

Maderas nativas y la enseñanza del crecimiento secundario de tallos en bachillerato de ciencias agrarias

DIEGO DARÍO SUÁREZ VESPA

Modalidad Semirpresencial, Consejo de Formación en Educación, Administración Nacional de Educación Pública (ANEP), Montevideo, Uruguay.
diegoprobio@gmail.com

Palabras clave: crecimiento secundario, maderas nativas, aprender haciendo.

Resumen

El presente trabajo describe el desarrollo de un enfoque metodológico para la enseñanza del crecimiento secundario leñoso en plantas Angiospermas Eudicotiledóneas, en el curso de biología (botánica) de bachillerato de Ciencias Agrarias (CA) de Educación Secundaria de Uruguay. La experiencia de trabajo se implementó en grupos de 3ero de Bachillerato de CA en los años lectivos 2017 y 2018 en el Liceo Manuel Rosé de la ciudad de Las Piedras. Los estudiantes que participaron de esta propuesta, desarrollaron habilidades vinculadas al trabajo en el laboratorio, confeccionaron preparados histológicos de leñosas nativas, relevaron características diagnósticas de diferentes ejemplares botánicos y consolidaron saberes teóricos a partir del trabajo práctico.

Como resultado de esta experiencia se destaca, que la enseñanza comprensiva de temas de anatomía vegetal contribuye a fomentar el pensamiento científico y conduce a romper la tendencia descriptiva y memorística con la cual se relacionan los contenidos vinculados a la botánica.

Introducción

En general cuando pensamos en crecimiento secundario, se nos prefigura el tallo leñoso "típico" de los árboles, producto de un único cambium bifacial (es decir, bidireccional) que produce externamente floema secundario e internamente xilema secundario (Larson, 1994). Si bien este esquema/modelo caracteriza a la mayoría de las plantas con semilla, hay variaciones por ejemplo, los múltiples cambia presentes en Angiospermas que funcionan simultáneamente (Carlquist, 2007), o aquellos que producen un xilema secundario surcado por cuñas de floema (Pace *et al.*, 2009). Esta diversidad estructural generalmente no se presenta o directamente no se trabaja en los cursos de bachillerato de ciencias agrarias en Uruguay, y el futuro bachiller egresado culmina sus estudios con un esquema simplificado de la realidad anatómica que presentan las plantas con semilla con respecto al crecimiento secundario leñoso del tallo.

Los modelos tradicionales de tallo que se utilizan para la formación en Biología Vegetal refieren para Angiosperma Eudicotiledoneae, preferentemente a los géneros *Tilia* sp, *Vitis* sp y *Populus* sp, mientras que para Gimnospermas el género más utilizado es *Pinus* sp. El uso de estos modelos botánicos trae consigo inconvenientes u obstáculos. Uno de ellos es que los ejemplares seleccionados son de flora exótica y no se presentan ejemplares nativos. Otro hace referencia a que generalmente cuando se trabaja crecimiento secundario se utilizan ejemplares leñosos y eso refuerza la idea de que crecimiento secundario es sinónimo de producción de leño.

Distintos estudios, desde las ciencias de la educación, plantean que la progresión de las ideas previas en los distintos niveles educativos (Mateos Jiménez, 1993), radica en el poco uso de plantas vivas (y ejemplares fijados) en los cursos de botánica así como las pocas actividades prácticas y falta de entusiasmo para comu-

nicar a los estudiantes los fascinantes procesos que en ellas ocurren (Hershey, 1996). Esto último trae consigo un problema fundamental a abordar en la enseñanza de temas botánicos, que es la renovación y problematización de los ejemplares vegetales seleccionados; de forma tal que se genere conflicto cognitivo en los estudiantes e inviten a la reflexión y aprendizaje significativo.

Marco conceptual

“Mandamiento N°2: No llevarás a tu clase ninguna planta seca o en escabeche, o imágenes grabadas de ellas, cuando se puedan encontrar especímenes vivos.”

Edward Palmquist, Los diez mandamientos del profesor de botánica

A nivel general, autores como Hershey (1996) y Kinoshita *et al* (2006) sostienen que la enseñanza de la Botánica se caracteriza por ser muy teórica, desmotivadora para los estudiantes y poco jerarquizada dentro de la enseñanza de las ciencias y la biología.

El interés en la biología de las plantas en los estudiantes es tan escaso, que las plantas son percibidas como componentes fijos de la naturaleza u objetos decorativos (Silva *et al.*, 2016); Wandersee y Schussler (2001) llaman a esto ceguera botánica.

Por otra parte, Uno (2009) plantea que es común la llegada de estudiantes a una carrera terciaria en ciencias biológicas con un profundo “analfabetismo botánico” y que la falta de experiencias con plantas en el transcurso de la educación secundaria se vuelve un factor determinante en los procesos de aprendizaje. Tal es así que existe un empeño por fomentar desde la educación superior un “pensamiento botánico”.

Con esta perspectiva, los enfoques didácticos que han dado mejores resultados son aquellos en que los profesores fueron más allá de lo que los libros de texto plantean y dedicaron un esfuerzo a utilizar plantas (enteras, en secciones, frescas o conservadas), en actividades prácticas significativas (Hershey, 1996). En estudios recientes de Silva *et al.* 2016, con poblaciones de estudiantes de educación superior de Brasil y Portugal, se ha evidenciado que en los procesos de enseñanza las clases más prácticas que teóricas o aquellas teóricas con aplicación práctica, son las que tienen un alto valor para el aprendizaje de la disciplina botánica, pues logran despertar el interés de forma efectiva en el estudiantado.

Propuesta metodológica de trabajo para estudiantes de bachillerato

La propuesta de intervención didáctica se llevó a cabo en los años 2017 y 2018, en los cursos de biología de 3ero de bachillerato de C.A¹ (estudiantes con edades de 17 y 18 años) del Liceo Manuel Rosé de Las Piedras. En la misma se plantean una serie de actividades prácticas que permitan aplicación de los contenidos conceptuales trabajados a nivel teórico.

Las actividades están secuenciadas para un aprendizaje gradual y ordenado, que conduzcan luego a la realización de un trabajo guiado pero con un importante incremento de la autonomía de los estudiantes. A continuación se presenta la secuencia de trabajo con los estudiantes.

1. Colecta de material leñoso, estudio macroscópico y elaboración de preparados histológicos de material leñoso nativo.

La colecta de material tiene un papel pedagógico relevante, ayuda al estudiante a familiarizarse con la planta objeto de estudio, permitiéndole conocer su obtención y reconocer sus características organográficas. Por otra parte, la elaboración de preparados histológicos permite incorporar técnicas de procesamiento de muestras botánicas así como de coloración y tinción específicas para plantas.

El material leñoso colectado se extrae mediante sección transversal de fustes y/o ramas con diámetros entre 8-12 cm, y no más de 15cm de altura.

Las secciones transversales de fustes y ramas se conservarán inmersas en una solución de partes iguales de alcohol 70º y glicerina.

A partir del material colectado, se confeccionarán cubos de leño de 1,0-1,5cm de lado, dejando expuestos todos los planos de cortes de la madera (transversal, longitudinal tangencial y longitudinal radial) como reseña Guridi (2012).

Una vez obtenidos los cubos de corte, se procede al ablandamiento, por unas 24-48 hs. a una temperatura de 70ºC a partir de lo reseñado por Franklin (1946). Con los cubos de la muestra vegetal ablandados, se procederá a la realización de cortes a mano libre con hojas de afeitar. Para la coloración se utiliza una téc-

1 3ero de Bachillerato corresponde al sexto grado de educación secundaria.

nica directa con safranina, para materiales leñosos no incluidos² (D'Ambrogio, 1986). Los cortes se montan con Entellan® (Figura 1).

Los preparados obtenidos, se observan en un microscopio óptico a diferentes aumentos para poder analizar los componentes celulares y tejidos vegetales que lo componen. También se realiza un registro fotográfico con los dispositivos móviles de los estudiantes (Figura 2).

2. Utilización de claves y atlas de anatomía.

Para el relevamiento y diagnóstico de las características del material leñoso a nivel tisular, se plantea el trabajo con bibliografía específica y referida a la Bioregión Pampeana. Se trabajará con los estudiantes el uso de la *law a list of microscopic features for hard Wood identification* (Wheeler et al., 1989) y el Atlas de Maderas y Bosques Argentinos (Tortorelli, 1956). El objetivo del uso de claves y atlas es que el estudiante aprenda de forma activa y autónoma la caracterización morfológica de diferentes grupos taxonómicos (Ferriol & Merle, 2009) y así pueda aproximarse a la identificación de ejemplares.

3. Trabajo en la base digital de acceso libre INSIDEWOOD

Realización de actividades de observación y descripción de preparados obtenidos, y uso de la *Insidewood Database*. En la misma se presentan las características tisulares de leñosas y los estudiantes pueden seleccionar aquellas que reconocen en la observación de los preparados obtenidos. Una vez precargadas las características relevadas en la base de datos, el algoritmo brinda un posible ejemplar. Esta constituye otra forma muy interesante de afianzar la observación y la interpretación de caracteres morfológicos.

Evaluación de la enseñanza y del aprendizaje

A entender de Litwin (1998) la evaluación es un proceso continuo que desde la perspectiva didáctica consiste en juzgar la enseñanza y juzgar el aprendizaje. En el proceso de enseñanza, la evaluación le permite al docente juzgar el aprendizaje y le brinda herramientas cuantitativas y cualitativas que determinan el nivel de desarrollo cognitivo de los estudiantes. Si los niveles alcanzados no son los que el docente esperaba, éste

2 Sin necesidad de un soporte que envuelva y penetre en la muestra como puede ser parafina o resina.

puede de forma crítica y reflexiva, investigar sobre los obstáculos epistemológicos que interfirieron en el aprendizaje. En este sentido lo que se plantea de base, es una evaluación formativa que involucre activamente a los estudiantes.

Desde el punto de vista formativo, los modelos cualitativos son de referencia porque permiten relacionar a los evaluados con la experiencia de estos en un proceso de aprendizaje crítico y reflexivo. Estos modelos se orientan a la promoción de la autonomía y a la valoración de los procesos más que a la obtención de resultados (Shablico, 2015).

Propuesta de evaluación

Tomando como base lo anteriormente expuesto se plantearon dos situaciones problema para abordar el estudio anatómico de maderas nativas y aplicar el enfoque metodológico propuesto.

En una de las situaciones se propuso a los estudiantes, desde una perspectiva de botánica aplicada, relacionar la anatomía de una leñosa nativa (*Bauhinia forficata* Link) con potenciales usos. En la otra se les planteó el estudio anatómico de leñosas nativas (*Vachellia caven* (Molina) Seigler & Ebinger; *Schinus molle* L; *Myrrhimum atropurpureum* Schott y *Erythrina crista-galli* L.) a partir de la siguiente afirmación "Las maderas nativas uruguayas son muy fibrosas".

Para las distintas etapas de ambos trabajos se acompañó a los estudiantes mediante un intercambio constante, pero siempre respetando la autonomía de los mismos.

La entrega final del trabajo implicó la realización de un poster con comunicación oral de los resultados, con un espacio abierto a preguntas por parte de los profesores evaluadores.

Resultados obtenidos con esta propuesta metodológica

Los resultados obtenidos son parte de un recorrido académico que culmina con la propuesta de evaluación final diseñada. A continuación se destacan los principales logros obtenidos con la metodología de trabajo:

1. Fortalecimiento de destrezas vinculadas al trabajo en el laboratorio.
2. Familiarización con la flora nativa leñosa.

3. Incremento en la capacidad de interpretación de planos de corte de un leño.
4. Desarrollo de la observación de estructuras celulares, descripción y reconocimiento.
5. Conocimiento de las variantes estructurales de xilemas secundarios heteroxilados.
6. Dominio de software específico de anatomía de leñosas.
7. Adquisición de vocabulario específico de anatomía vegetal.
8. Producción de textos y presentación de información con formato científico.
9. Consolidación del trabajo autónomo y en equipo.
10. Incorporación de nuevas técnicas de laboratorio.

Conclusiones

La enseñanza de temas botánicos con un fuerte componente práctico y experimental tiene un profundo impacto en el aprendizaje de los estudiantes, sobre todo en temas de alta complejidad como lo es la estructura anatómica de plantas leñosas. El desarrollo de actividades prácticas en las cuales el o los estudiantes son los protagonistas, inducen a un mayor grado de involucramiento con el objeto de estudio y potencia el interés sobre el mundo de las plantas.

Agradecimientos

A las profesoras Daniela Pagés y Elisa Roldan por sus valiosos aportes sugerencias.

Referencias bibliográficas

- D'Ambrogio de Argüeso, A. (1986). Manual de técnicas en histología vegetal, Ana D'Ambrogio de Argüeso. Ed. Hemisferio Sur, 5-69
- Franklin, G. L. (1946). A rapid method of softening wood for microtome sectioning. *Tropical woods*, 88, 35.
- Guridi, L. I. (2012) Método de ablandamiento de madera dura y muy dura para la obtención de cortes en xiloto-mo. *Ciencia Forestal*, 2(10), 59-64.

Hershey, D. R. (1996). A historical perspective on problems in botany teaching. *The American Biology Teacher*, 58(6), 340-347.

Kinoshita, L. S., Torres, R. B., Tamashiro, J. Y., & Forni-Martins, E. R. (Eds.). (2006). *A botânica no ensino básico: relatos de uma experiência transformadora*. RiMa, São Carlos, p. 162.

Larson P. R. (1994) *The vascular cambium: development and structure*. Springer-Verlag, New York, Berlin, Doldrecht, 725.

Litwin, E. 1998. La evaluación: campo de controversias y paradojas o un nuevo lugar para la buena enseñanza, pp. 11-33. En: De Camilloni, A. R., Celman, S., Litwin, E., & Palou de Maté, M. C (ed) *La evaluación de los aprendizajes en el debate didáctico contemporáneo*, Argentina

Mateos Jiménez, A. (1993). Ideas previas en la botánica. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(2), 130-136.

Pace, M. R., Lohmann, L. G., & Angyalossy, V. (2009). The rise and evolution of the cambial variant in Bignoniaceae (Bignoniaceae). *Evolution & Development*, 11(5), 465-479.

Shablico, D. (2015). La evaluación de los aprendizajes: un análisis sobre las modalidades aplicadas en la formación de profesores del Instituto de Profesores Artigas. *Cuadernos de Investigación Educativa*, 5(20), 157-177.

Silva, J. R. S. D., Guimarães, F., & Sano, P. T. (2016). Teaching of Botany in higher education: representations and discussions of undergraduate students. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias (reec)*, 15(3), 380-393.

Tortorelli, L.A. (1956) *Maderas y bosques argentinos*. Ediciones ACME. Ciencias Biológicas y Agronómicas, 1-513.

Uno, G. E. (2009). Botanical literacy: What and how should students learn about plants?. *American Journal of Botany*, 96(10), 1753-1759

Wandersee, J. H., & Schussler, E. E. (2001). Toward a theory of plant blindness. *Plant Science Bulletin*, 47(1), 2-9.

Wheeler, E. A., Baas, P., & Gasson, P. E. (Eds.). (1989). *IAWA list of microscopic features for hardwood identification*, 219-332. Disponible en web.

Recibido el 07/08/2019 - Aceptado el 16/10/2019

Anexo

Figura 1. Detalle de la obtención y procesamiento de muestras leñosas.



a. Obtención de muestras leñosas de flora nativa; b. materiales de trabajo; c. realización de cortes según planos anatómicos de la madera (tr, lr y ltg) d. aclarado de la madera. e. registro de proceso de ablandamiento de cubos leñosos. f. tinción y montaje de los cortes. g. secado de cortes. h. prueba de observación de corte obtenido para constatar presencia de burbujas.

Tr= plano transversal

Lr= plano longitudinal radial

Ltg= plano longitudinal tangencial.

Figura 2. Registro fotográfico realizado por los estudiantes con cámara de teléfono celular.

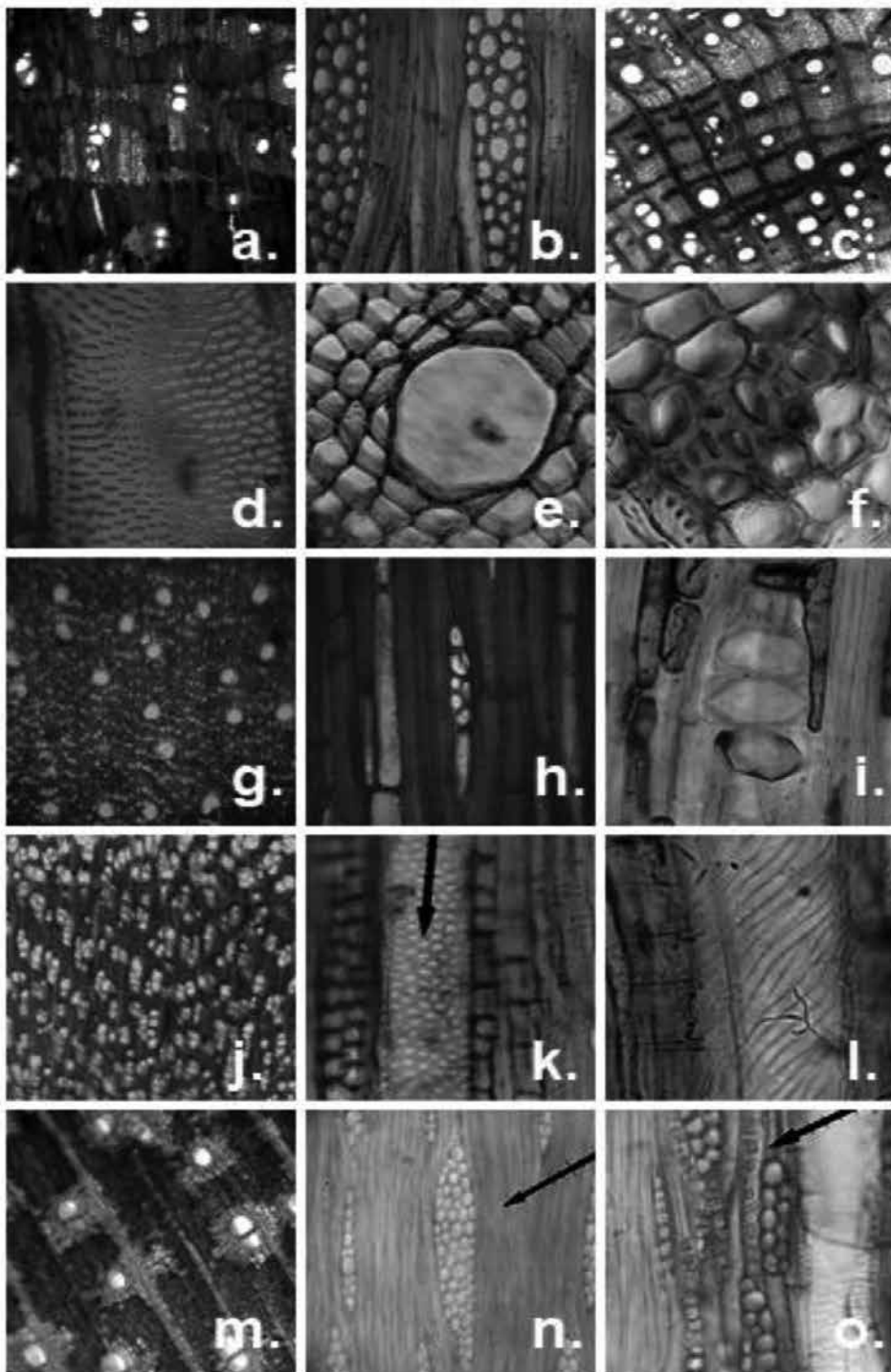


Fig.1 (a-b) *Vachellia caven*. a. 40x (tr); b. detalle del radio parenquimático 400x (Itg). (c-f) *Erhytrina crista-galli* c. 40x (tr); d. detalle del elemento del vaso 400x (Itg); e. detalle del elemento del vaso 400x (tr); f. detalle de las fibras 600x (tr). (g-i) *Myrrhnum atropurpureum*. g 40x (tr); h. detalle del radio parenquimático 400x (Itg); i. cristales 600x (Itg). (j-l) *Schinus molle*. j. 40x (tr); k. detalle del elemento del vaso 400x (Itg) l. detalle de espesamiento helicoidal en elemento del vaso 400x (Itg) (m-o) *Bauhinia forficata*. m. 40x (tr); n. detalle el radio parenquimático 150x (Itg); o. presencia de cristales 400x (Itg).