos de tejidos vegetales analizando cortes histológicos.
- Identificar las variables histológicas que se utilizan para inferir las características ambientales en las que mejor se desarrolla la especie.
- Realizar inferencias a partir de las variables identificadas y las especies analizadas.
- Desarrollar habilidades y destrezas en la ejecución de técnicas histológicas.
- Interpretar las coloraciones histológicas como reacciones químicas que permiten dilucidar la composición química, en este caso de las paredes celulares, lo cual se relaciona con características funcionales de las células.
- Transferir los conceptos y procedimientos a nuevas situaciones.
- Valorar el desarrollo de fundamentos teóricos como soporte del trabajo experimental que permite avanzar en el conocimiento científico.

### **Materiales y técnicas utilizados en la experiencia**

A manera de ejemplo se desarrollará la propuesta a partir de tres especies vegetales donde cada una representa un ambiente definido: *Pantacantha ameghinoi* Speg., *Petunia axillaris* (Lam.) B.S.P.

n.v. "petunia", *Potamogeton ferrugineus* Hagstr. El docente puede buscar en su contexto ecológico especies en los diferentes ambientes y analizarlas con sus alumnos. Para llevar a cabo la experiencia que estamos proponiendo, se requiere como instrumental: microscopio óptico, hoja de afeitar, portaobjetos, cubreobjetos, agujas histológicas, colorantes, agua destilada, glicerina y papel de filtro o absorbente y el desarrollo de la siguiente técnica histológica.

En primer lugar, para realizar cortes temporarios de tallo u hoja, se puede colocar el material entre dos mitades de raíz de zanahoria, tallo de hinojo o láminas de telgopor (estos se cortan al mismo tiempo que el material a estudiar), o bien se lo corta directamente sin usar soportes. El material se sostiene perfectamente vertical, entre los dedos pulgar e índice, proyectándolo pocos milímetros por encima de estos y con la otra mano se sostiene firmemente la hoja de afeitar con el filo dirigido hacia uno. Al cortar se apoya la hoja de afeitar sobre el índice tocando el material en un ángulo de 90°. Conviene realizar varios cortes no mayores de unos pocos milímetros de espesor, los que irán acumulándose en la hoja de afeitar; los mismos se disponen sobre un portaobjetos con agua o glicerina diluida al 50 % y se cubren con un cubreobjetos (Técnicas de Histología Vegetal, 2004).

Una vez realizado los cortes se procede al reconocimiento morfológico de tejidos o componentes celulares bajo el microscopio, considerando el grosor de las paredes celulares, tamaño, forma y posición de las células, cantidad y tamaño de los espacios intercelulares. Para evidenciar la naturaleza química de sus componentes, se hacen pruebas con determinadas sustancias que al actuar sobre ellos ocasionan cambios definidos, usando procedimiento y fundamentos para la coloración histológica. Para ello, las tinciones propuestas son las siguientes:

- *Azul astral*: colorea de azul cobalto paredes celulares celulósicas;
- *Safranina*: tiñe de rojo paredes celulares lignificadas, cutinizadas o suberificadas, como así también cromosomas y nucléolo;
- *Sudán IV*: tiñe de rojo paredes cutinizadas, suberificadas y sustancias grasas (D'Ambrogio de Argüeso, 1986).



Conocer la preparación de los colorantes es fundamental para este trabajo, por lo cual se detallan cada uno de sus componentes:

- *Azul astral*: disolver 0,5 gr. de azul astral en 100 ml de agua destilada y agregar 2 gr. de ácido tartárico.
- *Safranina*: disolver 2,25 gr. de Safranina en 225 ml de alcohol 95%; al usar diluir en partes iguales con alcohol etílico 70%.
- *Sudán IV*: disolver 0,09 gr. de Sudán IV en 100 ml de alcohol 95%.

Después de realizados los cortes, se los coloca sobre el portaobjetos, con una gota del colorante seleccionado, durante 2 ó 3 minutos, luego se quita el excedente con papel de filtro, se agrega con un gotero agua destilada en cantidad suficiente y se coloca el cubreobjetos. Para que el preparado se conserve por más tiempo, se suele utilizar en lugar de agua, glicerina 50% y luego se adhieren los bordes del cubreobjetos con esmalte de uñas incoloro.

Se puede usar un solo colorante por vez para colorear tejidos con paredes de naturaleza semejante, caso del Azul astral que colorea de azul las paredes celulósicas del colénquima, floema y parénquima, o bien utilizar dos colorantes primero Azul astral y luego de extraer el excedente (con papel absorbente, colocando una punta del mismo sobre el colorante, pero intentando no tocar los cortes), agregar Safranina, para así teñir las paredes cutinizadas de la epidermis y las lignificadas del xilema y las fibras.

### Conocimientos orientadores para el docente

Los vegetales presentan características, desarrolladas a lo largo de la historia evolutiva de cada especie, que les permiten sobrevivir en determinadas condiciones ambientales (Cutler, 1987), así resultan adaptaciones anatómicas o estructurales, fisiológicas y/o etológicas.

Al estudiar la anatomía de plantas de diferentes hábitat, se puede observar que existen modificaciones que se manifiestan con un grado de regularidad, por lo que podrían relacionarse con la supervivencia en ese hábitat en particular (Cutler, op. cit.). Esas variaciones anatómicas no necesariamente deben presentarse en

conjunto ni tampoco logran el mismo grado de diferenciación en todas las especies. De acuerdo a dicho autor, algunas de las características anatómicas que se relacionan con el ambiente se resumen a continuación:

- *Ambientes xerofíticos*: en las hojas los estomas suelen observarse hundidos, limitados a surcos o protegidos, con anticámaras recubiertas por cutina, la cutícula de las células epidérmicas propiamente dichas suele ser gruesa, todos estos caracteres pueden desempeñar un papel en la regulación del agua. Con respecto a las adaptaciones internas se pueden presentar formas suculentas (adaptadas al almacenamiento del agua) o formas escleróticas, donde el esclerenquima o células lignificadas confieren rigidez estructural lo que permite resistir el colapso y el desgarramiento al secarse. El mesofilo puede ser compacto con pocos espacios aéreos, esta reducción, también permite un mayor control en la evapo-transpiración.

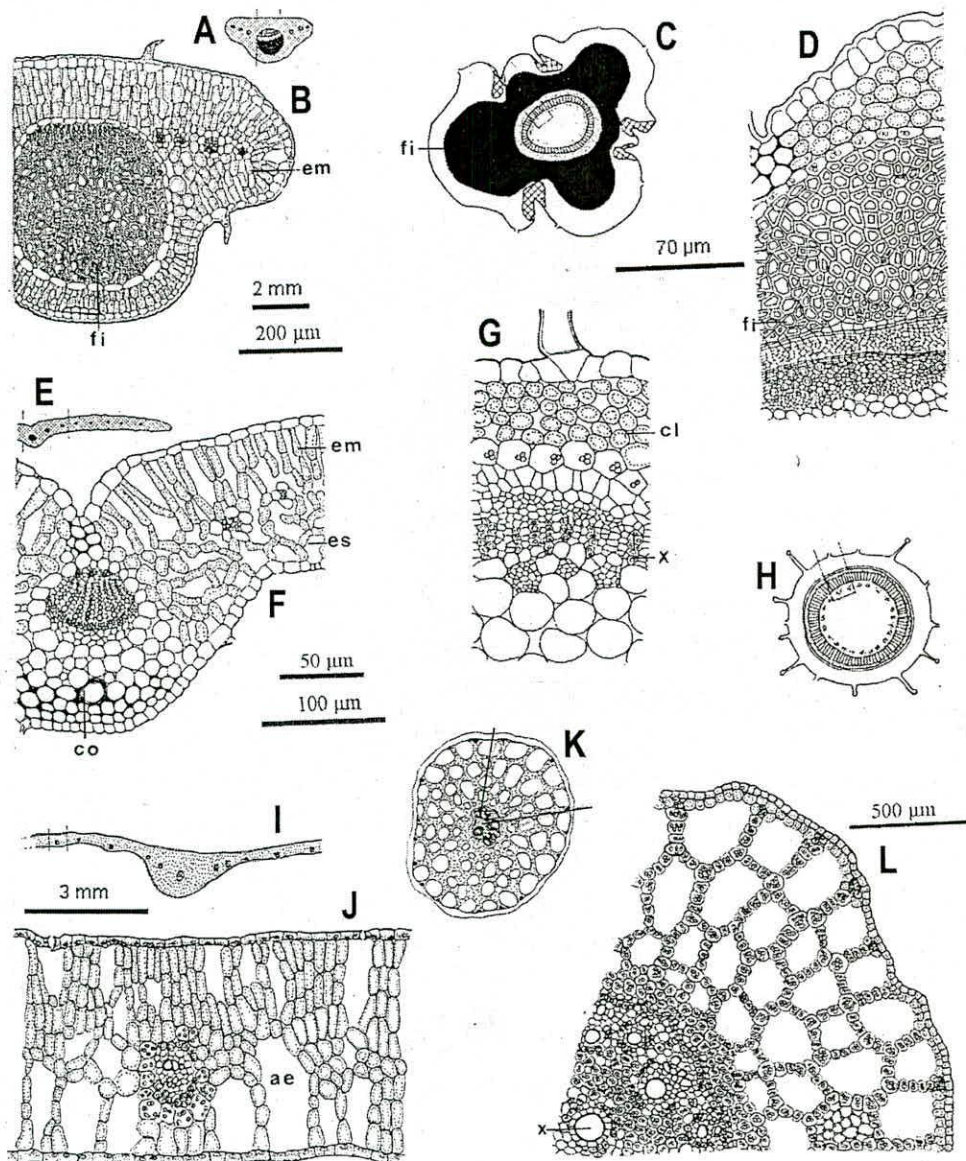
*Ejemplo propuesto: Pantacantha ameghinoi*, caméfito del sur de Argentina tiene hojas angostas (Fig. 1 A), espinescentes y su anatomía en sección transversal (Fig. 1 B), muestra una epidermis con cutícula gruesa (Cosa, 1991), puesta de manifiesto con Sudán IV, el mesofilo es de estructura homogénea con varios estratos compactos de clorénquima en empalizada, que se tiñen con Azul astral y un grupo muy grande de fibras debajo del hacesillo central que se evidencian con Safranina. Estos mismos colorantes destacan en el tallo (Fig.1, C-D y Fig. 2 A y B), los caracteres xeromorfos dados también por la cutícula gruesa y fibras en abundancia, en este caso, alrededor y por encima del tejido vascular.

- *Ambientes mesofíticos*: estomas generalmente presentes en la cara inferior y de posición superficial, cutícula delgada o ligeramente engrosada, mesofilo con parénquima en empalizada compacto y esponjoso laxo, tejido esclerenquimático ausente o escarcido.

*Ejemplo propuesto: Petunia axillaris*, presenta en su anatomía foliar y caulinar una epidermis con cutícula delgada y parénquima en abundancia. La estructura foliar es dorsiventral (Fig. 1 E y F), el clorénquima en empalizada hacia la cara adaxial, se dispone en dos o tres estratos de ma-

nera bastante laxa, al igual que el esponjoso hacia la cara abaxial y presenta colénquima subepidérmico hacia ambas superficies, reforzando la región del hacecillo medio (Fig. 1 F y 2 C); las paredes celulares de este tejido se colorean con Azul astral lo mismo que las del parénquima y el floema. En los tallos, la corteza presenta

clorénquima subepidérmico (Fig. 1 G, H y 2 D), rodeando al tejido vascular; éste último forma una sifonostela anfifloica; en todos los casos el floema y el parénquima (cortical y medular) se tiñen de azul con Azul astral y el esclerénquima y el xilema de rojo con Safranina (Cosa, 1991).



**Figura 1:** Esquema y detalle en corte transversal por hojas de: A, B: *Pantacantha ameghinoi*; E, F: *Petunia axillaris*; I, J: *Potamogeton ferrugineus*. Tallo: esquema y detalle en cortetransversal por tallos de: C, D: *Pantacantha ameghinoi*; E, F: *Petunia axillaris*; G, H: *Potamogeton ferrugineus*. Abreviaturas: ae: aerénquima; cl: clorénquima; co: colénquima; em: parénquima en empalizada; es: parénquima esponjoso; fi: fibras; x: xilema.

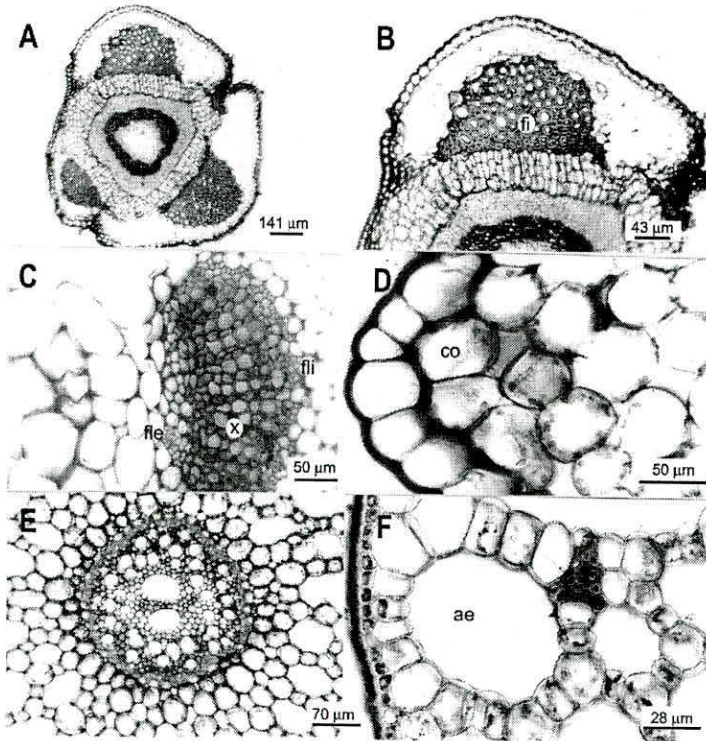
Aumentos: la escala de 2 mm vale para A, E; la de 3 mm para I; la de 200 μm para B, F; la de 70 μm para C; la de 100 μm para D, G y J; la de 500 μm para K, H y la de 50 μm para L.



- *Ambientes acuáticos*: tallos y hojas con grandes espacios aéreos (permite la flotación y contribuye al intercambio gaseoso), cutícula pobremente desarrollada o ausente, estomas ausentes en las superficies sumergidas, sistema vascular (especialmente xilema) poco desarrollado, esclerénquima normalmente ausente.

*Ejemplo propuesto: Potamogeton ferrugineus* común en lagunas y arroyos (Cabrera et al., 1978), posee tallos sumergidos y hojas flotantes, se destacan en ambos órganos, la epidermis de cutícula delgada y con cloroplastos; el parénquima con grandes espacios intercelulares (aerénquima) en el mesofilo (Fig. 1 I, J) y en la corteza del tallo (Fig. 1 K, L y 2 E, F). Las hojas tienen estomas en la epidermis adaxial solamente; la estructura es dorsiventral con varios estratos de parénquima en empalizada, bastante compactos hacia la cara adaxial y parénquima esponjoso hacia la cara abaxial, con grandes espacios intercelulares que constituyen las cámaras aéreas del aerénquima. Las fibras son escasas, en pe-

queños grupos por encima y debajo de los haces y la vaina del haz es principalmente parenquimática, con granos de almidón. El aerénquima en la corteza de l tallo, tiene grandes espacios aéreos dispuestos regularmente como en la hoja (Fig. 2 F), pero en este caso con abundantes granos de almidón; en algunas cavidades aéreas se observan diafragmas, que tienen por función el pasaje de gases pero no de agua (Fahn, 1982; Esau, 1982). El tejido vascular (Fig. 2 E) se dispone hacia el centro y rodeado de una endodermis como ocurre en las raíces, pero se encuentra constituyendo haces con bastante desarrollo del floema y reducción del xilema, este último representado en cada haz por un solo vaso o por una laguna de protoxilema; por dentro de la endodermis se encuentran algunas fibras y alrededor de los haces, abundante parénquima con granos de almidón separando los mismos. Las tinciones fueron realizadas con Azul astral, coloreándose de azul las paredes de la epidermis, parénquima y floema y con Safranina de rojo las fibras y el xilema.



**Figura 2:** Fotomicrografías: Tallo de *Potamogeton ferrugineus*: A: vista general en corte transversal; B: detalle de corteza y parte de los tejidos vasculares. Hoja de *Petunia axillaris*: C: detalle de los tejidos vasculares; D: detalle de la corteza y epidermis. Tallo de *Potamogeton ferrugineus*: E: detalle de los tejidos vasculares; F: detalle de la corteza y epidermis. Abreviatura: ae: aerénquima; cl: clorénquima; fi: fibras; fle: floema; x: xilema.

## Reflexiones finales

La actual tendencia para revalorizar los trabajos prácticos de laboratorio, así como los contenidos que en ellos se desarrollan, requiere de innovaciones planteadas desde diferentes sectores (planificación, docencia, investigación). Con el aporte de estrategias de laboratorio válidas para ser utilizadas en el ámbito escolar se propicia iniciar el diálogo entre quienes proponen nuevas estrategias para el laboratorio, quienes son usuarios de las mismas y quienes podrían investigar sobre su eficacia y/o falencias. Esta interrelación pretende actuar en pos de contar con un gran número de alternativas didácticas que se puedan adaptar a cada ámbito particular, y que faciliten

la integración de contenidos de diferentes disciplinas, del trabajo areal, etc.

Finalmente, estas herramientas didácticas pueden beneficiar el acercamiento del alumno al conocimiento biológico, ya que potencialmente los estimula e interesa por el contenido disciplinar, la observación, el análisis, el planteo de nuevas situaciones y la valorización de la divulgación científica, por lo que además pueden ser utilizadas en diversos niveles bajo diferentes grados de profundización.

Dedicamos este trabajo a la memoria de la Bióloga Nora Perícola, la recordamos con cariño y lamentamos profundamente su fallecimiento.

Agradecemos a SECYT (Secretaría de Ciencia y Técnica de la U.N.C.), por el apoyo económico brindado.

## Bibliografía

- Briscoe, C. 1991. The dynamic interactions among beliefs, role metaphors and teaching practices. A case study of teacher change. *Science Education*, 75(2): 185-199. En Gil Pérez, D., Furió Más, C., Valdés, P., Salinas, J., Martínez-Torregrosa, Joaquín, Guisasaola, J., González, E., Dumas-Carré, A., Goffard, M. y Pessoa de Carvalho, A.M. 1999. ¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio? *Enseñanza de las Ciencias* 17(2): 311-320.
- Cabrera, A. L. y E. M. Zardini. 1978. *Manual de la flora de los alrededores de Buenos Aires*. Ed. Acme, S.A.C.I. Bs. As. Argentina.
- Coll, C. Pozo, J. I., Sarabia, B. y Valls, E. 1992. *Los contenidos en la reforma. Enseñanza y aprendizaje de conceptos, procedimientos y actitudes*. Madrid.
- Complemento teórico de Morfología Vegetal. 2005. Cátedra de Morfología Vegetal. Facultad de Ciencias, Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.
- Cosa, M. T. 1991. Estudio morfoanatómico de órganos vegetativos en *Cestroideae (Solanaceae)*. I: Tribu *Nicotianeae*. *Kurtziana* 21, pp. 111-152.
- Cutler, D. F. 1987. *Anatomía vegetal aplicada*. Ed. Librería Agropecuaria. S. A. Buenos Aires. Argentina.
- D'Ambrogio de Argüeso, A. 1986. *Manual de técnicas en histología vegetal*. Ed. Hemisferio Sur. Argentina.
- Díaz de Bustamente, J. y M. P. Jiménez Alcixandre. 1999. aprender ciencias, hacer ciencias: resolver problemas en clase. *Alambique* 20: 9-16.
- Esau, K. 1982. *Anatomía de las plantas con semillas*. Ed. Hemisferio Sur. Argentina.
- Fahh, A. 1982. *Anatomía Vegetal*. Ed. Pirámide. Madrid.
- Geli de Ciurana, A. M. 1995. La evaluación de los trabajos prácticos. *Alambique* 4: 25-32.
- Gil de Marrupe, Margarita, J. N. Nakhlé, D. Santos Bremer, M. A. Segura. 2002. Efecto transposicional de la capacitación de Ciencias: análisis para la E.G.B. *Revista de Educación en Biología* 5(2): 13-20.
- Gil Pérez, D. y J. Martínez Torregrosa. 1999. ¿Cómo evaluar si se "hace" ciencia en el aula?. *Alambique* 20: 17-27.
- Gil Pérez, D., Furió Más, C., Valdés, P., Salinas, J., Martínez-Torregrosa, Joaquín, Guisasaola, J., González, E., Dumas-Carré, A., Goffard, M. y Pessoa de Carvalho, A.M. 1999. ¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio? *Enseñanza de las Ciencias* 17(2): 311-320.
- Hodson, D. 1994. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias* 12: 299-313.
- Leal, J. 2004. Morfología floral en secundaria obligatoria. *Alambique* 40: 88-99.
- Leite, L. y Esteves, E. 2005. Análise crítica de actividades laboratoriais: um estudo envolvendo estudantes de graduação. *Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias* 4(1).
- Martián Díaz, M. J. 2002. Enseñanza de las Ciencias ¿Para qué? *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* 1(2).
- Meinardi, E. y Adúriz-Bravo, A. 2002. Debates actuales en la didáctica de las Ciencias Naturales. *Revista de Educación en Biología* 5(2): 41-49.



- Psillos, D. y Niedderer, H. 2002. Issues and questions regarding the effectiveness of labwork. In Psillos, D. & Niedderer, H. (Eds.). Teaching and learning in the science laboratory. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 21-30. En Leite, L. y Esteves, E. 2005. Análise crítica de actividades laboratoriais: um estudo envolvendo estudantes de graduação. *Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias* 4(1).
- Seré, Marie-Geneviève. 2002. La enseñanza en el laboratorio ¿Qué podemos aprender en términos de conocimiento práctico y de actitudes hacia la ciencia? *Enseñanza de las Ciencias* 20(3): 357-368.
- Técnicas de Histología Vegetal. 2004. Cátedra de Morfología Vegetal. Facultad de Ciencias, Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.