

ESPECIALIZACION EN DOCENCIA UNIVERSITARIA
TRABAJO FINAL INTEGRADOR

“La escritura académica de los estudiantes de Ciencias Naturales, su importancia para la comunicación escrita y el aprendizaje”



María de las Mercedes Ciciarelli

Cátedra de Introducción a la Botánica. Facultad de Ciencias Naturales y Museo UNLP. Laboratorio de Estudios de Anatomía Vegetal Evolutiva y Sistemática. (LEAVES). Calle 64 n° 3 entre 120 y diag. 113. Lab. # 2 y 15. La Plata 1900. Argentina

Directora: Andrea L. Iotti

Agradecimientos

A mi familia por el constante apoyo recibido durante la realización de este Trabajo Final Integrador (TFI).

A mi directora Prof. Andrea L. Iotti por su ayuda en la organización y su esmerada revisión de la escritura del Proyecto de Trabajo Final.

A todos los docentes y compañeros de la Especialización en Docencia Universitaria por sus aportes a mi formación pedagógica.

A los estudiantes de grado, que me alentaron a seguir adelante tal como soy.

Índice

1. Resumen	4
2. Contextualización y fundamentación del tema y el abordaje metodológico del TFI	4
3. Objetivos general y específicos	8
4. Perspectivas teóricas.....	8
5. Descripción general de la propuesta de innovación	14
5.1 Momentos de la propuesta de innovación.....	15
5.2 Fase de Diseño del taller de lectura y escritura	16
5.2.1 Propósitos del taller	16
5.2.2 Descripción general de las estrategias didácticas propuestas	17
5.2.3 Diseño de los tres encuentros del Taller en el marco de la APO.....	19
5.3 Fase de implementación del Taller de lecto-escritura	25
5.4 Fase de post-implementación del proyecto de innovación: Evaluación del proyecto de innovación	26
6. Consideraciones finales.....	27
7. Bibliografía.....	28
8. Apéndice.....	31
8.1 Materiales a utilizar en el primer encuentro de Taller.....	31
8.2 Materiales a utilizar en el segundo encuentro de Taller	33
8.3 Materiales a utilizar en el tercer encuentro de Taller.....	35

1. Resumen

La producción de textos académicos constituye una de las prácticas relevantes que los egresados de la carrera de Botánica de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo (UNLP) deben realizar en diferentes ámbitos del ejercicio profesional: ya sea para elaborar publicaciones científicas o informes técnicos, para diseñar programas y contenidos educativos, entre otras posibilidades, la escritura académica se constituye en una práctica necesaria de ser apropiada. No obstante, en mi trabajo cotidiano como docente de la asignatura Introducción a la Botánica (perteneciente al primer año de todas de las carreras) he observado una serie de dificultades en las habilidades de comunicación escrita por parte de los estudiantes. Específicamente he notado que muchos estudiantes presentan dificultades en la lectura e interpretación de los textos específicos de la materia y en la escritura de exámenes parciales (desde cuestiones vinculadas con la sintaxis y la ortografía, hasta otras más complejas relacionadas con el uso del lenguaje académico y sus reglas), lo que repercute en su desempeño.

Mediante el presente proyecto de innovación se propone implementar en las clases de la asignatura mencionada anteriormente un espacio para la práctica de la escritura, incorporando la lectura y análisis de textos motivadores y dinamizadores, la formulación y respuesta de preguntas, reescritura de textos, instancias de lecturas cruzadas, corrección de escritos entre pares y presentación de los escritos en talleres de tutorías grupales guiadas por docentes.

2. Contextualización y fundamentación del tema y el abordaje metodológico del TFI

Se ha observado que, a lo largo de la carrera, desde las materias introductorias hasta las de los últimos años, los estudiantes no adquieren de forma satisfactoria habilidades operativas de comunicación (Davini, 2008). Estas habilidades son básicas para el futuro de los estudiantes debido a que la producción de textos se vincula con los distintos ámbitos donde podrán ejercer la actividad profesional y las actividades que allí podrán desarrollar (elaboración de publicaciones científicas, informes técnicos, contenidos educativos, etc.). Por lo tanto, se resalta la importancia de la tarea de los docentes en introducir algún cambio para reforzar en los estudiantes la práctica de la escritura.

La escritura se relaciona con otras habilidades cognitivas tales como la lectura, la oralidad, la reflexión, el análisis y la síntesis de la propia lengua y del lenguaje académico. A su vez, existe una interacción de factores de distinto alcance en esta problemática como el contexto socio-político, relacionado a la cultura de la inmediatez imperante; la institución y el curriculum de las asignaturas con clases tradicionalmente expositivas de los docentes que han generado actitudes de pasividad intelectual y hábitos contenidistas en los estudiantes (Casco, 2007; Carlino, 2003a).

En la Facultad de Ciencias Naturales la asignatura Introducción a la Botánica es anual, pertenece a primer año y es común a todas de las carreras. Cursan entre 600 y 800 alumnos por año, quienes provienen de diferentes localidades de nuestro país, e incluso algunos, de otros países de la región suramericana. Hay diez comisiones de trabajos prácticos integradas por un Jefe de Trabajos Prácticos, tres ayudantes diplomados y uno o dos ayudantes alumnos. Al comenzar el año las comisiones tienen entre 80 y 100 alumnos, aunque este número decrece durante el curso. Habitualmente el 50% abandona el curso durante el primer bloque temático debido a múltiples factores: motivacionales, familiares, psicológicos, de salud y vinculados con las dificultades para apropiarse de los contenidos en el tiempo disponible, para comprender la bibliografía o las consignas de trabajo, entre otros aspectos.

El programa de la materia es necesariamente amplio, los temas se tratan con profundidad y se abordan aspectos fundamentales de la Ciencia Botánica, que sirven de base para las restantes materias de la carrera. Se articula con las otras asignaturas del primer año interrelacionándose en contenidos y actividades. Hay tres exámenes parciales, los dos primeros son escritos y el tercero, oral. Cada examen tiene tres instancias, o fechas, en las que se puede rendir.

Se observa que muchos estudiantes presentan dificultades en la lectura e interpretación de los textos específicos de la materia, lo que repercute en el desempeño de los exámenes parciales escritos, en los que la redacción, la sintaxis, la ortografía y el lenguaje académico son aspectos que se deben mejorar. Esta situación resulta visible luego del primer examen parcial escrito, momento en que se registra un alto abandono. Así, en la primera fecha del primer parcial escrito aprueba el 20% de los que se presentan, incluso algunos estudiantes leen el examen y lo entregan en blanco. Mientras que en la segunda y tercera fechas aprueba el 50% de los presentes.

El grupo de estudiantes que continúa cursando luego de esa instancia de evaluación podría dividirse en deciles: el primer decil no presenta dificultades en la acreditación aprobando en la primer fecha, el segundo y el tercero alcanzan a aprobar en el transcurso de las otras dos instancias de evaluación, mientras que el cuarto y quinto decil es el grupo que presenta mayores dificultades para la acreditación y se debe a la dificultad de expresar en forma escrita los saberes que deberían ser apropiados luego del primer bloque temático.

Entre los problemas observados en los exámenes escritos en relación con la lectura y la escritura podrían mencionarse las siguientes:

- Dificultad en la comprensión de las consignas.
- Baja tasa de respuesta a las preguntas del examen (el promedio de respuesta es del 40% al 50% aproximadamente).
- Elaboración de respuestas cortas e imprecisas cuando se solicitaba desarrollar ideas o explicar conceptos.

- Problemas en el correcto uso de la ortografía y la puntuación, así como de conectores o subordinadas.
- Dificultades en la construcción de resúmenes y de textos que se adecúen a las características del texto descriptivo objetivo científico, género que resulta habitual en la escritura de profesionales de la disciplina abordada (Botánica).

Los docentes de la Cátedra hemos ido implementando formas de resumir o adaptar los textos o manuales más importantes de las asignaturas para acercar al estudiantado los saberes teórico-prácticos más complejos y ayudarlos en el aprendizaje del lenguaje académico (por ejemplo, el Manual de temas Botánicos de la Cátedra de Introducción a la Botánica y los textos teóricos recomendados para el desarrollo de las actividades prácticas). También se les ha preparado documentos detallados en lo que respecta a las formas de citar y construir una bibliografía (por ejemplo, documento con pautas para el seminario de la Cátedra de Protección y Conservación de la Naturaleza), pero no se han obtenido resultados significativamente diferentes a los de años anteriores.

Es entonces que comienzo a pensar en la necesidad de desarrollar, en forma paralela a la cursada, un taller de lectura y escritura que permita abordar con los estudiantes específicamente la producción de textos y su reescritura. Este taller se desarrollaría en un espacio que dispone la asignatura y al que deben asistir obligatoriamente aquellos alumnos que tuvieran dos inasistencias o más durante la cursada de cada bloque temático. Se trata de un ámbito que se utiliza habitualmente para volver a explicar (con las mismas estrategias de enseñanza) los contenidos abordados en la cursada. Esta propuesta de innovación consiste, entonces, en disponer de un espacio preexistente para plantear otros contenidos y estrategias, vinculados con la enseñanza de la lectura y escritura académicas.

Considero que la implementación de acciones que favorezcan la escritura desde el inicio de la cursada podría ayudar a los estudiantes correspondientes al cuarto y quinto deciles a acreditar la materia y a ir construyendo saberes en torno a la escritura académica que resultan significativos para su trayectoria formativa posterior.

Procurando alcanzar este objetivo, busqué antecedentes que pudieran orientarme en el desarrollo de la propuesta de innovación.

Me encontré, en ese sentido, que existen otras cátedras en la FCNyM que exigen trabajos escritos. En el caso de la Cátedra de Ecología de Poblaciones (cuarto año de la Licenciatura en Biología) los estudiantes deben desarrollar un proyecto de investigación y producir un texto a modo de publicación científica siguiendo las normas editoriales de una revista científica. Y si bien esto es una práctica de escritura académica, no se realiza un seguimiento sobre la redacción del trabajo a lo largo de la materia.

Por otra parte, hay otras experiencias relacionadas a las Ciencias Naturales en la materia Biología del Ciclo Básico Común de la Universidad de Buenos Aires, en los que se obtuvieron buenos resultados incorporando un espacio para que los estudiantes redacten

textos relacionando los temas vistos a lo largo del cuatrimestre, y de esta manera la escritura académica es parte del aprendizaje (De Micheli e Iglesias, 2012).

Paula Carlino (2003b) reseña cómo la escritura académica atraviesa el curriculum de distintas disciplinas en países como Australia, Canadá y Estados Unidos. La misma autora analiza la situación en Argentina, una década después de su trabajo publicado en 2003, reflexionando sobre el espacio que este tema ha ganado en nuestras universidades, aunque aún falta mucho camino por andar (Carlino, 2013). En sus trabajos recupera también la perspectiva de los estudiantes (Carlino, 2005). En este sentido, resulta motivador conocer las opiniones de alumnos que en su trayectoria universitaria transitaban experiencias de enseñanza y aprendizaje de la escritura académica. Ellos han señalado que se apropiaban en mayor proporción del conocimiento de una asignatura cuantas más elaboraciones de textos escritos se les solicitaba, agregando que además el esfuerzo realizado les resultaba estimulante.

Según esta autora (Carlino, 2004a) existen, además, cuatro problemas que es preciso considerar al momento de enseñar a escribir en la universidad: no tener en cuenta al lector, desaprovechar la potencialidad epistémica de escribir, revisar sólo la superficie del texto y postergar el momento de empezar a escribir.

En ese marco, un ejemplo de las producciones que se desarrollan en esta área es el Trabajo Final Integrador “Actividades de lectura y escritura en materias de formación específica de la carrera de Abogacía de la Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales de la Universidad Nacional de La Plata” que se presentó en el marco de esta Especialización en Docencia Universitaria (Lanfranco Vázquez, 2014). Así también, Galar (2018) y Santelices (2012) realizan trabajos finales integradores en esta especialización, en los que se resalta la importancia de la lectura en la carrera de Sociología y de la escritura en la Facultad de Ciencias Veterinarias, respectivamente, base a partir de la cual se puede escribir en la disciplina.

El trabajo de Santelices, específicamente, constituye un interesante antecedente en tanto aborda como problemática las prácticas de enseñanza en la asignatura Patología General, planteando que no logran favorecer en los estudiantes la apropiación de las reglas que supone el trabajo intelectual en la Educación Superior. En este TFI, la autora sistematiza el trabajo reflexivo realizado junto a los docentes de la cátedra, lo que supuso desnaturalizar el modo en que alumnos y educadores abordan la escritura e introducir a los docentes en la lectura de bibliografía vinculada con la alfabetización académica y su análisis. El trabajo también da cuenta de las estrategias generadas por el colectivo docente tanto para dar respuestas a la problemática como para socializar la situación a nivel institucional.

Es a partir de estos antecedentes que se propone implementar en las clases de la asignatura Introducción a la Botánica un espacio para la práctica de la escritura, incorporando la lectura y análisis de textos motivadores y dinamizadores que estimulen la lectura, la formulación y respuesta de preguntas, la reescritura del texto, instancias de

lecturas cruzadas y corrección de escritos entre pares. Esto último está relacionado a la propuesta de un amigo crítico (Barraza Macías, 2010), es decir, un interlocutor para discutir, analizar, reflexionar de manera conjunta, la construcción de los textos. Dichas actividades serán implementadas en la comisión de trabajos prácticos a mi cargo y desarrolladas en un espacio de taller.

3. Objetivos general y específicos

El **objetivo general** de la propuesta de innovación es:

Contribuir al mejoramiento de la escritura en la asignatura Introducción a la Botánica, a través del diseño e implementación de actividades con los estudiantes que promuevan el hábito de la lectura y la producción de textos en el transcurso de la cursada., con un sistema de evaluación continua, con la finalidad de fortalecer su alfabetización académica.

Con respecto a los **objetivos específicos**, podríamos citar los siguientes:

- a. Desarrollar actividades que permitan la participación de todos los docentes involucrados.
- b. Seleccionar textos de diversos géneros discursivos en un portfolio.
- c. Diseñar ejercicios de escritura a partir de los textos seleccionados.
- d. Construir material didáctico que ayude a fortalecer estas habilidades.
- e. Motivar a los estudiantes a leer textos de diversos géneros discursivos.
- f. Motivar a los estudiantes a revisar, reescribir y perfeccionar los textos que elaboren.

4. Perspectivas teóricas

En este apartado se desarrolla el encuadre conceptual desde el cual se va a proponer el proyecto de innovación. En este sentido, se plantea desde qué perspectiva se comprende la noción de “innovación” en la enseñanza, para luego caracterizar conceptualmente la idea de “alfabetización académica”, enfoque desde el cual se fundamenta la propuesta del taller de lectura y escritura en el marco de la asignatura Introducción a la Botánica.

Cualquier *innovación* en el campo educativo supone un conflicto con las ideas instauradas y por lo tanto serán resistidas; sin embargo, si se superan estas dificultades la innovación resultará en una transformación social (Contreras, 1990). Desde este encuadre teórico, consideramos como innovadoras a aquellas prácticas de enseñanza o de programación de la enseñanza universitaria encuadradas en una pedagogía crítica, en las que a partir de la búsqueda de la solución de un problema relativo a uno o más componentes didácticos, se produce una ruptura en los estilos habituales que se dan en el aula de clase.

Estas prácticas innovadoras alteran el esquema de la clase tradicional basada en una “didáctica de la transmisión” (Davini, 2008), y modifican el sistema de relaciones en la situación didáctica, es decir, las relaciones en la tríada docente-alumno-contenido (Lucarelli, 2004).

La decisión de llevar a cabo la innovación es la de modificar con un sentido principalmente pedagógico los saberes didácticos rígidos y repetitivos que afloran en el contexto educativo (Díaz Barriga, 2009).

En un proceso de intervención hay un tiempo de negociaciones previo a empezar a intervenir, en donde se plantean los dispositivos e instrumentos y se modula la demanda (Remedí, 2005). Se va a estar interviniendo sobre acciones, interacciones, afiliaciones, por ello implica procesos de larga data, no hay intervenciones puntuales. La intervención de las prácticas en el aula será un trabajo o emprendimiento conjunto, que cuenta con la participación de otros por tanto es una *intervención colectiva*.

Se debe dar una respuesta integral a la problemática planteada, ya que la misma implica distintos aspectos que abarcan desde lo institucional a las actividades en el aula (Barraza Macías, 2013). Por lo tanto la innovación debe estar *planificada* contemplando todos los aspectos intervinientes. Como ya se mencionó, los actores involucrados son los estudiantes y los docentes de la cátedra. En este sentido resaltamos que la participación de estos actores es indispensable para el desarrollo de la propuesta didáctica desde la Cátedra.

Con respecto a la problemática sobre la cual se busca intervenir con esta propuesta de innovación, es necesario contextualizarla.

En las últimas décadas en América Latina, en general, pero especialmente en nuestro país, en particular, se ha producido un proceso de masificación de la educación superior, lo que implicó el crecimiento del sistema universitario (tanto en cantidad de alumnos como de docentes, en oferta de carreras de grado y posgrado, entre otros aspectos). Este proceso tiene su correlato en los altos indicadores de abandono, fundamentalmente, en aquellos estudiantes que provienen de sectores sociales recientemente incluidos en la educación superior. De este modo, la universidad masiva en el ingreso no supone necesariamente la democratización del derecho a la educación superior (Ezcurra, 2011).

Las posibilidades de los estudiantes de sostener trayectorias académicas “exitosas” dependen de múltiples factores. Por esa razón, durante los últimos años se han multiplicado en la región las iniciativas de enseñanza de la lectura y la escritura, tanto en el grado como en el posgrado universitarios (Carlino, 2009). Como señala Navarro: “Estas propuestas comparten como premisa que la enseñanza explícita e intencionada de la lectura y la escritura académicas favorece la equidad y la formación inclusiva, ya que permite que los estudiantes provenientes de sectores sociales desfavorecidos puedan tener las mismas oportunidades que aquellos con familias con mayor capital semiótico” (2016: 38 y 39).

No obstante, la apropiación de saberes vinculados con leer y escribir en la universidad no se limita a los estudiantes provenientes de un sector social en particular. Por el contrario, leer, escribir y comunicarse oralmente son habilidades indispensables tanto para la formación académica como para el futuro desempeño profesional. Por este motivo, los textos correctamente escritos son generalmente los que obtienen una mejor calificación por parte de los docentes.

Para comprender en profundidad esta problemática resulta interesante recuperar los aportes conceptuales de Paula Carlino (2003a, 2005, 2013).

En principio, esta autora denomina alfabetización académica al “conjunto de nociones y estrategias necesarias para participar en la cultura discursiva de las disciplinas así como en las actividades de producción y análisis de textos requeridas para aprender en la universidad. Apunta, de esta manera, a las prácticas de lenguaje y pensamiento propias del ámbito académico. Designa también el proceso por el cual se llega a pertenecer a una comunidad científica y/ o profesional” (Carlino, 2003a: 410), en tanto esto último sólo ocurre cuando el sujeto se ha apropiado de las lógicas epistemológicas y formas de razonamiento legitimadas a partir de convenciones discursivas específicas.

En este sentido, se vuelve visible que la alfabetización no es una habilidad básica que se “conquista” de una vez y para siempre. En otras palabras, este concepto permite pensar que aprender a leer y escribir no es una práctica que ya domina un estudiante cuando ingresa al nivel superior universitario.

Desde esta perspectiva, Carlino (2005) señala la presencia de una brecha entre las prácticas de lectura y escritura experimentadas en la escuela secundaria y las prácticas esperadas por la universidad. De acuerdo con Benvegnú y otros “los escritos académicos del nivel universitario presentan un alto grado de complejidad y de especificidad y su comprensión y apropiación requiere de operaciones intelectuales de mayor grado de abstracción. Ya no se trata de compilaciones anónimas como los manuales del secundario ni de textos escritos únicamente con propósito didáctico. En la universidad debe entrarse en contacto con textos de primera mano” (2001: 2).

Quintana, García Arroyo y Hernández (2014), retoman también a Benvegnú para señalar que existen al menos dos tendencias en los modos en que se comprende el problema de la incorporación de la lectura en el curriculum universitario (y que para las autoras podrían extenderse a la escritura). La mirada más tradicional focaliza en las carencias de los estudiantes y considera que deben dominar estas habilidades desde el inicio de su trayectoria académica. Así, “el propósito es incrementar la capacidad de lectura y escritura de los estudiantes, con cierta independencia de la construcción de conocimientos específicos vinculados con la formación profesional” (Benvegnú, citado por Quintana, García Arroyo y Hernández, 2014: 190). Por otro lado, la postura que se opone a la anterior busca la formación del estudiante como miembro de una comunidad disciplinar. Desde esta mirada, la comprensión y la producción de textos están intrínsecamente relacionados con la construcción de conocimientos específicos. “La

hipótesis que subyace a esta postura es que el proceso de incorporación de los estudiantes al mundo académico–científico les permite apropiarse de un 'saber leer' y 'saber escribir' que son a su vez constitutivos de su formación. No basta con la exposición a los textos académicos sino que es necesario incluir un trabajo intencional sobre ellos” (Benvegnú, citado por Torres Bianchini, s/f: 22).

El propósito de la intervención es abordar la escritura como una herramienta de valor epistémico, lo que significa que es en el proceso mismo de escritura en el que se transforma la relación con el conocimiento. En palabras de Carlino: “la escritura tiene la potencialidad de ser una forma de estructuración del pensamiento que lo devuelve modificado” (2005: 27).

Para que esto suceda es necesario que se ponga en práctica una forma de redactar ligada a “transformar el conocimiento” que se opone a “decir el conocimiento” (Carlino, 2005). En este último caso podríamos hablar de un modelo tradicional, vigente en numerosas situaciones de evaluación en el aula universitaria, que consiste en recuperar de la memoria lo que se sabe de un tema y volcarlo en un papel. En cambio, en el primer modelo quien redacta considera la situación retórica en la que selecciona y organiza los datos en virtud de sus propósitos, se anticipa a las posibles necesidades de sus lectores, reformula lo que sabe para adecuarlo a la situación comunicativa que se elabora en su escrito. Dicho de otro modo la escritura exige minimizar ambigüedades a fin de que el lector comprenda el sentido del texto y así también ofrece la posibilidad de tomarse un tiempo para planificar los contenidos del texto y poder revisar el mismo para ser modificado; esta situación permite la apropiación y construcción del conocimiento. Esto tiene que ver con la importancia de poder analizar los textos.

En este marco, la justificación de este proyecto de innovación se encuentra en los movimientos “*escribir a través del currículum*” y “*escribir en las disciplinas*”.

El movimiento “escribir a través del currículum” surge en universidades angloparlantes en la década de 1970. En Estados Unidos se produjo en ese periodo histórico una importante expansión de la matrícula universitaria. Se comenzó a percibir entonces dificultades para la lectura y la escritura en los estudiantes ingresantes. Podríamos establecer una comparación con la situación descrita precedentemente en nuestra región latinoamericana. En Argentina, específicamente, hacia mediados de la década de 1980 comienzan a implementarse talleres de lectoescritura en diferentes facultades de la Universidad de Buenos Aires, experiencias que se ampliaron a otras universidades nacionales en la década siguiente (Navarro, 2016). Estos talleres eran espacios académicos masivos, que alcanzaban a todos los ingresantes y contaban con escasa especificidad disciplinar. En otras palabras, procuraban “nivelar” las dificultades de escritura previas de los estudiantes ingresantes a la universidad y promover la enseñanza de habilidades básicas de escritura académica, no vinculadas directamente con el modo en que se escribe en la disciplina específica en que se formaban estos alumnos.

Posteriormente, fueron surgiendo experiencias de enseñanza de la escritura que se propusieron dialogar con las diferentes culturas disciplinares, en numerosas ocasiones, a partir del trabajo conjunto de docentes de escritura con docentes de disciplinas específicas que se desempeñaban en asignaturas de los últimos años de las carreras. En estos casos, “a pesar de ser iniciativas potentes y complejas en su diseño y objetivos, presentan como desafío aquello que representa la fortaleza de los cursos de primer año: las dificultades para alcanzar de forma masiva, curricularizada y continuada en el tiempo a los estudiantes de todas las carreras” (Navarro, 2016: 42).

En la actualidad, según Carlino (2003b) las universidades norteamericanas cuentan con programas de escritura que incluyen materias obligatorias de escritura académica y asignaturas electivas con mayor especificidad y diversas orientaciones o enfoques. Además, ofrecen la guía de tutores que leen las producciones escritas de los estudiantes y los orientan para reescribirlas antes de su entrega al profesor. La mayoría de estos programas “adhieren al enfoque denominado ‘pedagogía de proceso’. Entienden la actividad redaccional como una laboriosa tarea con fases recurrentes de planificación, redacción, revisión y reescritura. Pensamiento y escritura aparecen entrelazados y escribir implica retrabajar lo que ya se conoce” (Carlino, 2003b: 6).

En las universidades argentinas se está comenzando a difundir la necesidad de implementar acciones de este tipo, dado que los cursos de ingreso tienen escasa repercusión, no alcanzan a subsanar las problemáticas del nivel secundario y no siempre se integran a la estructura curricular (Carlino, 2009).

Ahora bien, hasta el momento se ha descrito el modo en que fue surgiendo e institucionalizándose en diferentes ámbitos académicos el abordaje de la escritura académica. Pero no se ha profundizado aun en la caracterización conceptual de los movimientos en los que se fundamenta este TFI. ¿Qué suponen específicamente los movimientos “escribir a través del curriculum” (también conocido como WAC por sus siglas en inglés) y “escribir en las disciplinas”?

El movimiento denominado “escribir a través del curriculum” busca incorporar la escritura al aprendizaje de todas las materias, en tanto considera que la escritura constituye una herramienta fundamental para aprender y a la vez un método que posibilita pensar. Este movimiento propone dos cuestiones: por un lado, incluir la enseñanza de la escritura y la lectura académica a lo largo de todo el recorrido del alumno en su formación superior y, por el otro, vincular los saberes relacionados con la escritura con los conocimientos que cada disciplina demanda. De este modo, “comprende a la escritura como reescritura y reconoce al proceso de revisión como una instancia clave para volver a pensar tanto los textos producidos como el asunto del que tratan y además propone enseñar a los alumnos a releer sus borradores mostrando el efecto que tienen sobre un lector atento” (Carlino, 2004b: 9).

El movimiento “escribir en las disciplinas”, por su parte, proviene de la Universidad de Cornell (Ithaca, Nueva York). Según Carlino (2004b: 7) “escribir en las disciplinas” es una

variante específica del anterior, que enfatiza en identificar y entrelazar las prácticas de escritura necesarias en cada disciplina y enseñarlas específicamente a lo largo de todas las materias de la carrera.

Para Navarro (2016) “escribir en las disciplinas” es un movimiento que se ocupa tanto de investigar cuáles son las características de la escritura en las distintas áreas disciplinares, como de realizar reformas curriculares para incorporar la enseñanza de la escritura vinculada a la disciplina, pero dentro de un programa diseñado especialmente para este propósito. La hipótesis que lo orienta plantea que las concepciones previas sobre qué se considera una escritura adecuada en la universidad se basaban en enfoques literarios. Pero esas perspectivas no son apropiadas para todas las disciplinas (por ejemplo, no escribe de la misma manera un abogado, un sociólogo o un biólogo). Por el contrario, es necesario comprender cómo escriben los profesionales en cada disciplina, qué aspectos son valorados, qué géneros y estructuras tienen los diferentes textos que producen, entre otros aspectos. Se requiere, además, conocer cómo se escribe en las aulas universitarias de cada disciplina, estableciendo comparaciones con los modos en que escriben los profesionales. De este modo, sería posible ofrecer a los estudiantes una orientación adecuada para aprender a escribir como lo demanda la disciplina específica.

Desde mi experiencia puedo aportar distintos aspectos relacionados con esta problemática, pero considero dos problemas principales subyacentes:

- 1- Como plantea Contreras (1990) hay una resistencia a aquellas políticas innovadoras que tienden a la igualdad, en un sistema concebido para beneficiar a unos pocos egresados. Además, como señala Carlino (2005), muchos colegas sostienen que los alumnos universitarios ya tendrían que saber escribir desde el nivel educativo anterior. Por lo tanto, hay una resistencia de los propios colegas docentes a la implementación de trabajos escritos guiados durante el desarrollo de la materia.
- 2- Las dificultades de los estudiantes a la hora de comunicarse de manera escrita obstaculizan el proceso de evaluación. Los estudiantes no logran expresar sus ideas y saberes con claridad en un examen escrito, lo que lleva a la desaprobación generalmente por la inconsistencia y la falta de dominio de los términos específicos de la disciplina.

También se observa que cuando se les da un trabajo escrito no disponen de un tiempo áulico para desarrollarlo sino que éste demanda una tarea extra fuera de este ámbito, en donde la resolución no es la adecuada por la falta de práctica en la escritura. No se da un seguimiento durante la redacción del texto, no hay una instancia de tutoría áulica. Esta situación está ligada al tiempo que requerirían estas actividades en el aula y lo que se considera importante en las clases de las aulas universitarias.

En nuestra cátedra la modalidad más utilizada es la de transmisión de los contenidos por parte de los docentes y los alumnos son ubicados en un rol de recepción pasiva. En las clases de recuperación de trabajos prácticos los auxiliares docentes vuelven a explicar el contenido y ellos escuchan, y si bien hacen preguntas, no son ellos los que realizan el

mayor esfuerzo cognitivo, sino los docentes. Los estudiantes vuelven a escuchar por tercera o cuarta vez los contenidos de diferentes maneras o con distintas estrategias. Pero aun así continúan sin incorporar el lenguaje específico ni pueden elaborar textos comprensibles sobre el tema en los exámenes. Esta es una de las situaciones que me ha llevado a querer introducir una innovación en las aulas.

En contraposición con lo que tradicionalmente se considera importante en la enseñanza universitaria, que es la exposición del docente, este proyecto propone el trabajo colaborativo docente-estudiante en el aula enmarcado en la pedagogía constructivista. Asimismo, el proyecto de innovación adscribe teóricamente al Enfoque Crítico Progresista que postula Barraza Macías (2010), ya que la propuesta tiene como fin último iniciar una experiencia que se espera sea en algún momento retomada, promoviendo un trabajo continuo e integral de escritura a lo largo de toda la carrera, lo que implica el desarrollo de la autonomía del estudiante. Según Remedí (2005), lo instituido no es monolítico sino que tiene quiebres, huecos no definidos o espacios no cerrados totalmente. En esos espacios en donde no termina de cerrarse lo instituido es que surge lo instituyente. En nuestro caso lo instituyente refiere a la implementación de este proyecto de intervención para apoyar la producción de textos académicos por parte de los estudiantes de Facultad de Ciencias Naturales.

5. Descripción general de la propuesta de innovación

La materia de Introducción a la Botánica está organizada en tres bloques temáticos de Trabajos Prácticos, con tres semanas de recuperación de trabajos prácticos y tres evaluaciones, dos escritas y una oral. Cada fecha de examen tiene dos recuperatorios.

Luego de cada bloque hay una semana de recuperación de Trabajos Prácticos y consultas pero, como se mencionó anteriormente, la estrategia de enseñanza dominante es la expositiva.

Con esta innovación se intenta cambiar la modalidad de los encuentros con la implementación de una Actividad Presencial Obligatoria (APO) con modalidad de taller de lecto-escritura en donde los alumnos leerán en voz alta el resultado de su proceso de escritura y reescritura de textos propios.

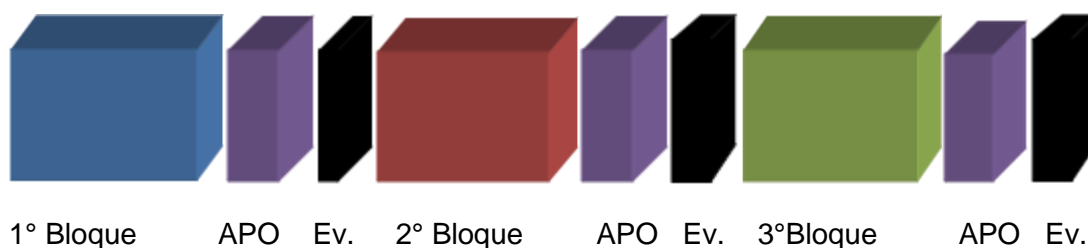
Como se mencionó al inicio de este Trabajo Final Integrador, este espacio ya existe en la propuesta curricular de la asignatura, pero se destina a “recuperar” los contenidos abordados en la cursada que no fueron comprendidos satisfactoriamente por los estudiantes. Esto se realiza con estrategias de enseñanza expositivas, similares a las utilizadas en las clases regulares.

Este proyecto propone desarrollar en ese espacio preexistente (denominado APO) un taller de lectura y escritura en el que se trabajará con estrategias como la lectura de

pares, respuestas a preguntas de exámenes, simulacro de examen, resumen de textos y elaboración de un texto descriptivo.

Las consignas se irán dando clase a clase, contarán con la guía docente y los estudiantes irán completando las tareas en un trabajo grupal extra-áulico. La puesta en común se hará en las APO.

Podría expresarse gráficamente la secuencia de trabajo de la siguiente manera:



5.1 Momentos de la propuesta de innovación

Se prevé que el proyecto de innovación incluya tres momentos de trabajo:

a) Fase de diseño del Taller de lecto-escritura en el marco de la Actividad Presencial Obligatoria (APO)

Incluye el diseño de la propuesta pedagógica del Taller para incorporar, en el desarrollo de la cursada, espacios que favorezcan la alfabetización académica de los estudiantes.

Esta etapa está a cargo de la autora de este Trabajo Final Integrador y, una vez finalizada, será comunicada a los actores institucionales involucrados directamente (docentes de la cátedra y estudiantes).

b) Fase de implementación del Taller de lecto-escritura

Comprende la aplicación de las diferentes actividades que constituyen la propuesta didáctica diseñada en el momento anterior. Incluye un manejo adaptativo de la implementación en el cual hay reformulación y/o adaptación durante el desarrollo de las mismas.

Dado el rol de auxiliar docente a cargo de comisión de la autora y por razones de viabilidad, se prevé implementar el proyecto en su comisión a cargo, esperando que los resultados de la experiencia puedan en el futuro ampliarse a las demás comisiones de la cátedra.

c) Fase de post-implementación del proyecto de innovación

En esta fase se propone realizar un análisis de cómo fue el desarrollo del proyecto y de las propuestas didácticas. Se pretende reconocer las debilidades y fortalezas de la propuesta y socializarlos con los docentes de la Cátedra para eventualmente poder realizar los cambios que se consideren necesarios.

Para ello se realizarán dos instancias evaluativas:

- Al año siguiente de la implementación del proyecto, se reunirá a los docentes de la cátedra Introducción a la Botánica para debatir con ellos las ventajas y aspectos a revisar en la propuesta.
- Por otro lado, se espera observar cambios debido a la implementación del proyecto a los 4 años, dado que ese es el tiempo calculado en el cual los alumnos de la cátedra de Botánica cursarán la materia Protección y Conservación de la Naturaleza, materia en la cual los alumnos realizan un trabajo monográfico final para el cual les será de utilidad la práctica de actividades de lecto-escritura como las propuestas en el proyecto. Si bien la evaluación del proyecto abarca de manera transversal todas las etapas del mismo, esta fase es una de las más trabajadas en la sección evaluación que se desarrolla más adelante.

En este proyecto de innovación procuraremos desarrollar el diseño del Taller de lectoescritura y de las dimensiones e instrumentos que podrían utilizarse para la evaluación (fases a y c), dado que la implementación misma excede los tiempos de este TFI.

5.2 Fase de Diseño del taller de lectura y escritura

5.2.1 Propósitos del taller

- Incorporar paralelamente al desarrollo habitual de la cursada una serie de actividades áulicas y extraáulicas que favorezcan la escritura.
- Propiciar en los estudiantes modalidades de organización del estudio y fomentar la lectura de textos.
- Acompañar y orientar a los estudiantes en la escritura de textos en género informativo, como un simulacro de examen, un texto descriptivo y un resumen de capítulo de libro, que posibiliten luego avanzar hacia géneros y estilos de escritura más complejos, como los requeridos en los últimos años de sus trayectorias formativas en la universidad.
- Promover la reflexión y la necesidad de redactar como si tuvieran que informar sobre un tema.
- Contribuir a la autonomía de los estudiantes en sus prácticas de escritura.

- Favorecer el estudio antes de cada examen y orientar a los alumnos para que puedan anticipar la forma en que se los evaluará.

5.2.2 Descripción general de las estrategias didácticas propuestas

A lo largo del Taller de lectura y escritura se abordarán principalmente las siguientes estrategias teórico-metodológicas:

a) *Lectura de pares*

La lectura de pares consiste en que los alumnos relaten y escriban lo que se trabajó en clase, es una labor que invita a tomar en serio los contenidos centrales de lo expuesto por el docente (Carlino, 2005: 38). Es una tarea que prioriza la planificación del texto, el seleccionar y organizar los contenidos y determinar la jerarquía relativa de los conceptos, es decir, están procesando el lenguaje académico que escucharon durante las clases.

Cuando los alumnos leen las síntesis realizan una revisión y en virtud de ella los autores reciben comentarios acerca del escrito por parte de sus compañeros que son los verdaderos lectores. Los que escriben las síntesis manifiestan que han debido leer la bibliografía para entender mejor lo trabajado en clase y escribir el texto de un modo más comprensible para los lectores, sus compañeros y para ellos mismos. La revisión colectiva sirve de modelo y de práctica guiada, de modo que aporta a la preparación del examen parcial. Como tarea de lectura, las síntesis ayudan a ligar lo trabajado en clase con lo leído en la bibliografía y a retomar los temas de la clase anterior.

b) *Portfolio*

El portfolio es una carpeta de actividades escritas, un canal de expresión y comunicación que va a elaborar el alumno durante la asignatura. Los alumnos guardarán en el portfolio los relatos sucesivos de cada trabajo práctico y toda actividad escrita a partir de la consulta bibliográfica que realicen durante la cursada.

Tanto la lectura de pares como la utilización de un portfolio pueden compatibilizarse durante las clases. La utilización de un portfolio implica que los estudiantes leerán y estarán realizando actividades pautadas a partir de bibliografía lo que se espera enriquecerá y ampliará el lenguaje académico. El portfolio, que incluirá los escritos y reescritos de cada trabajo práctico (tanto de la cursada regular como del Taller de lectura y escritura), será también un instrumento para la evaluación en proceso y permitirá observar que la reescritura de las sucesivas clases prácticas, exámenes escritos o resúmenes de textos cuentan con la mirada del docente. De este modo, el portfolio se constituye como una herramienta didáctica que favorecerá el aprendizaje de los estudiantes, a su vez que ayudará a abordar el problema planteado.

Las actividades del portfollio serán presentadas en la semana de talleres grupales guiados por los docentes.

c) ***Intensificación de la tutoría***

Los profesores deben percatarse de la función cognitiva que cumple la escritura y que no ocurre espontáneamente. Escribir, repensando el conocimiento, no es una habilidad natural sino una potencialidad que se debe trabajar. La intensificación de la tutoría refiere a la necesidad de guiar a los alumnos hacia la cultura de lo escrito. En este sentido, los docentes deben reconsiderar las tareas de escritura que proponen habitualmente: contemplar la recursividad, instruir a lectores intermedios y hacer lugar a que el profesor responda lo escrito por los estudiantes y no sólo califique. La lectura de pares entre los alumnos como estrategia de aprendizaje implica una mayor interacción con los docentes y una mayor labor de lectura y devolución por parte del docente. Los alumnos necesariamente van a acudir a buscar información, textos, consultar dudas, compartir búsquedas, experiencias etc.

Como señala Lucarelli (2001), el currículum universitario actual exige a los docentes un diseño e incorporación de otras estrategias de enseñanza y de evaluación que permitan en las clases la articulación de momentos teóricos y prácticos; la recuperación de experiencia laboral, la vinculación de las actividades áulicas con la investigación y extensión y la enseñanza de nuevas tecnologías de la información y la comunicación, en este caso la incorporación de un taller de lecto-escritura con reescritura de textos.

d) ***Simulacro de examen***

En el transcurso de las primeras clases comenzamos también a trabajar en el primer examen escrito del cuatrimestre mediante las actividades semanales de elaboración rotativa de síntesis de clases y también la respuesta escrita a preguntas de la bibliografía. Para ello un par de semanas antes de la evaluación se les reparte a los estudiantes una lista de 30 preguntas potenciales, algunas de las cuáles serán las que responderán en el examen real.

Se dialogará con los estudiantes acerca del tipo de examen escrito y se les entregará la bibliografía y las preguntas de examen a cada grupo para que respondan fuera del horario de clase. La resolución por escrito de las preguntas la harán a lo largo de las semanas previas a la APO con tutoría docente.

e) ***Producción de textos propios***

Una estrategia fundamental consistirá en la realización de ejercicios de escritura en forma individual y grupal. Se abordarán dos tipos de textos: el resumen de textos científicos y el texto descriptivo.

El **resumen** es un texto derivado de otro texto, producido por reducción, es más breve que el texto original, le es fiel informacionalmente, tiende a ser autónomo y debe poder

ser comprensible sin la ayuda del texto original y responder a su estructura de ideas principales (Carlino, 2005: 83). El que lo escribe debe no solo excluir y conservar partes sino que además escribirá enunciados a partir de su propio proceso de abstracción y generalización, reuniendo varias ideas en una sola que las represente, también por construcción o integración, apelando a conocimientos propios. Las operaciones de suprimir, seleccionar, generalizar y construir son las que convierten a la tarea de resumir en un desafío que exigen al escritor tomar decisiones sobre la jerarquía que le da a los contenidos del texto original.

El resumen puede servir como ayuda en el examen final. La cátedra debe, en ese sentido, ofrecer preguntas de examen o preguntas guía para orientar a los alumnos en la selección de los contenidos prioritarios al momento de estudiar para ese examen.

Por su parte, el **texto descriptivo**, oral o escrito, es aquel que describe algún tema, y consiste en representar con palabras el aspecto o apariencia de una persona, animal, objeto, paisaje, lugar, cosa, etc. En este caso se hará un texto descriptivo objetivo porque se debe atender a la realidad de lo que se representa y se realiza de una manera impersonal o según un punto de vista general e inespecífico.

Los rasgos lingüísticos que se suelen utilizar en un texto descriptivo son los siguientes:

Las oraciones son predominantemente enunciativas y atributivas. Se emplean abundantes sustantivos o sintagmas nominales, aposiciones, adjetivos o construcciones equivalentes (sintagmas adjetivos, construcciones preposicionales, proposiciones subordinadas adjetivas). Los tiempos verbales dominantes son el presente o el pretérito imperfecto del indicativo, por la ausencia del paso del tiempo. Se usan complementos circunstanciales de lugar, tiempo y modo, para situar lo descrito y el orden y se usan verbos de naturaleza, estado o pertenencia. Predominan elementos espaciales o relacionados con el espacio como elemento estructurador. Abundantes adverbios y conectores espaciales. Para la descripción objetiva, que suele ser científica y especializada, suele usarse la tercera persona y adjetivos especificativos y descriptivos, un presente atemporal y tecnicismos.

5.2.3 Diseño de los tres encuentros del Taller en el marco de la APO

Los tres encuentros del taller serán de carácter obligatorio y su realización sumará un punto más a la calificación final de los exámenes escritos.

5.2.3.1 Primer Encuentro del Taller de Lectura y Escritura

Propósitos:

- Colaborar en la adquisición de hábitos de lecto– escritura.

- Enriquecer y ampliar el lenguaje académico de los alumnos, colaborando en su apropiación.
- Fomentar la realización de actividades escritas individuales y grupales dentro y fuera de la clase.
- Extender el tiempo que el alumno está en contacto con la temática de la materia.
- Motivar a los alumnos a la consulta bibliográfica de diversos géneros de textos académicos y de divulgación (recortes periodísticos, libros, capítulos de libros, artículos científicos, información en la red y fuentes de fuentes), indicando donde encontrar información relevante.
- Familiarizar a los estudiantes con el cuestionario escrito como género académico utilizado en los exámenes.
- Promover la lectura en voz alta como herramienta para la revisión de las prácticas de escritura.
- Favorecer el estudio un tiempo antes de cada examen, identificar sus aprendizajes y dificultades antes de recibir la calificación y anticipar la forma en que se los evaluará.

Contenidos a abordar:

El examen escrito como género académico. La lectura comprensiva de las preguntas y la elaboración de respuestas escritas. Lectura en voz alta: identificación de errores gramaticales u ortográficos. Comunicación oral de los relatos.

Propuesta metodológica:

Al comienzo de la cursada regular se les comenta a los alumnos sobre esta modalidad de realización de actividades escritas y reescritas y su corrección mediante la lectura de pares.

En ese marco, se divide a los alumnos en dos grupos, luego de la primera clase práctica el grupo 1 escribe un texto acerca de lo realizado en clase. En la segunda clase práctica el grupo 1 le dará el escrito grupal al grupo 2 quien leerá y hará comentarios para mejorar ese texto. A su vez el grupo 2 escribirá un texto sobre el tema 2 que será leído por el grupo 1 siguiendo la misma modalidad.

Para realizar la escritura del tercer relato cada grupo utilizará la bibliografía disponible por la Cátedra.¹ Así se continuará trabajando en cada una de las 7 clases del primer cuatrimestre hasta llegar a la semana previa al examen en donde se realizará el Taller de Lectura y Escritura (en el marco de la APO).

El primer encuentro del Taller se organizará en dos momentos de trabajo:

Primer momento (1 hora):

¹ Se explicita en el apartado Bibliografía de este encuentro.

Cada grupo leerá en voz alta cada uno de los textos escritos y reescritos (es decir, desde el primer borrador hasta la versión final), comparando los diferentes textos. Los docentes harán preguntas que posibiliten reflexionar sobre los cambios que se han producido entre las versiones y los avances realizados en la escritura de los mismos desde la primera semana hasta la séptima semana. Como resultado de este primer momento de comunicación oral se escribirá un texto final, guiado por los docentes, que todos los alumnos guardarán en un portfolio personal. De este modo, todos los estudiantes contarán con las versiones finales producidas en la APO y también con las versiones previas. Ese material de estudio lo utilizarán para preparar el primer examen parcial. La elaboración y la escritura serán evaluadas durante el proceso y será tenida en cuenta a la hora de calificar los exámenes.

Segundo momento (1 hora 30 minutos):

Posteriormente se trabajará con la estrategia de “simulacro de examen”, que consiste en la puesta en común de las respuestas escritas a las preguntas de examen con el fin de ofrecerles a los alumnos un ejercicio que les posibilite prepararse y estudiar para el primer examen parcial².

Anteriormente, durante la cursada del Primer Bloque, los docentes facilitaron a los estudiantes 30 preguntas que sintetizan los contenidos más relevantes abordados en la materia hasta el momento. Cada alumno respondió por escrito esas preguntas.

En este segundo momento del primer encuentro del Taller de Lectura y Escritura se realizará la lectura y discusión grupal de las respuestas a esas preguntas. Cada respuesta se leerá en voz alta y se modificará y mejorará para escribir, con la guía del docente, las respuestas finales en el pizarrón. Los docentes guiarán la escritura de las respuestas mediante el uso de conectores observando la ortografía del texto. Los alumnos podrán copiarlas e incorporarlas al portfolio. Esas respuestas correctamente formuladas serán las que deberán estudiar para el examen de la siguiente semana.

Tercer momento (30 minutos):

Hacia el final, como cierre del encuentro, se espera dialogar con los estudiantes acerca de la importancia de la escritura y la reescritura, de la consulta bibliográfica y de la tutoría en proceso de los docentes como estrategias de aprendizaje del lenguaje académico.

Recursos materiales:

Se cuenta con: pizarrón, tizas, fibrones, papel afiche, goma de pegar.

Bibliografía:

Campbell, N. Reece J. B. (2005). *Biología*. Edición Médica Panamericana. 7ª Edición.

² En el apartado del Apéndice denominado “Materiales a utilizar en el primer encuentro de Taller” se adjunta un modelo de preguntas a utilizar en el simulacro de examen.

Cocucci A. E. y Hunziker (1994). *Los ciclos biológicos en el Reino Vegetal*. 2º Ed. Academia Nacional de Ciencias de Córdoba. (Disponible en Aulas Web)

Font Quer, P. (1993). *Diccionario de Botánica*. Barcelona: Ed. Labor.

Raven, P. H., Evert, R. F. & Eichorn, S. E. (1991). *Biología de las Plantas*. Ed. Reverté.

Strasburger, E. (2002). *Tratado de Botánica*. 35 ° Edición. Barcelona: Ediciones Omega.

5.2.3.2 Segundo Encuentro del Taller de Lectura y Escritura

Propósitos:

- Promover la reflexión sobre la propia escritura.
- Orientar a los estudiantes para la redacción de un texto de forma autónoma.
Acompañar y orientar a los estudiantes en la escritura de un texto descriptivo de tipo objetivo a través de la temática de “Anatomía vegetal”.

Contenidos a abordar en el encuentro:

Escritura de textos descriptivos objetivos científicos como estrategia para el aprendizaje de temas de Anatomía Vegetal mediante la observación al microscopio de preparados histológicos y la interpretación de los tipos de tejidos y adaptaciones morfológicas presentes en los órganos vegetales. Caracterización de los rasgos lingüísticos propios de un texto descriptivo objetivo científico: uso de oraciones enunciativas y atributivas, tiempos verbales dominantes, utilización de complementos circunstanciales de lugar, tiempo y modo y uso de la tercera persona gramatical.

Propuesta metodológica:

Primer momento (30 minutos):

Los docentes realizarán una presentación dialogada acerca de las características y los rasgos lingüísticos del texto descriptivo, tal como se describieron precedentemente.

Segundo momento (1 hora):

Se solicita a los estudiantes que se dividan en grupos y cada grupo observe un preparado. Deberán además de observar, dibujar y fotografiar los Cortes Histológicos seleccionados y, posteriormente, indicar el tipo de órgano, los tipos de tejidos y adaptaciones al ambiente.

Los materiales vegetales utilizados serán cortes transversales de:

- Raíz primaria de Dicotiledónea, (*Ranunculus* sp.); raíz primaria de una Monocotiledónea terrestre (*Iris* sp.) y una epífita (*Oncidium* sp.).

- Tallo con estructura primaria y secundaria de Dicotiledóneas: (*Trifolium* sp. y *Tilia* sp.) y de Monocotiledóneas: (*Canna* sp. y *Cordyline* sp.).
- Hoja de planta xerófita, (*Nerium* sp., *Pinus* sp.); mesófita (*Citrus* sp.) e hidrófita (*Nymphaea* sp.)

Una vez analizados los materiales, leerán un ejemplo de un texto descriptivo objetivo en el que se describe otro preparado³.

Posteriormente, se les pedirá que escriban un texto similar al del ejemplo (con su estructura y uso del lenguaje técnico), en el cual describan el preparado que observaron, indicando: tipo de órgano, tejidos presentes y adaptaciones al ambiente.

Tercer momento (1 hora 30 minutos):

Una vez finalizada la escritura grupal se le solicita a cada grupo que lea en voz alta el texto descriptivo que han logrado escribir. Los docentes introducen interrogantes y observaciones que posibiliten identificar errores en la redacción y avances realizados.

Recursos materiales:

En el aula disponemos de los elementos necesarios: mesadas de laboratorio, preparados histológicos, microscopios ópticos, proyector, power- points, imágenes y recursos digitales en el Aula—web. Bibliografía general y específica. Pizarrón, tizas, fibrones, papeles afiche, goma de pegar, etc. Teléfonos celulares y tablets de los alumnos para tomar fotos de los preparados.

Bibliografía:

Strasburger, E. (2002). *Tratado de Botánica*. Capítulo 3. Los tejidos de los cormófitos. 35° Edición.

Evert, R.F. & K. Esau. (2008). *Anatomía vegetal*. Capítulo 7: Parénquima y colénquima. Capítulo 8: Esclerénquima. 1ª ed. Ediciones Omega, S.A., Barcelona, España.

Fahn, A. 1978. *Anatomía Vegetal*. Capítulo 4- 6: pp. 95 a 125. Primera edición en español. Editorial H. Blume. España.

En el Apéndice se presenta un ejemplo de texto descriptivo que servirá de base: Ejemplo de Texto descriptivo objetivo: Raíz primaria de una Monocotiledónea. *Smilax* sp.

5.2.3.3 Tercer Encuentro del Taller de Lectura y Escritura

Propósitos:

³ En el apartado del Apéndice denominado “Materiales a utilizar en el segundo encuentro de Taller” se transcribe el texto que servirá de ejemplo.

- Favorecer la lectura selectiva y autorregulada, necesaria para la comprensión del lenguaje académico.
- Promover aprendizajes acerca de la selección y jerarquización de los contenidos.
- Acompañar a los alumnos a reconocer las nociones centrales de la asignatura y a superar las dificultades para entender y sostener la lectura.
- Motivar a los estudiantes a escribir un resumen de un capítulo de libro mediante la elaboración de preguntas propias y la respuesta a preguntas del profesor.
- Ayudarlos a reflexionar sobre la importancia de estas actividades en el aprendizaje de la temática teórica seleccionada.

Contenidos a abordar en el encuentro 3:

En este encuentro nos vamos a centrar en la escritura guiada y en la elaboración de un resumen de un texto académico.

Propuesta metodológica:

Para abordar estos contenidos vamos a retomar un ejercicio que propone Paula Carlino (2005). La autora señala que para hacer un resumen de un texto una estrategia posible consiste en ofrecer a los alumnos una lista de preguntas orientadoras para que respondan y vayan hilando el texto a partir de esas respuestas. Esas preguntas funcionarían en realidad como una ayuda para que escriban en forma guiada.

Primer momento (1 hora):

Al inicio del encuentro les solicitamos a los alumnos que lean el texto que se detalla en la Bibliografía para este encuentro e individualmente respondan 10 preguntas sobre dicho texto⁴.

Segundo momento (1 hora):

Una vez finalizado el trabajo individual, les vamos a solicitar que lean sus respuestas e intenten producir un texto uniendo esas respuestas entre sí con conectores.

Tercer momento (30 minutos):

Luego de la lectura del texto, se les solicitará que ellos formulen sus propias preguntas para orientar al lector hacia los aspectos que ellos consideren más importantes. Se les propondrá que en forma grupal respondan las preguntas y escriban un segundo resumen que presentarán al finalizar el curso.

Cuarto momento (30 minutos):

⁴ En el apartado del Apéndice denominado “Materiales a utilizar en el tercer encuentro de Taller” se encuentran disponibles tanto las preguntas como el modelo de texto a resumir.

Finalmente se reflexionará en forma colectiva acerca de la utilidad de las actividades de lecto-escritura realizadas en relación al aprendizaje del tema tratado.

Las consignas de trabajo son las siguientes:

1. Respondé las preguntas guía que figuran en el apéndice, correspondientes al tercer encuentro.
2. Uní las respuestas con conectores, elaborando un texto en el que se resuma el contenido del texto leído.
3. Elaborá una lista de preguntas que sirva para orientar al lector hacia los aspectos que consideres más importantes del texto leído.
4. Reflexioná para qué puede serte de utilidad estas guías de lectura. ¿Se aprende algo haciéndola? ¿Se aprende algo distinto de lo que se aprende cuando respondiste la guía de preguntas formuladas por la profesora?

Recursos materiales:

Se cuenta con fotocopias del texto seleccionado, pizarrón, tizas, fibrones y papel afiche, goma de pegar, etc.

Bibliografía para analizar:

Ciciarelli, M.M. (2018). *Plantas vasculares sin semillas, Pteridófitos*. Cap. Traducido del texto: "Botany, an introduction to plant biology", 5ª ed. escrito por James D. Mauseth. (2014).

5.3 Fase de implementación del Taller de lecto-escritura

Como señalamos precedentemente, esta fase incluye la implementación del taller en el marco de la APO.

Si bien excede el desarrollo de este TFI avanzar en esta línea, cabe aclarar que para su concreción se requiere el acuerdo del equipo de cátedra, particularmente de los profesores titular y adjuntos. Por ello, este proyecto será presentado oportunamente para su acuerdo y posteriormente comunicado a la Secretaría Académica.

Como todo proyecto que se lleva a la práctica se asume su carácter flexible y la necesidad de incluir reformulaciones y/o adaptaciones durante su desarrollo, de acuerdo a los aspectos positivos o a las dificultades que se observen durante el proceso.

5.4 Fase de post-implementación del proyecto de innovación: Evaluación del proyecto de innovación

La etapa evaluativa adquiere una gran relevancia ya que no se trata de realizar simplemente una evaluación final que remita a los resultados, sino que ocupe todo el proceso y las eventualidades propias de la puesta en marcha del Proyecto de Intervención Educativa (Saez Carrera y Nieto, 1995; Bertoni et al., 1997). La evaluación del Proyecto de Innovación se llevará a cabo a lo largo de su implementación, considerando los objetivos propuestos en cada encuentro y utilizando diferentes indicadores. Siguiendo a Peralta y Reartes (2005) se utilizarán indicadores relativos a destinatarios directos, en nuestro caso los estudiantes, e indirectos, la comunidad docente.

Conviene identificar en el proceso de evaluación dos dimensiones: la evaluación referida a los aprendizajes de los estudiantes y la evaluación del proyecto de innovación.

Con respecto a la primera, la etapa de implementación involucra la evaluación de las capacidades de lecto-escritura de los estudiantes. Los docentes evaluarán con flexibilidad los cambios en las prácticas de lectura y escritura por parte de los estudiantes además de los resultados observables. De acuerdo con Camilloni (1998) una evaluación integradora de proceso debe integrar contenidos temáticos, habilidades y destrezas. En este sentido, se espera que en la realización de un examen escrito el estudiante pueda integrar los contenidos de la materia con la habilidad de la escritura. Esto puede ser considerado un indicador cuantitativo en relación a los destinatarios directos: número y porcentaje de estudiantes que han adquirido destreza en la escritura durante el desarrollo de la materia.

La evaluación cuantitativa se ha dado tradicionalmente en las Cátedras mediante la calificación de los exámenes parciales escritos, de modo que con la incorporación del proyecto propuesto se cree que los resultados a nivel cuantitativo deberán mejorar también así como el aprendizaje de los temas y la mejora en la escritura. Un indicador cuantitativo será la comparación de los puntajes obtenidos en los parciales escritos antes y después de implementado el proyecto.

La evaluación cualitativa, por su parte, tendrá que ver también con las habilidades de los estudiantes en el momento de leer y mejorar los textos que se intercambien con sus compañeros dado que ese mecanismo de corrección por pares requiere de un compromiso a seguir en donde sus devoluciones serán parte fundamental del trabajo de reescritura. En relación con esta situación se propone como indicadores cualitativos: disposición a experimentar cambio de roles y situaciones distintas a las dominantes y grado de avance en la comunicación escrita a partir de la comparación de distintas versiones de un mismo texto elaboradas por cada alumno.

En relación con la evaluación de la propuesta de innovación también es importante señalar que irá de la mano de su implementación y se irá desarrollando conforme avancen los escritos y reescritos de los estudiantes, los que serán guardados para su comparación con los elaborados en los años siguientes. Se considera que las

producciones escritas y reescritas por los estudiantes no serán iguales antes y después de aplicado el proyecto, dado que ese trabajo de construcción conjunta entre estudiantes y docentes habrá de mejorar necesariamente la elaboración de los textos escritos. Para contrastar esta situación se proponen indicadores relativos a los destinatarios directos e indirectos. A los cuatro años de implementado el proyecto, estudiantes que cursaron Introducción a la Botánica cuando se aplicó la propuesta didáctica estarán cursando Protección y Conservación de la Naturaleza, cátedra con la cual se va a interactuar para efectuar una comparación de los escritos en ambas cátedras, proponiendo los siguientes indicadores:

- número y porcentaje de destinatarios directos que han mejorado sus habilidades de escritura.
- facilidad en las correcciones realizadas por los docentes (destinatarios indirectos) cuando comparan textos escritos de estudiantes que han cursado materias con la propuesta didáctica de aquellos que no.

Asimismo, este último indicador puede ser utilizado incorporando docentes de otras materias. Es decir, año a año, evaluar cómo perciben los docentes de materias de años posteriores la escritura de los estudiantes que han cursado el Taller de lecto-escritura.

6. Consideraciones finales

Elaborar este proyecto ha sido muy enriquecedor porque he tenido que posicionarme en otro lugar para reflexionar acerca de la problemática de la escritura y de cómo dar respuestas a estas necesidades de los estudiantes desde nuestra Cátedra de la Facultad de Ciencias Naturales. En este sentido, mi formación contrasta en algunos puntos con la de las ciencias sociales y la preparación de este proyecto me presentó el desafío de encontrarme en otra cultura académica. Esto mismo, reflexioné, les ocurre a los estudiantes que están cursando nuestra materia y tienen que aprender a escribir en el contexto de una determinada cultura académica.

Es un proyecto factible, aunque al comienzo la idea del mismo puede encontrar escollos. Implementar un proyecto de intervención que favorezca la producción de textos escritos en el contexto de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo representa una innovación profunda, fundamentalmente, en lo que respecta a las opiniones que conozco de nuestros colegas acerca de la escritura en los estudiantes, vinculadas con responsabilizar al alumno de su “carencia” sin considerar que se están solicitando habilidades que no han sido enseñadas previamente.

Sin embargo, creo en la capacidad de cambio de las personas y percibo en el recorrido de la elaboración del proyecto la importancia de involucrar a los actores de la Cátedra de Botánica desde el inicio. Me motiva la idea de la implementación de este proyecto, dado

que ocuparse de la escritura es un camino para incrementar la participación, el compromiso y las habilidades comunicacionales de los estudiantes.

7. Bibliografía

Barraza Macías, A. (2010). *Elaboración de propuestas de intervención educativa*. Universidad de Durango, México.

Benvegnú, M. A., Galaburri, M. L.; Pasquale, R.; y Dorronzoro, M. I. (2001). La lectura y escritura como prácticas de la comunidad académica. Conferencia inaugural en las I Jornadas sobre La lectura y la escritura como prácticas académicas universitarias. Departamento de Educación de la Universidad Nacional de Luján, Buenos Aires.

Bertoni, A., Poggi, M. y Teobaldo, M. (1997). *Evaluación: nuevos significados para una práctica compleja*. Buenos Aires: Kapelusz.

Camilloni, A. (1998). Sistemas de calificación y regímenes de promoción y La calidad de los programas de evaluación y de los instrumentos que lo integran. En: Camilloni, A y otros (Ed.). *La evaluación de los aprendizajes en el debate didáctico contemporáneo*. Buenos Aires: Paidós.

Carlino, P. (2003a). Alfabetización académica: Un cambio necesario, algunas alternativas posibles. *Educere, Revista Venezolana de Educación*, 20 (6):409- 420.

Carlino, P. (2003b). Pensamiento y lenguaje crítico en universidades estadounidenses y australianas, en: *Propuesta educativa. Revista de FLACSO/ Educación*, 12 (26): 22-33.

Carlino, P. (2004a). El proceso de escritura académica: cuatro dificultades de la enseñanza universitaria. *Educere, Revista Venezolana de Educación*, 8 (26): 321-327.

Carlino, P. (2004b). Escribir a través del curriculum: Tres modelos para hacerlo en la Universidad. *Lectura y vida. Revista Latinoamericana de Lectura*, 25 (1):16-27.

Carlino, P. (2005). *Escribir, leer y aprender en la universidad: una introducción a la alfabetización académica*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.

Carlino, P. (2009). Prácticas y representaciones de la escritura en la universidad: los casos de Australia, Canadá, EEUU y Argentina. *Cuaderno de Pedagogía*, 6, 6-17.

Carlino, P. (2013). Alfabetización académica diez años después. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 57(18):355-381.

Casco, M. (2007). Prácticas comunicativas del ingresante y afiliación intelectual. Ponencia. V Encuentro Nacional y II Latinoamericano La Universidad como objeto de

investigación. Facultad de Ciencias Sociales, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.

Ciciarelli, M.M. (2018). *Plantas vasculares sin semillas, Pteridófitos*. Capítulo traducido del texto: "*Botany, an introduction to plant biology*", 5ª ed. escrito por James D. Mauseth. (2014).

Contreras Domingo, J. (1990). *Enseñanza, curriculum y profesorado. Introducción crítica a la didáctica*. Madrid: Ediciones Akal SA.

Davini, M.C. (2008). *Métodos de enseñanza: Didáctica general para maestros y profesores*. Buenos Aires: Santillana.

De Micheli, A. e Iglesias P. (2012). *Writing to learn biology in the framework of a didactic-curricular change in the first year program at an argentine university*. en: *Writing programs worldwide: Profiles of academic writing in many places* (C. Thaiss, G. Bräuer, P. Carlino, L. Ganobcsik-Williams & A. Sinha eds.), Parlor Press & The WAC Clearinghouse, Anderson.

Diaz Barriga, A. (2009). *Pensar la didáctica*. Buenos Aires: Amorrortu.

Eggen, P., Kauchak, D. (1999). *Estrategias docentes*. México: Fondo de Cultura Económica.

Ezcurra, A. M. (2011). Abandono estudiantil en educación superior. Hipótesis y conceptos. En Gluz, N. (Ed.) *Admisión a la universidad y selectividad social. Cuando la democratización es más que un problema de "ingresos"*. Los Polvorines: Universidad Nacional de General Sarmiento.

Finkelstein, C. (2007). *La comunicación en el aula y su vinculación con las estrategias de enseñanza: la clase expositiva y la interrogación didáctica*. Buenos Aires: Oficina de Publicaciones de la Facultad de Filosofía y Letras (OPFYL- UBA).

Finkelstein, C. (2009). *Estrategias de Enseñanza Basadas en la Problematización: "ABP" y "Método de Estudio de Casos"*. Buenos Aires: Oficina de Publicaciones de la Facultad de Filosofía y Letras (OPFYL- UBA).

Galar, S. (2018). Chicos... ¿Leyeron? Sistematización de una experiencia de intervención didáctica sobre las prácticas de lectura en estudiantes de Sociología. *Trayectorias universitarias*: 4 (6), 2018.

Lanfranco Vázquez, M. L. (2014). *Alfabetización académica. Actividades de lectura y escritura en materias de formación específica de la carrera de Abogacía de la Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales de la Universidad Nacional de La Plata*. Trabajo Final Integrador de la Especialización en Docencia Universitaria, Universidad Nacional de La Plata.

Lucarelli, E. (2001). *La Didáctica de Nivel Superior*. Buenos Aires: Oficina de Publicaciones de la Facultad de Filosofía y Letras (OPFYL- UBA).

Lucarelli, E. (2003). Las prácticas innovadoras universitarias en un contexto de diversidad. Ponencia presentada en el XXIX International Congress of the Latin American Studies Association. Lasa, Dalas. TX, EEUU.

Lucarelli, E. (2004). Prácticas Innovadoras en la Formación del Docente Universitario. *Educação*, vol. XXVII, núm. 54, setembro-dezembro, 2004, pp. 503-524, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Brasil.

Lucarelli, E. y Malet, A. M. (2010). *Universidad y prácticas de innovación pedagógica. Estudios de casos en la UNS*. Buenos Aires: Jorge Baudino Ediciones.

Navarro, F. (2016). Introducción: El movimiento Escribir a través del Currículum y la investigación y la enseñanza de la escritura en Latinoamérica. En Bazerman, Ch. (y otros) (Ed.) *Escribir a través del Currículum: una guía de referencia*, Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba.

Peralta, M. y Reartes, J. (2005). *Formación de promotores de derechos de la niñez y adolescencia*. Buenos Aires: Espacio Editorial.

Quintana, H., García Arroyo, M. y Hernández, C. (2014). La alfabetización académica en el paradigma educativo puertorriqueño: políticas y proyectos. *Traslaciones. Revista Latinoamericana de Lectura y escritura*, 1 (2):174 – 195.

Remedí, E. (2004). La intervención educativa. Conferencia presentada en el marco de la Reunión Nacional de Coordinadores de la Licenciatura en intervención Educativa de la Universidad Pedagógica Nacional, México.

Saez Carrera, J. y Nieto, J. M. (1995). Evaluación de programas y proyectos educativos o de acción social. Directrices para el diseño y ejecución. *Revista Universitaria de Pedagogía Social* Nº 10: 141-170.

Santelices Iglesias, O. A. (2012). *Construyendo la enseñanza de la Lectura y la Escritura en el curso de Patología General. Abriendo puertas a la cultura académica*. Trabajo Final de la Carrera de Especialización en Docencia Universitaria. UNLP. En SEDICI: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/36072>

Torres Bianchini, (s/f). “*Alfabetización académica: Propuesta de Intervención Pedagógica en las materias básicas de la Carrera de Veterinaria, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Buenos Aires*”, Trabajo Final de la Carrera de Especialización en Docencia Universitaria en Ciencias Veterinarias y Biológicas (CEDU), Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Buenos Aires.

8. Apéndice

8.1 Materiales a utilizar en el primer encuentro de Taller

Listado de preguntas: Célula Vegetal

1. Escribe un breve párrafo incluyendo los siguientes términos, subráyalos en el texto:

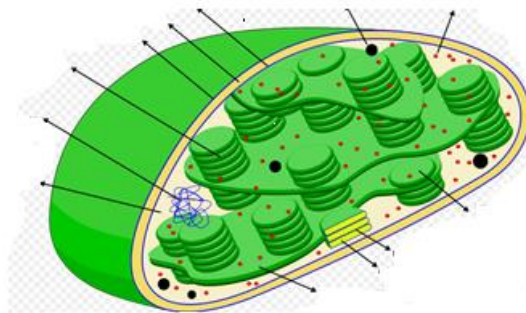
Otoño, hojas, carotenoides, cloroplastos, grana, colores, pigmentos, clorofila a, clorofila b, xántofilas, antocianinas, hidrosolubles, liposolubles

2. Esquematiza dos células contiguas e indica las siguientes partes de la *pared celular*: laminilla media, pared primaria, pared secundaria, campos de puntuaciones primarias y punteaduras, menciona además la composición química de los diferentes componentes.

3. Escribe un breve párrafo incluyendo los siguientes términos, subráyalos en el texto.

Célula vegetal, pared celular, campos de puntuaciones primarias, canales, cordones, citoplasma, protoplastos, plasmodesmos, plasmalema, desmotúbulo, cisternas del retículo endoplasmático.

4. En el siguiente esquema de un cloroplasto, compléta las flechas y explica la función que cumple este orgánulo en la célula vegetal.



5 -Completa el siguiente cuadro:

Pared Celular	Pared Primaria	Pared Secundaria
Estructuras de comunicación		
Composición química		
Disposición de las microfibrillas de celulosa		
Forma de		

crecimiento		
-------------	--	--

6- ¿Qué es turgencia? ¿Cómo lo visualizaste en clase?

7- Explicá qué es plasmólisis, en qué condiciones se produce y cómo la visualizaste en clase.

8- Mencioná dos pigmentos hidrosolubles y dos liposolubles e indicá su ubicación en la célula.

Ciclos de vida en organismos talófitos

9- ¿Qué características tienen los talófitos? Tené en cuenta los niveles de organización que pueden presentar (desde el más simple al más complejo), hábitat, capacidad de retención de agua en el interior del cuerpo. ¿Qué ejemplos de talófitos vimos en clase?

10- Nombra y explicá los diferentes tipos de reproducción asexual que pueden desarrollar las talófitas.

11. Un organismo vegetal tiene *meiosis gamética* y reproducción sexual por isogamia. Menciona e indica en un esquema el tipo de ciclo, la/s generación/es y la ploidía.

12. Un talófito tiene meiosis cigótica y reproducción sexual por oogamia. Esquematiza el tipo de ciclo indicando la /s generación/ es y la ploidía/ s.

13. Esquematizá un ciclo de vida digenético, haplodiplonte isomórfico indicando la /s generación / es y la ploidía. Menciona un ejemplo de este tipo de ciclo visto en clase.

14- Un alga filamentosa presenta un ciclo de vida con meiosis gamética y reproducción sexual por isogamia. Esquematizá el ciclo de vida e indicá la condición haploide o diploide de todas las estructuras presentes y los procesos que se realizan. ¿Qué nombre recibe este tipo de ciclo de vida?

Algas

15- ¿Cuáles son las características particulares de las algas? Definílas de modo que queden diferenciadas de los otros organismos vistos en clase.

16- Explica y esquematiza los tipos de niveles de organización vistos en las Clorofitas y los tipos de singamia que pueden ocurrir.

17- Algunas *algas rojas* marinas de aguas claras se encuentran adheridas a rocas o a otras algas y pueden vivir a más de 150 m de profundidad, ¿a qué crees que se deba esta capacidad ?, además menciona los niveles de organización, los tipos de pigmentos y la composición química de la pared celular.

18- Desarrollá un ciclo de vida que corresponda a un organismo filamentoso, con reproducción sexual oogámica, meiosis cigótica, reproducción asexual por esporas flageladas. Representá el ciclo e indicá: mitosis, meiosis, fecundación, haploide, diploide.

19- ¿Qué es un seudotejido? ¿Cómo lo podemos diferenciar de un tejido verdadero?

Hongos y Líquenes

23- Caracterizá a los hongos en base a: pared celular, tipos de nutrición, sustancia de reserva, reproducción sexual y asexual.

24- Explica y esquematiza los tipos de micelio y las estructuras reproductivas asexuales presentes en los cultivos de *Hongos* vistos en el T.P.

25- Esquematiza un *apotecio* y un *asco* adulto e indica sus partes. Explica que procesos ocurren en el *asco* durante el ciclo de vida del organismo.

26- Esquematizá dos basidiocarpos vistos en clase y señalá todas sus partes.

27. Explica el proceso de *Somatogamia* y mencioná en que grupo de organismos ocurre.

28- Describí los tipos de talo que pueden presentar los líquenes de acuerdo a su relación con el sustrato sobre el que viven. Dibujálos y mencioná la función de cada simbionte o componente.

Briófitas

26- Caracterizá a las Briofitas según sus pigmentos, tipo y ubicación de las sustancias de reserva y composición química de la pared celular y nivel de organización del cuerpo.

27- Explicá y esquematizá el ciclo de vida de un *musgo* detallando la /s generación/es, estructuras y ploidías presentes.

28- Esquematizá el *arquegonio* de un Musgo, señala sus partes y mencioná en qué tipo de organismos puede encontrarse enfatizando los procesos que ocurren en él.

29. Explicá y esquematizá el ciclo de vida de una *hepática* detallando la/s generación/es, estructuras y ploidías presentes.

Cormófitas

30- Menciona, explica brevemente y ejemplifica los tipos de ramificación de ejes aéreos en Cormófitas.

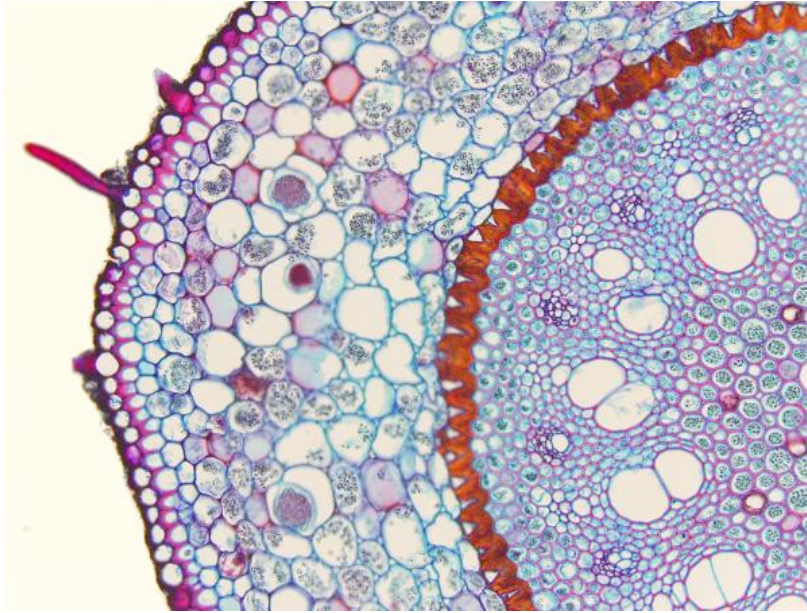
31- Menciona las características que comparten las Angiospermas con las Briófitas y las Algas verdes o Clorofitas.

32. Menciona 4 caracteres relevantes que adquirieron las *plantas* en su adaptación a la vida terrestre.

33- ¿Cuáles fueron los factores de estrés que tuvieron que afrontar los vegetales para la colonización del ambiente terrestre? Da 4 ejemplos de estrategias desarrolladas por las plantas frente a tales factores.

8.2 Materiales a utilizar en el segundo encuentro de Taller

Ejemplo de Texto descriptivo objetivo: Raíz primaria de una Monocotiledónea. *Smilax* sp.



Texto descriptivo

Esta imagen corresponde a un Corte transversal de una raíz primaria de una planta Monocotiledónea. Los tejidos que se observan de afuera hacia dentro son: la rizodermis, exodermis, parenquima cortical, endodermis, periciclo, xilema primario, floema primario y médula. El corte se efectuó con un micrótopo rotatorio de Minot y fue incluido en parafina. Se utilizó una coloración doble con safranina- azul alción.

El conjunto de tejidos vasculares del tallo se dispone en forma de una estrella de más de 5 brazos y por ello se denomina actinostela poliarca. La disposición del xilema es radial, los brazos de xilema alternan con los grupos de floema. La capa celular externa es la epidermis uniseriada o rizodermis, revestida de una cutícula un poco más gruesa que la presente en raíces primarias de dicotiledóneas. Entre las células epidérmicas se observan pocos pelos radicales más o menos conservados. Entre la rizodermis y la corteza parenquimática se encuentra una capa de células con paredes engrosadas de color fucsia por la presencia de suberina, llamada exodermis, esta capa celular provee de sostén e impermeabilidad a la raíz madura. La corteza parenquimática está formada por células vivas con paredes delgadas celulósicas de color celeste. Estas dejan pequeños espacios intercelulares en los ángulos. En este tejido gran parte de las células acumulan abundantes cristales prismáticos de oxalato de calcio mientras que en unas pocas se observan contenidos rojizos debido a la presencia de taninos. La endodermis es la capa más interna de la corteza y resalta por el engrosamiento en "U" de sus paredes celulares que se ven coloreadas de rojo muy brillante en respuesta a la presencia de suberina, celulosa y lignina. Hacia el interior del corte se observa en lugar del periciclo uniseriada con características meristemáticas, dos o tres filas de células de paredes gruesas. Esto indica que las células del periciclo se han esclerificado y que este corte corresponde a una zona más madura de la raíz. Un elevado número de grandes vasos o tráqueas del metaxilema se disponen en círculo, mientras que los polos de protoxilema se extienden hasta la zona del periciclo. En el centro de la raíz se observa una médula más o menos desarrollada formada por células esclerenquimáticas. Pequeños grupos de células floemáticas se disponen entre los vasos del metaxilema y la endodermis constituyendo el

floema primario. La presencia de una zona medular esclerosada es una característica que diferencia a las monocotiledóneas de los otros grupos de plantas.

8.3 Materiales a utilizar en el tercer encuentro de Taller

Cuestionario guía

- Enuncia brevemente las características más salientes de la morfología vegetativa, reproductiva, ciclo de vida, origen y hábitat de las Pteridófitas.
- ¿Qué paso importante hubo en la evolución del ciclo de vida de las plantas embriófitas? ¿qué teorías se postularon para explicar dicho avance?
- ¿Qué procesos ocurrieron en la evolución de los gametofitos y esporofitos desde las Briófitas hasta las plantas con semillas?
- Explica los tipos de ciclos de vida de las plantas fósiles, del alga *Coleochaete* y de las plantas Pteridófitas, Gimnospermas y Angiospermas.
- Describe el esporofito y el gametofito de las primeras plantas terrestres (Rhyniophytas).
- ¿Cómo era la estructura del xilema en las primeras plantas vasculares?
- Caracteriza a las Licophyta fósiles y vivientes. Explica el concepto de heterosporía, su importancia en el grupo y en la reproducción de las plantas vasculares.
- Compara las Rhyniophyta y las Zosterophyllophyta y escribe un párrafo mencionando los siguientes rasgos: ramificación de los ejes, presencia o ausencia de hojas, posición del protoxilema y de los esporangios. ¿Qué rasgo morfológico comparten las Zosterophyllophyta y algunas Licophyta actuales?
- Enuncia las principales características morfológicas y reproductivas de las Licophyta fósiles y vivientes. Explica el concepto de heterosporía, su importancia en el grupo mencionado y en la reproducción de los grupos de plantas embriófitas.
- Enuncia las principales características morfológicas y reproductivas de las Monilophyta y menciona sus representantes.
- Existen tres tipos de hojas en el reino vegetal los filidios u hojuelas de los gametofitos de las Briófitas, los micrófilos o licófilos de las Lycophyta y los megáfilos de las Monilophytas. Descríbelos y explica las teorías acerca del origen de los micrófilos y los megáfilos.
- ¿Por qué se consideran a las Trymerophytas como un grupo de transición entre las primeras plantas vasculares y las Euphyllophytas? ¿Qué rasgos se consideran avances evolutivos en el grupo?

- Las Equisetophyta contienen un solo pequeño género de plantas herbáceas y varios géneros extintos de plantas arborescentes grandes y complejas. Describe una planta de *Equisetum* sp. indicando los principales rasgos morfológicos de las estructuras vegetativas, reproductivas y sus adaptaciones al ambiente palustre.
- Describe una planta de *Psilotum* sp. indicando los principales rasgos morfológicos de las estructuras vegetativas y reproductivas.
- “Las células del cambium vascular evolucionaron al menos tres veces”, explica la frase y describe qué característica tenían las células cambiales en las Lycophyta y Equisetophyta.
- Enuncia comparativamente las diferencias morfológicas y ontogenéticas entre un eusporangio y un leptosporangio.
- Escribe el ciclo de vida de un helecho isosporado.
- Enuncia los principales rasgos de la diversidad estelar, foliar y esporangial de los Helechos.
- Consulta el significado de los siguientes términos: ontogenia, filogenia, monofilético, parafilético.
- Explica los resultados de los estudios filogenéticos efectuados en Pteridophyta.
- Completa la siguiente frase e inclúyela en el resumen
 “Los análisis moleculares de ADN muestran que los Pteridófitos son un grupo compuesto por dos grupos distintos: las Lycophyta, que contiene a las pteridófitas más antiguas con expansiones foliares llamadas y las Monilophyta, que reúne a las pteridófitas con y a las que perdieron sus megáfilos luego de haberlos adquirido. Las Lycophyta y las Monilophyta son dos eslabones evolutivos intermedios entre Bryophyta y Spermatophyta”.

Ejemplo de texto a resumir

PLANTAS VASCULARES SIN SEMILLAS

PTERIDOFITOS



Dra. María de las Mercedes Ciciarelli

Cátedra de Introducción a la Botánica

FCNyM. UNLP.

*Este texto es una traducción del capítulo nº 21 titulado “**Plants without seeds**” del libro*

*“**Botany, an introduction to plant biology**”, 5ª ed. escrito por **James D. Mauseth** en 2014.*

Pteridófitos

Plantas vasculares sin semillas

Son las primeras plantas vasculares y aparecen probablemente en el período Silúrico superior de la era Paleozoica. (440 millones de años).

Los Pteridófitos son las plantas vasculares o traqueófitas más antiguas, ya existían en el Devónico y tuvieron su apogeo a fines del Mesozoico. Comprenden cerca de 12.000 especies

concentradas en áreas tropicales y subtropicales en diversidad de ambientes y en áreas montañosas húmedas. De poca importancia económica, se las cultiva principalmente como ornamentales. Se reproducen sólo por esporas ya que carecen de semillas.

Ciclo de vida

Todas las plantas vasculares extintas y fósiles conocidas tienen un ciclo de vida digenético, es decir con dos generaciones multicelulares: un gametofito haploide (n) y un esporofito diploide ($2n$).

En algunas algas verdes, como *Coleochaete* sp. el ciclo de vida es monogenético haplonte con una generación multicelular, el gametofito. La cigota diploide experimenta meiosis sólo para producir esporas haploides que luego crecerán para formar nuevos gametofitos. La cigota no experimenta mitosis por lo tanto no puede formarse la otra generación, el esporofito.

Un paso importante en la evolución de las plantas embriófitas (Briófitos, Pteridófitos, Gimnospermas y Angiospermas) fue la conversión de un ancestro monogenético a plantas digenéticas por la aparición de la generación esporofítica. Hay dos hipótesis para explicar dicho avance.

La de la **interpolación** (Bower, 1935) postula que un pequeño esporofito se formó cuando una cigota germinó mitóticamente en lugar de meióticamente (Fig.1)

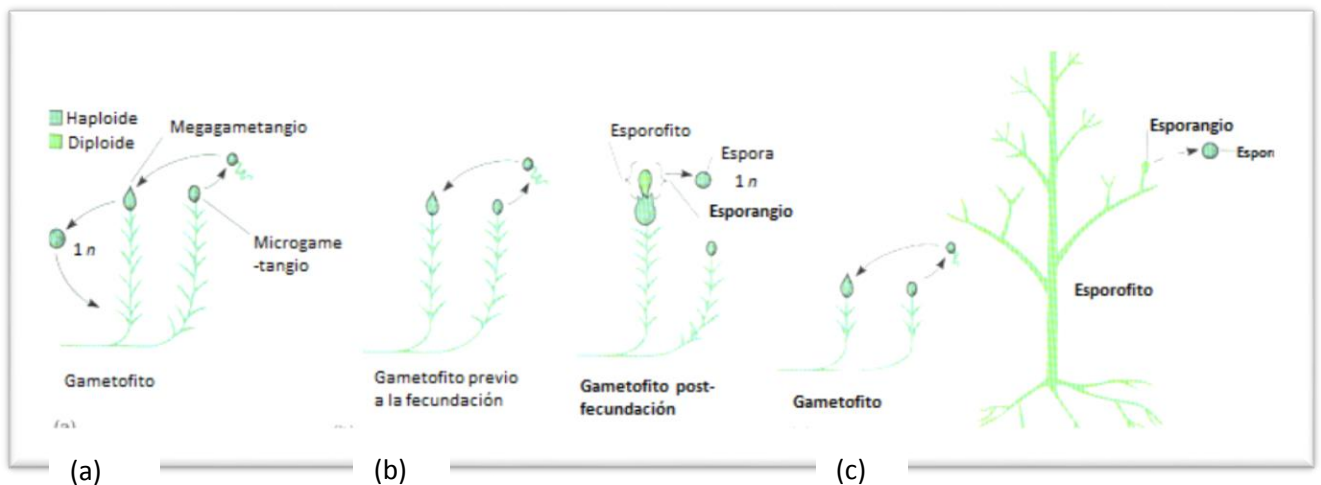


Fig. 1. *Teoría de la interpolación*. (a) Se ha postulado que las plantas terrestres más primitivas carecen de esporofito, la cigota produce por meiosis esporas haploides que crecen hasta formar nuevos gametofitos. (b) En una etapa posterior de evolución, la cigota produce por mitosis un esporofito simple que consiste de un esporangio y tal vez un pie similar al esporofito de una hepática, (c). La evolución llevo progresivamente a esporofitos de mayor tamaño y más elaborados mientras que los gametofitos se simplificaron y redujeron de tamaño.

La generación esporofítica resultante habría evolucionado gradualmente en complejidad mientras que la generación gametofítica permanecería pequeña. El esporofito se habría insertado o interpolado en el ciclo de vida monogenético. De acuerdo con esta hipótesis una planta avascular tal como una hepática podría considerarse en una posición intermedia en la progresión desde las algas verdes hacia las plantas vasculares. Por ej. Las hepáticas *Riccia* sp. y *Ricciocarpus* sp., tienen gametofitos similares a los de las algas y sus esporofitos consisten de un solo esporangio pequeño, globoso y sésil es decir sin pie o seta. La cigota diploide lleva a cabo mitosis sucesivas para formar ese esporofito pequeño o reducido y en donde luego algunas células esporógenas experimentan meiosis para producir esporas. El desarrollo de un esporofito tan simple implicaría un proceso con pocas modificaciones evolutivas en relación a un ancestro monogenético, cuya cigota solo sufriera meiosis. De acuerdo con esta interpretación el esporofito ha sido interpolado en el ciclo de vida del ancestro monogenético.

A partir del ciclo vital de *Riccia* sp. (Hepática) se puede hipotetizar que el esporofito evoluciona para ser más elaborado, para crecer y ramificarse por la actividad de un meristema apical y más aún llegar a independizarse del gametofito. Este tipo de ciclo podría ser interpretado como el posible ancestro de los esporofitos de las plantas. Esta hipótesis requiere que al menos uno de los clados no vasculares se originaran muy tempranamente en la evolución de las verdaderas plantas vasculares.

Una hipótesis alternativa es la de la *transformación* (Fritsch, 1945). Postula que luego de que se origina el ciclo de vida digenético, con alternancia de generaciones isomórficas (Fig.2 a) en las primeras plantas vasculares, tanto el esporofito como el gametofito aumentan de tamaño, se complejizan y vascularizan.

Con el tiempo los esporofitos aumentan de tamaño y complejidad mientras que los gametofitos se vuelven tan pequeños que el microgametofito se desarrolla en el interior de la microspora y el megagametofito apenas emerge de la megaspora. Esta reducción gradual del gametofito llevó también a la retención del megagametofito en el interior de la megaspora y del megasporangio permaneciendo y dependiendo del esporofito original, un paso de importancia en el proceso de la evolución de las semillas. (Fig. 2 c).

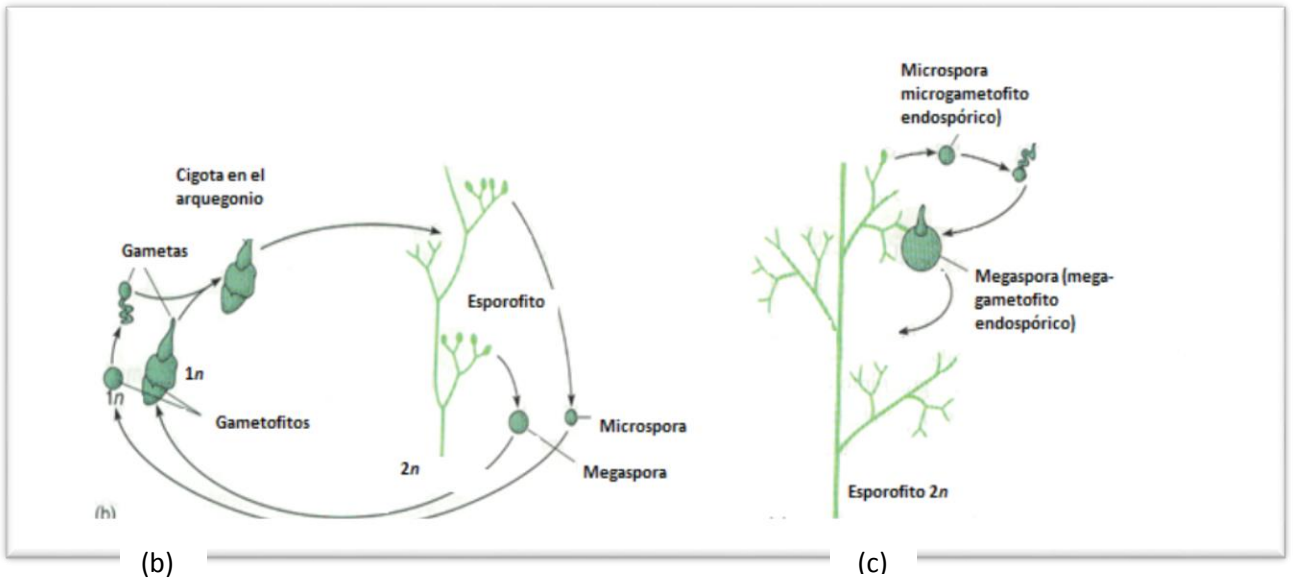
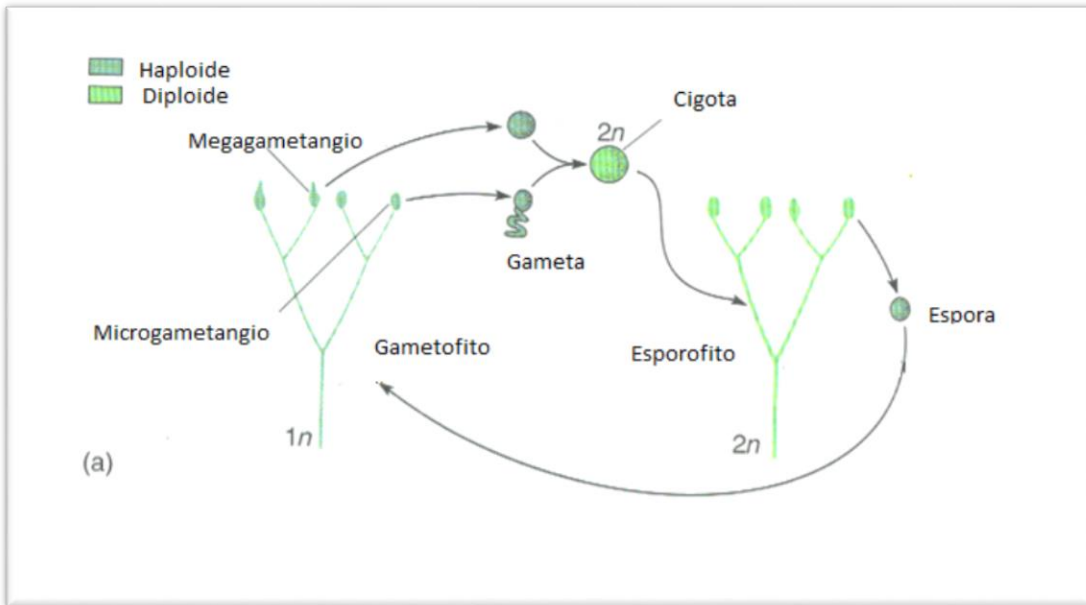


Fig. 2. *La teoría de la transformación* del origen del ciclo de vida de las plantas vasculares postula que en las primeras plantas vasculares (a), los gametofitos eran erguidos y estaban divididos dicotómicamente. Tenían una epidermis, cutícula y tejido vascular al igual que en los esporofitos. (b) Los esporofitos se complejizaron y aumentaron de tamaño mientras que los gametofitos se simplificaron. En (c) los gametofitos se redujeron tanto que el microgametofito se desarrolla en el interior de la espora y el megagametofito apenas emerge de la misma. La continuación de esta reducción y la retención del megagametofito en la megaspore dentro del megasporangio y sobre el esporofito parental, es un importante paso en el proceso de evolución de la semilla.

En muchas algas y fósiles los gametofitos y esporofitos pueden ser idénticos o isomórficos, pero esta condición no se presenta en las plantas terrestres. Algunos fósiles de las plantas

vasculares primitivas llevaban gametangios que crecían entre otras plantas similares que llevaban esporangios. **La teoría de la transformación postula que estos ancestros divergieron en dos clados: uno, de plantas no vasculares con esporofitos simples, pequeños y dependientes de los gametofitos (Fig. 2 b) y el segundo clado integrado por el resto de las plantas vasculares cuyos esporofitos se volvieron más elaborados y los gametofitos se redujeron (Fig. 2 c).**

Un aspecto que se ha resuelto es que todas las plantas vivientes y la mayoría de las plantas fósiles presentan un ciclo de vida digenético con una alternancia de generaciones gametofíticas y esporofíticas, heteromórficas. Lo que no se sabe todavía es si algunas hepáticas y musgos descienden tempranamente de ancestros no vascularizados o si se originaron más tarde a partir de ancestros más complejos y vascularizados a través de un proceso de simplificación o reducción.

Primeras plantas vasculares *Rhyniophytas*

Los fósiles más antiguos eran plantas vasculares pertenecientes al género extinto llamado *Cooksonia* (Silúrico superior, 440 millones de años). Estas plantas tenían ejes erguidos, simples, cortos, cilíndricos de varios cm de longitud áfilos o carentes de hojas. Estos tallos tenían ramificación dicotómica isótoma con ejes de igual longitud y vigor.

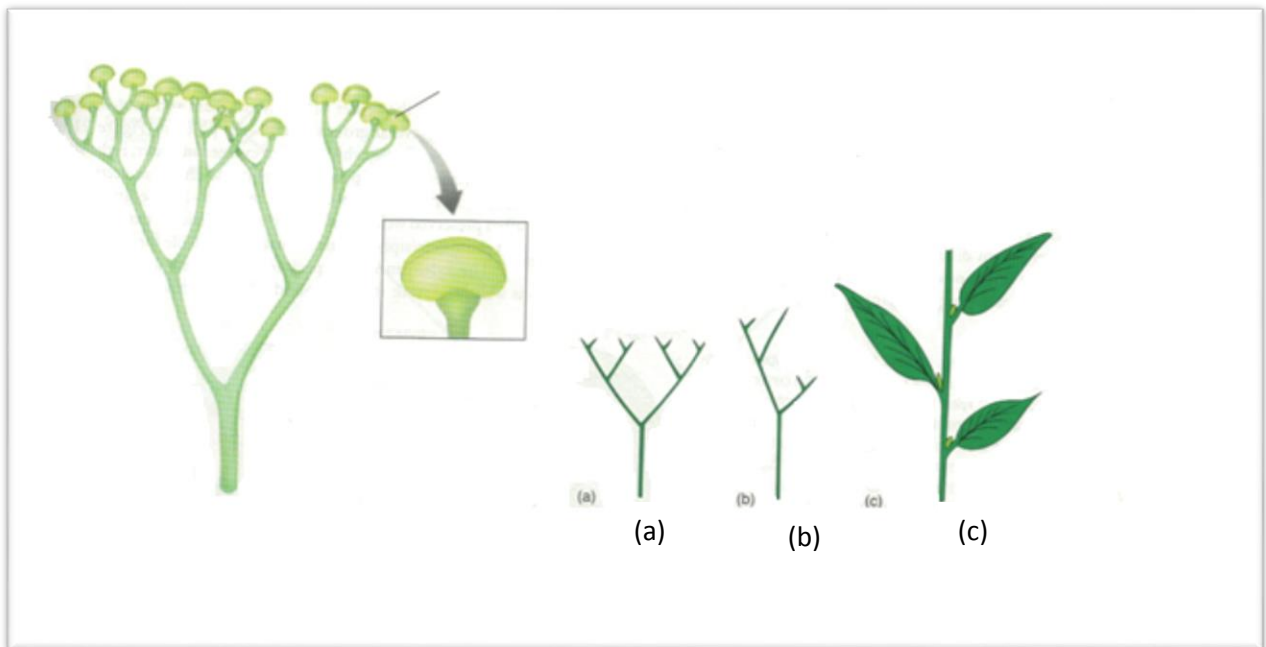
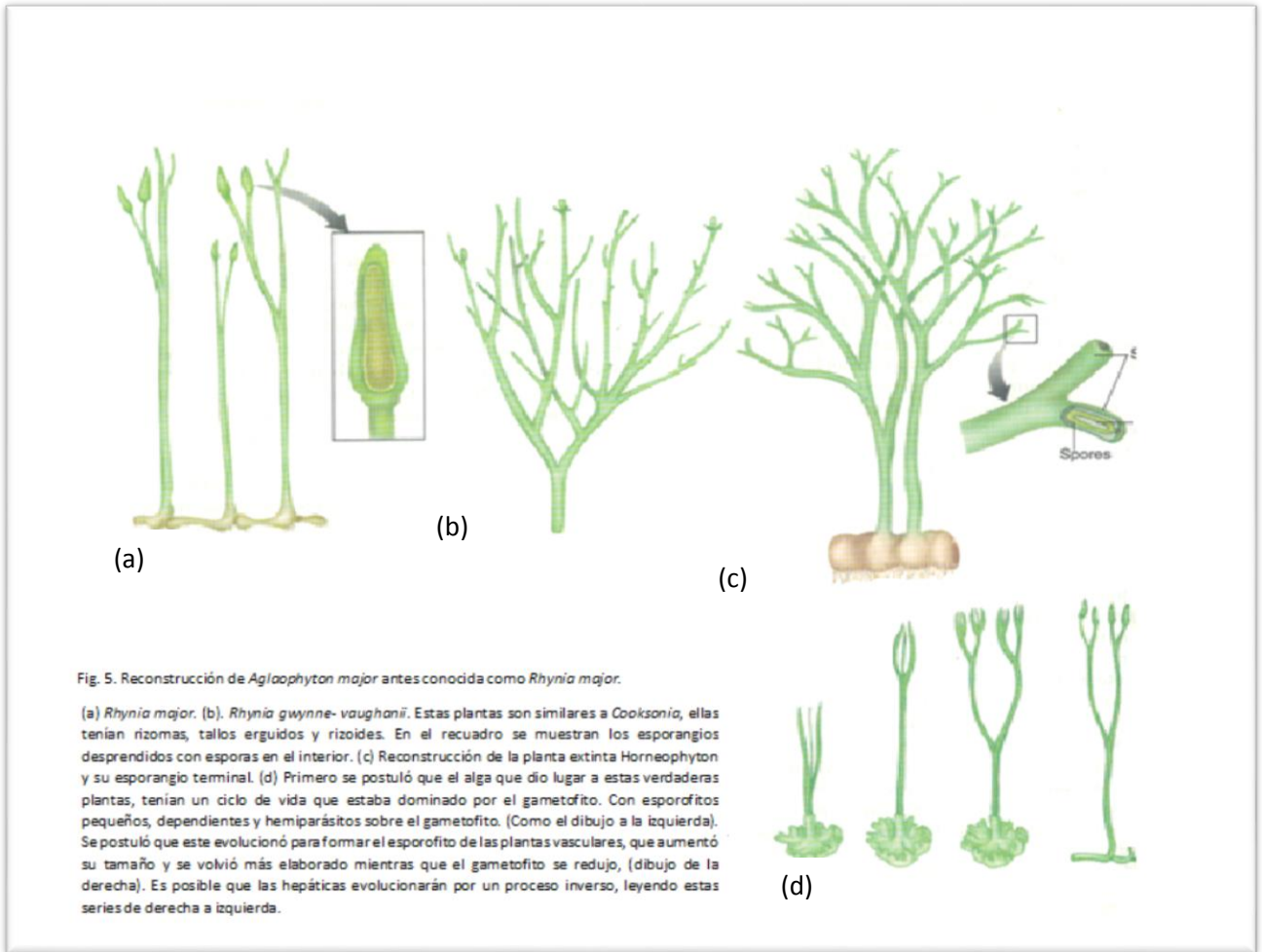


Fig. 3. Reconstrucción de *Cooksonia caledonica*, la planta vascular más primitiva. Xilema con traqueidas con engrosamientos anulares secundarios. Los rasgos más distintivos son: esporangios terminales, falta de hojas y ramificación dicotómica. Fig. 4. Sistemas de ramificación. (a) Si un tallo se divide en dos ramas iguales, es dicotomía o ramificación dicotómica isótoma. (b). Es pseudomonopodial si una rama es más grande y tiende a formar un tronco (c). Si una rama domina el sistema es monopodial, como en muchas plantas con semillas.

Los ejes de las plantas de *Cooksonia* estaban revestidos por una epidermis con cutícula, e internamente una corteza de parénquima rodeaba un haz central de xilema compuesto por traqueidas de paredes secundarias con engrosamientos anulares. Las terminaciones de los ejes estaban abultados y contenían grandes masas multicelulares de tejido esporógeno protegido y rodeado por varias capas de células estériles. Como en todas las plantas solo las células centrales eran esporógenas y el esporangio tenía que abrirse para liberar las esporas. Las plantas de *Cooksonia* eran homospóricas es decir que todas sus esporas eran iguales morfológicamente, sin diferenciación entre microsporas y megasporas. El rizoma era postrado y los tallos eran desnudos, erguidos y con esporangios terminales. La epidermis presentaba estomas y células oclusivas con una capa protectora que parecía ser una cutícula. Todos los fósiles que reunían esas características se incluyeron en la división Rhyniophyta. *Rhynia* y *Aglaophyton* son fósiles de plantas similares a *Cooksonia*. En las mismas rocas donde encontraron a *Rhynia* y *Aglaophyton* hallaron plantas similares *Lyonophyton* y *Sciadophyton*, pero se trataba de gametofitos, pues los extremos de sus ramas llevaban estructuras en forma de tazas que contenían gametangios, anteridios y arquegonios, pero no esporangios. Estos gametofitos eran plantas erguidas con tallos ramificados dicotómicamente, tejido vascular, estomas y una cutícula, aunque eran más largos y complejos que los gametofitos de cualquier musgo o hepática actual. Es posible pensar que los esporofitos de *Rhynia* existieran al mismo tiempo que los gametofitos tipo-*Sciadophyton* y que se trataran de fases alternantes de la misma especie. De ser así estas plantas tenían una alternancia de generaciones isomórfica, y la posterior evolución hacia plantas con semillas habría involucrado la reducción del gametofito a unas pocas células y la elaboración del esporofito hasta formar una planta más grande y compleja. Por otro lado estos individuos pueden haber dado lugar a plantas no vasculares por reducción de ambas generaciones gametofitos y esporofitos. Otro fósil de la misma época *Horneophyton* tenía esporofitos con ejes desnudos de unos 20 cm de alto, que se ramificaban dicotómicamente, con estomas y esporangios terminales. Cada esporangio tenía una corta columela y como en los musgos, el tejido esporógeno rodeaba la columela a los lados y en el ápice. La base del tallo era engrosada similar al pie de los musgos, excepto por la presencia de rizoides. Las similitudes entre las hepáticas actuales: *Anthoceros*, *Pheoceros* y *Horneophyton* llevan a la posibilidad de que las plantas vasculares se hayan originado a partir de ancestros similares a las hepáticas, pero también es posible creer que esas transiciones hayan sido al revés y que las hepáticas evolucionaran a partir de especies como *Horneophyton* por medio de una elaboración del gametofito y una reducción del esporofito. (Fig. 5 d).



Estructura del xilema en las primeras plantas vasculares

Las primeras plantas vasculares tenían dos tipos de organización del xilema. En ambos, el centro es una masa sólida de xilema sin médula o protostela. En una protostela endarca, el protoxilema está ubicado en el centro y el metaxilema se diferencia en el borde externo de la masa de xilema. El protoxilema es el tejido que se diferencia mientras las células son pequeñas y angostas y el metaxilema se diferencia luego de que las células se han expandido y presentan mayor tamaño. (Fig. 5 a y b).

El otro tipo de estela presente en las primeras plantas vasculares es la protostela exarca, con metaxilema localizado en el centro de la masa de xilema y protoxilema en los bordes como varios grupos cercanos al floema.

Más tarde evolucionaron las estelas meduladas o sifonostelas en las cuales la médula ocupa el centro del eje como ocurre en los helechos y plantas con semillas. Como el xilema es un tejido que se preserva bien las características estelares son reconocibles para su estudio en material fósil.

El xilema en muchas especies de *Rhynia* y *Aglaophyton* está bien preservado y se observa un cilindro circular sin médula pero con protoxilema en el centro y metaxilema en el exterior, es decir una protostela endarca. Todas las células del xilema eran traqueidas con engrosamientos anulares, rodeadas por una capa de células de floema, una corteza parenquimática y la epidermis.

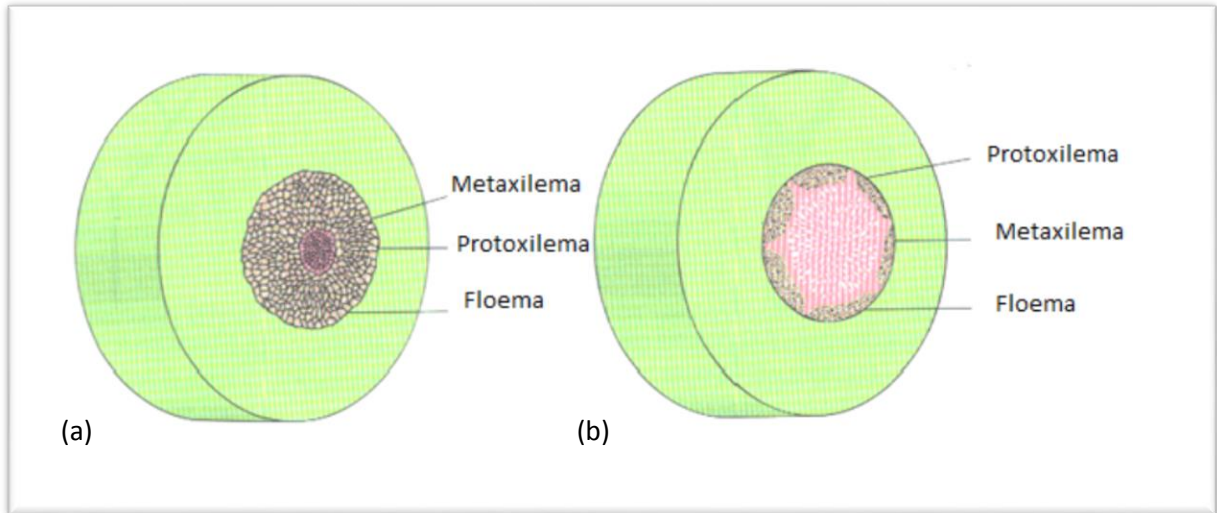


Fig. 6. Organización del xilema en tallos de plantas vasculares primitivas. (a) Protostela endarca, protoxilema central y metaxilema periférico, en Rhyniopytas. (b) Protostela exarca, el metaxilema está ubicado en el interior de la masa xilemática y el protoxilema en los bordes. En varios grupos y en los fósiles de Zosterophyllophytas.

Zosterophyllofita

Otro grupo de plantas vasculares primitivas son las Zosterophyllofitas, llamadas así por el género *Zosterophyllum*. Eran pequeñas hierbas sin crecimiento secundario, similares a las Rhyniophytas pero difieren en tres características: los esporangios eran laterales y se abrían transversalmente a lo largo del ápice y la estela era una protostela exarca, con metaxilema central y protoxilema periférico. Algunas Licophytas actuales presentan esporangios laterales lo que podría representar una línea de evolución basada en ancestros similares a *Zosterophyllophyllum*.

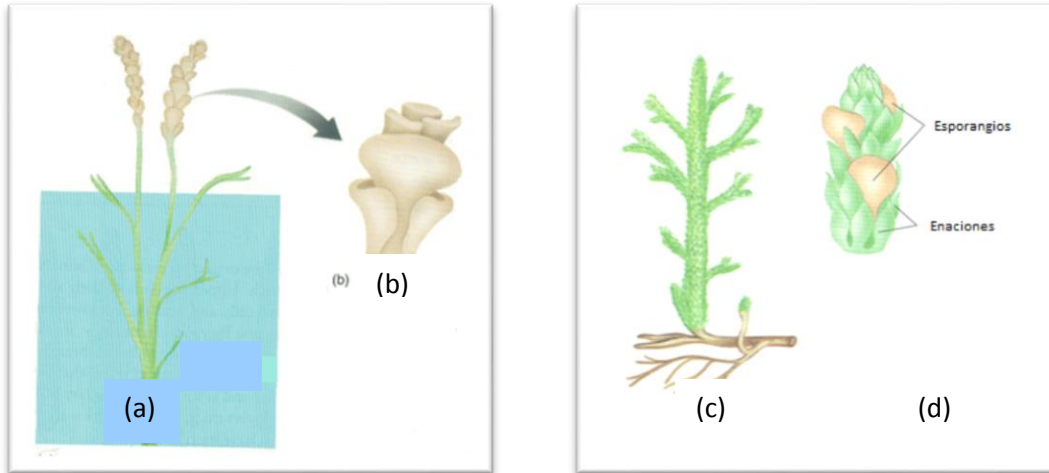


Fig. 7. (a) *Zosterophyllum rehenanum*. Estas plantas eran similares a las Rhyniophytas pero los extremos de las ramas llevaban numerosos esporangios laterales en lugar de uno sólo terminal. El esporangio (b) se abre por una sutura que atraviesa el ápice del esporangio. (c) Reconstrucción de *Asteroxylon*, una licófita temprana, tallo cubierto por enaciones, o pequeñas expansiones fotosintéticas. (d). Detalle de rama fértil. En especies áfilas, los tallos eran redondeados y erguidos no muy adecuados para almacenar la luz del sol.

Cuadro 1. Características de Ryniophyta y Zosterophillophyta

División	<i>Ryniophyta</i>	<i>Zosterophillophyta</i>
Características		
Esporangios	Terminales	Laterales
Apertura del esporangio	longitudinal	Apical
Protostela	Endarca	Exarca

La línea evolutiva del microfilo: las Licofitas

Morfología

Los Licofitas más antiguas eran miembros del género *Drepanophycus* y *Baragwanathia*. Si bien eran similares a sus presuntos ancestros, las *Zosterophyllophytas*, tenían una diferencia importante. Sus expansiones laminares o ENACIONES eran largas, de hasta de 4 cm de longitud y tenían un haz vascular simple y bien desarrollado. Tales enaciones vascularizadas incrementaron la fotosíntesis y aunque se podrían haber llamado hojas, se denominaron MICROFILOS. El prefijo

“micro” hace alusión a su evolución a partir de pequeñas enaciones y no a su tamaño real ya que en algunas plantas, los microfilos alcanzaban hasta 78 cm de longitud. No se pueden llamar “hojas” ya que esta línea evolutiva no condujo a los helechos y a las plantas con semillas.

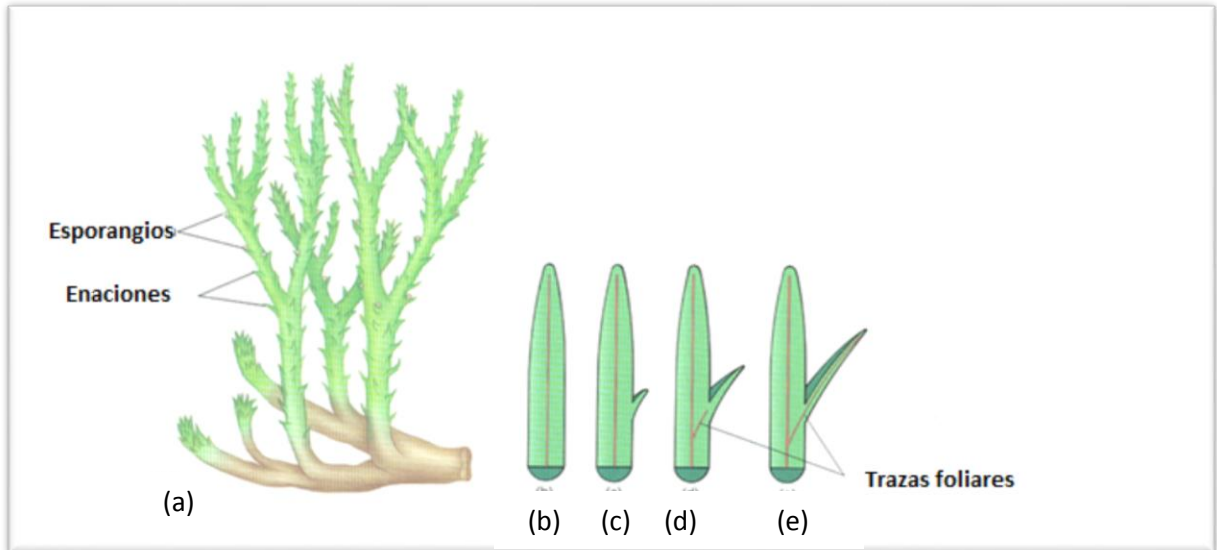


Fig. 8. (a) *Drepanophycus*, una licofita pequeña y simple. (b-e) Los microfilos en licofitas habrían evolucionado de las enaciones. Originalmente las enaciones eran pequeñas expansiones de tejido fotosintético. (c). Posteriormente se agrandaron y (d) se vascularizaron.

Otro avance importante fue la evolución de verdaderas raíces que permitieron a los esporofitos de las Licófitas afirmarse firmemente, absorber eficientemente y permitir que sus tallos alcanzaran gran tamaño.



Fig. 9. Durante el Período Carbonífero la vegetación de la tierra estaba dominada por bosques densos y estratificados verticalmente de grandes licófitas arbóreas. Insectos voladores y los primeros reptiles estaban apareciendo y los anfibios eran los animales dominantes.

Los Licófitos antiguos conocidos como *Lepidodendron*, *Sigillaria*, y *Stigmaria* eran leños fósiles correspondientes a plantas arborescentes que tenían cambium vascular y crecimiento secundario en espesor. La madera se parecía al xilema secundario de los pinos y otras coníferas vivientes, con médula, radios y traqueidas alargadas. Sin embargo el cambium vascular tenía un defecto grande sus células iniciales fusiformes aparentemente no podían experimentar divisiones longitudinales radiales de modo que no se podían producir células iniciales nuevas. El leño crecía hasta formar una circunferencia grande y las células cambiales se ensanchaban en sentido tangencial, pero el estiramiento excesivo impidió su posterior actividad meristemática. No se hallaron leños fósiles de más de 10 cm de espesor.

Heterosporía

En muchas Licofitas extintas y actuales los esporangios están distribuidos en grupos compactos protegidos por conos o estróbilos. Aunque algunas especies permanecieron homospóricas, otras desarrollaron microsporas y megasporas quienes germinaban para dar lugar a microgametofitos y megagametofitos diferentes respectivamente, es decir surgieron especies heterospóricas. En las Licófitas *Lepidostrobus* y *Lepidophloios* la megaspora desarrolla en un megagametofito sin alargamiento. El megagametofito se desarrollaba en el interior de la pared de la megaspora original, la que llegaba a medir 10 mm de longitud. En otras especies la megaspora era retenida en el esporangio protegida por células de gruesas paredes y a su vez dentro del esporofilo. Esta condición es muy similar a la que se presenta en los óvulos y semillas de plantas actuales, aunque la diferencia más importante está en que en éstos licófitos,

el esporangio es dehiscente (tal como pasa en las anteras modernas) y la pared de la megaspora se quiebra exponiendo al arqueogonio. Las células espermáticas podían nadar hasta la ovocélula durante la fertilización por lo tanto no era necesaria la formación de tubos polínicos. La heterosporia es una precondition necesaria para la evolución de las semillas.

Las Licófitas son destacables ya que representan una línea de evolución distinta a la de las plantas vasculares pero tienen una evolución convergente en algunos caracteres como la presencia de hojas, raíces, crecimiento secundario, y más que nada semillas. En los periodos Devónico y Carbonífero este grupo dominaba los ambientes palustres de la tierra formando extensos bosques de árboles grandes. Pero la mayoría de ellos se extinguieron, en la actualidad la división entera comprende sólo 5 géneros herbáceos, *Lycopodium*, *Phylloglossum*, *Sellaginella*, *Isoetes* y *Stylites*.

Géneros vivientes

Lycopodium

Es común en selvas desde los trópicos hasta las regiones del ártico. Todas las especies vivientes aproximadamente 200, son hierbas pequeñas con rizomas postrados con verdaderas raíces y cortas ramas erguidas. Los microfilos se disponen espiraladamente en los tallos y nunca existe crecimiento secundario. Los esporangios pueden disponerse en conos o estar distribuidos a lo largo de los ejes. Todas las especies son homospóricas, un rasgo relictual o plesiomórfico. Las esporas germinan y crecen formando gametofitos bisexuales que producen anteridios y arquegonios. En algunas especies los gametofitos son verdes y fotosintéticos, en otros son subterráneos y heterótrofos, nutridos por hongos.

Sellaginella es menos común en América del Norte templada, sus plantas son más pequeñas y fácilmente confundibles con los musgos. La más conocida es *S. lepidophylla*, la cual se curva, se pardea y parece muerta en periodos de sequía y se estira y reverdece en condiciones de humedad. A diferencia de *Lycopodium*, *Sellaginella* tiene la condición apomórfica (derivada) de ser heterosporada, es decir que el megagametofito se desarrolla en el interior de la pared de la megaspora. Los microgametofitos también se desarrollan en el interior de la pared de la espora y consisten de una simple célula vegetativa y un anteridio. Muchas células espermáticas flageladas se producen y se liberan mientras la pared de la espora se rompe.

Las *Sellaginellas* pueden distinguirse de los licopodios por la lígula, una pequeña ala de tejido en la parte superior de las hojas. Las lígulas son estructuras simples cuyas ventajas se desconocen, son antiguas y pueden usarse para distinguir fósiles tempranos de *Sellaginella* y de *Lycopodium*.

Isoetes es un género con 60 especies aproximadamente, sus plantas son pequeñas y crecen en zonas húmedas, áreas pantanosas que en ocasiones se vuelven secas. Sus cormos consisten de un pequeño tallo con raíces en la parte inferior y hojas portadoras de esporangios en la parte superior. Los microfilos en éste género también tienen lígulas. Un crecimiento cambial débil resulta en la producción de parénquima cortical adicional hacia el exterior y un tipo de tejido vascular hacia el interior, formado por traqueidas, elementos de floema y parenquima. Las plantas de *Stylites* son muy similares a las de *Isoetes* y varios botánicos han sugerido que las dos especies de *Stylites* son en realidad formas extremas de *Isoetes*.

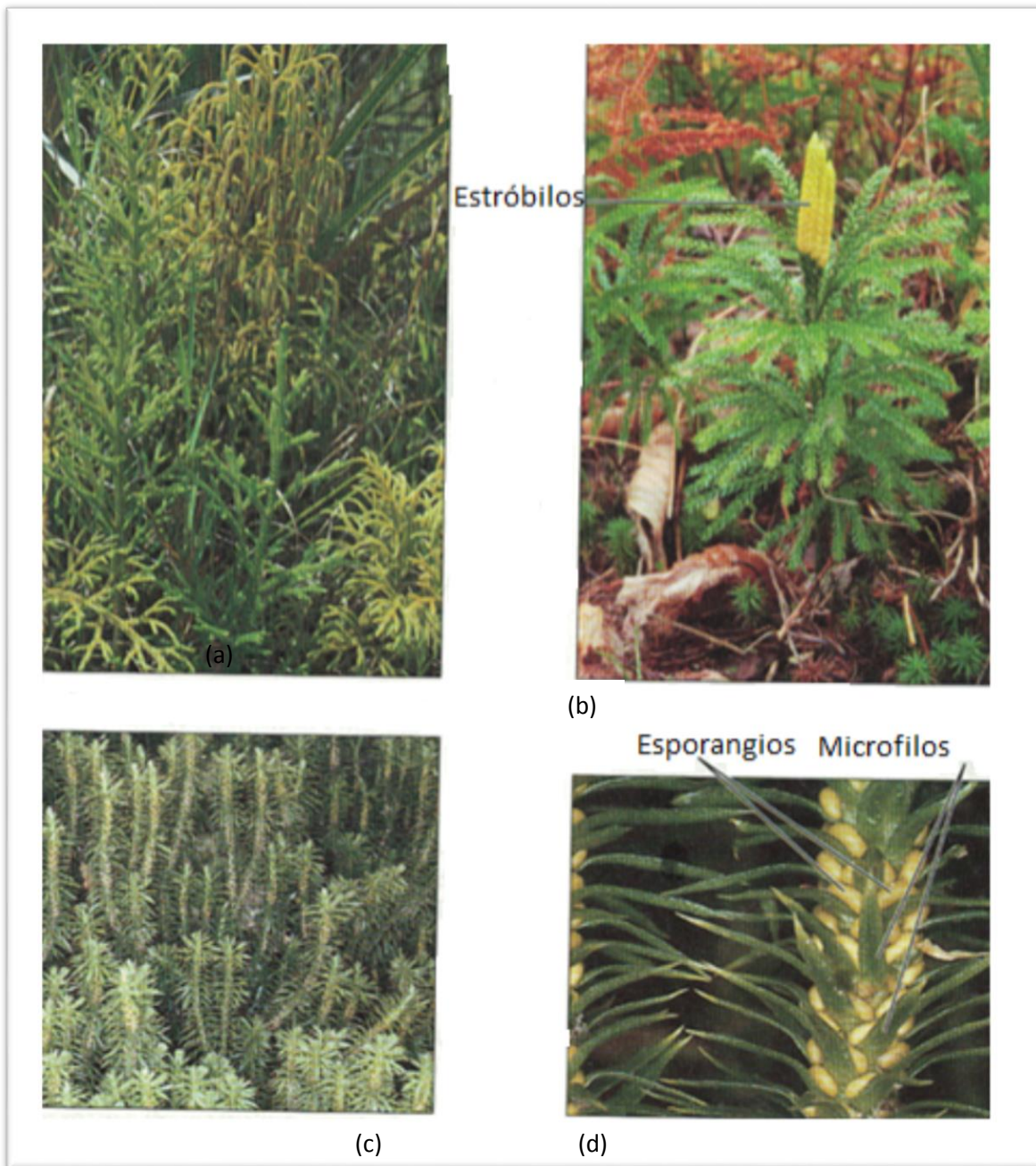


Fig. 10. (a). *Lycopodium cernum*. Esta especie tiene rizomas invasivos, tallos fotosintéticos erguidos y esporangios dispuestos en estróbilos. (b), *Lycopodium obscurum*. Los esporangios se disponen en estróbilos en el extremo de las ramas. (c y d). *Lycopodium lucidulum*. Los esporangios no se disponen en estróbilos sino que se distribuyen entre los microfílos.

La anatomía y la morfología preservada en los fósiles de los licopodios indican varias instancias de evolución convergente con las plantas con semillas. En ambas líneas las hojas son eficientes y elaboradas, la madera, las raíces y las cortezas evolucionaron. Los esporangios se separaron de los órganos no reproductivos y se agruparon juntos en estróbilos. En ambos el desarrollo de las esporas es a partir de los megagametofitos. Tanto en los licófitos como en las plantas con semillas la heterosporia evolucionó como también el desarrollo endospórico del megagametofito. En las plantas con semillas las megasporas fueron retenidas en el megasporangio y evolucionaron en semillas, aunque ésta condición apenas se desarrolló en algunas licófitas extintas.

La extinción de tantos licófitos es un hecho desafortunado, sus plantas eran complejas y sofisticadas que desarrollaron adaptaciones en respuesta a los cambios de estación y deben también haber sido capaces de resistir numerosos tipos de bacterias patógenas, hongos e insectos, aspectos de su biología que permanecerán desconocidos para siempre.

Heterosporia

En muchos licófitos vivos y fósiles los esporangios están dispuestos en grupos compactos llamados conos o estróbilos. (Fig.10, a). Aunque muchas especies son homosporicas, otras son heterosporicas, llevando microsporas y megasporas que germinan para generar microgametofitos y megagametofitos respectivamente. (Fig.10, b). En las licófitas, *Lepidostrobis* y *Lepidophloios*, la megaspora forma un megagametofito sin aumentar de tamaño y vive en el interior de la pared de la megaspora. En algunas especies la megaspora era retenida por un esporofilo y protegido por la gruesa pared del esporangio, muy similar a los óvulos y las semillas de las plantas actuales, la diferencia fundamental estaba en que en estas licófitas, el esporangio era dehiscente (como en las anteras actuales) y la pared de la megaspora se rompía exponiendo los arquegonios. Las gametas masculinas nadaban hacia la ovocélula para la fecundación, por lo tanto no eran necesarios los tubos polínicos.

Las Licófitas representan una línea evolutiva diferente de la que condujo a las plantas con semillas aunque existe una evolución convergente en algunos caracteres; presencia de hojas, raíces, crecimiento secundario y estructuras similares a las semillas. Durante el Devónico y el Carbonífero estas plantas dominaron las áreas palustres de la Tierra formando selvas extensas de grandes árboles. La mayoría se extinguió, en la actualidad la división entera contiene solo cinco géneros, *Lycopodium*, *Phylloglossum*, *Selaginella*, *Isoetes*, y *Stylites*.

La línea de evolución de los megafilos: Euphyllophytas

Trimerophytas

Los fósiles de esta división comprenden 3 géneros de plantas extintas *Trimerophyton*, *Psilophyton* y *Pertica*. Sus fósiles se parecen a las Ryniophyta por tener esporangios terminales con dehiscencia lateral, homosporia, ramificación dicotómica y traqueidas con un cilindro vascular endarco, aunque este grupo difiere por presentar algunos rasgos especiales. El más importante es que sus tallos tenían una ramificación diferente, una de las dos ramas crecía más que la otra (culminación). En algunas especies esa desigualdad era muy marcada y se podía identificar fácilmente. En *Pertica* una de las ramas de ramificación pseudo monopodial tenía pequeñas ramas laterales, algunos esporangios fértiles y otros estériles actuando como hojas.

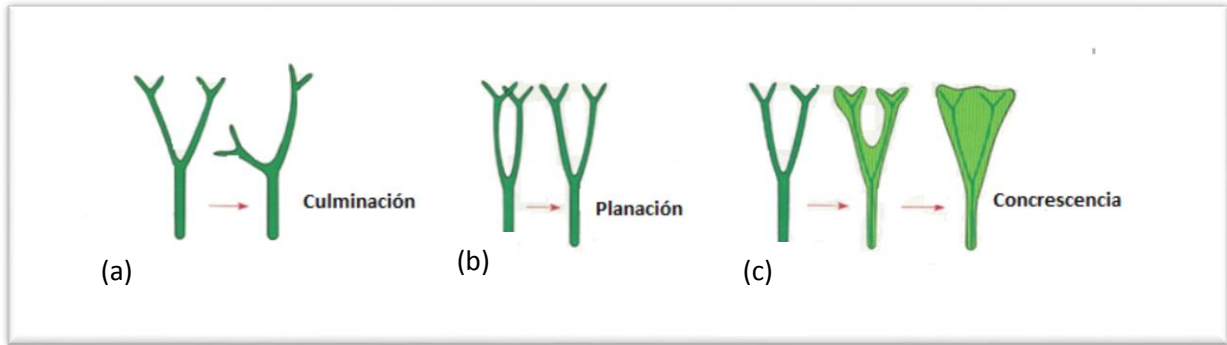


Fig. 11. Las hojas de los helechos, de *Equisetum*, y de las plantas con semillas son megáfilos (Eufilos). Surgieron por modificaciones en la evolución de los tallos. En el primer paso (a) una rama crece más que la otra, que queda en posición lateral y de menor tamaño. (b) En un paso siguiente el sistema de ramas se dispone en un solo plano (planación), (c) finalmente los espacios entre las ramas cercanas desarrollan una delgada lámina en forma de red (concrecencia).

El posicionamiento de las ramas se volvió más regular y controlado. Si bien en *Ryniophytas* los puntos de dicotomía eran irregulares e impredecibles, en algunas especies de *Trimerophytas*, las ramas laterales estaban dispuestas con una filotaxis espiralada regular. Otros tipos de filotaxis eran la alternada, decusada, opuesta o dispuestas en dos filas tetrásticas, es decir con hojas 4 alternadas, o también en verticilos. La evolución de un sistema de ramificación dicotómico a pseudomonopodial y la aparición de numerosas ramas laterales fotosintéticas se correlaciona con el incremento en la robustez y el vigor de las plantas. Individuos de *Pertica quadrifaria* tenían tallos de 1,5 cm de ancho y 1 m de alto, mientras que los de *Pertica dalhousii* llegaban hasta los tres m de alto, aproximadamente. En un grupo denso de ejemplares de ésta especie se presentarían caracteres típicos de selvas tales como la estratificación vertical de la luz, el movimiento del aire y la humedad en las copas. Las *Trimerophytas* se diferenciaron de las *Rhyniophytas* durante el Devónico Bajo, existieron hasta el Devónico Superior y declinaron sin extinguirse para dar lugar a los ancestros de los helechos y de las plantas con semillas.

Origen de los megafilos (eufilos)

Existen por lo menos 3 tipos distintos de estructuras análogas denominadas hojas.

1. Hojas en gametofitos de plantas no vasculares (Musgos, Hepáticas)
2. Enaciones / microfilos en *Zosterophyllophytas* y *Licofitas*.
3. Megafilos, hojas que evolucionaron de sistemas de ramas presentes en todas las plantas con semillas, helechos y *Equisetopsida*.

La evolución del megafilo se resume en la teoría del teloma:

En una planta como *Pertica*, con un tallo principal pequeño, cilíndrico y dividido dicotómicamente, las ramitas de la última dicotomía se conocen como **telomas**. Imaginemos que todas las subdivisiones de las ramas laterales se alinean en un plano (planación) y que se desarrolla parénquima entre los telomas y entre las ramas más bajas (concrecencia). La estructura resultante si bien no es una hoja tiene las características adecuadas para ser un ancestro de las mismas. Las hojas que vemos en los árboles y las hierbas de las Angiospermas son el resultado de 300 millones de años de evolución y refinamiento. Si el sistema de ramas involucradas en esta evolución, produce un esporangio la estructura resultante es un esporofilo

no sólo una hoja, es decir una hoja portadora de esporangios. Las plantas con ésta organización se las incluye en las Licófitas. **En la actualidad los megafilos son las expansiones laminares más comunes y todas las plantas con megafilos forman un clado monofilético, llamado Euphyllophytas.**

Monilofitas

Las Monilofitas son las plantas conocidas como Helechos Leptosporangiados, Marattiales, Ophioglossales y otros llamados los allegados a los Helechos como las Equisetopsidas y Psilotales

Estudios actuales sugieren que las plantas con megafilos (euphyllophytas) están reunidas por tres sinapomorfias

1- raíces con xilema exarco

2- Presencia de megafilos

3 -inversión 30 –kilobase en la copia simple de la región de su ADN plastidial.

Las Euphyllophytas incluye a 2 clados hermanos: las Monilofitas y las Lignofitas (leñosas).

Si queremos usar el término Helechos como gran grupo natural debemos referirnos también a los Equisetales y a los Psilotales.

Equisetophytas

Este grupo es también llamado Artrophyta o Sphenophyta. Está constituido por varios géneros de plantas extintas y un solo género: *Equisetum* con 15 especies vivientes. Son hierbas sin crecimiento secundario, ciertas especies llegan a medir más de 10 m aunque por lo general miden menos de 1 m de alto. Sus tallos aéreos tienen una estructura articulada con una corona de hojas fusionadas en los nodos.

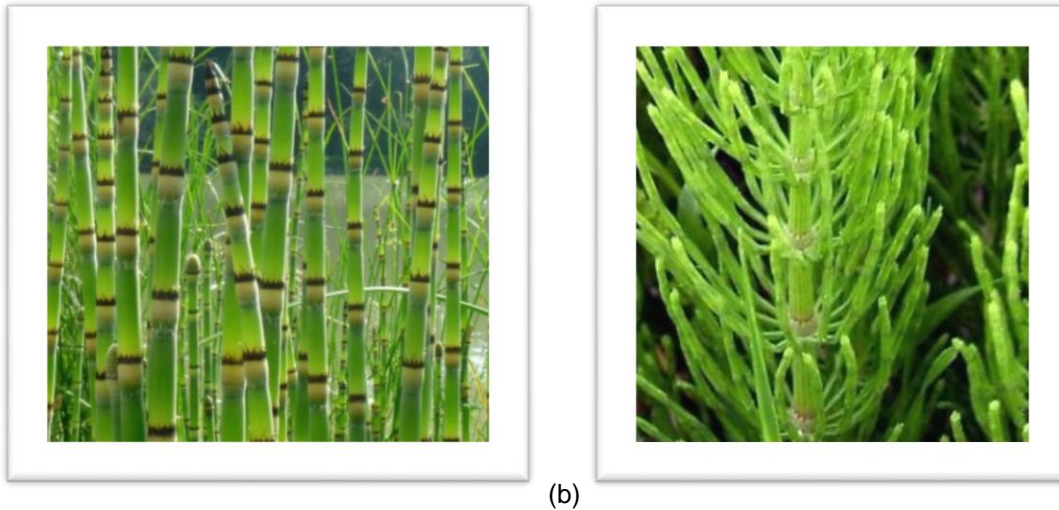


Fig. 12. (a). *Equisetum hyemale*, los tallos aéreos son fotosintéticos y portan estróbilos terminales. (b). *Equisetum arvense*.

Algunos tallos son vegetativos y otros, los tallos reproductivos crecen en otro momento del año. Las hojas son pequeñas y tienen una sola traza de tejido vascular pero son pequeños megafilos, no microfilos. Las ramas cuando están presentes alternan con las hojas y no están localizadas en las axilas foliares. Son de hábitat palustre, los tallos aéreos verticales crecen a partir de los rizomas profundos subterráneos. Cuando llega el invierno los tallos aéreos mueren pero los rizomas persisten y las plantas pueden dispersarse vigorosamente. Las verdaderas raíces se generan en los nodos de los rizomas.

La estructura interna es tan peculiar como la morfología externa.

Los tallos tienen médula y son sifonostelas a diferencia de todas las otras plantas antes mencionadas que tienen protostelas. El protoxilema se forma próximo a la médula y es endarco, rasgo que comparten con las riniofitas y las trimerofitas no así con las zosterophyllophytas que tenían protoxilema exarco.

La presencia de vasos es un rasgo raro fuera de las plantas con flores, existiendo solo en *Sellaginella*, tres géneros de gimnospermas y en *Equisetum*. El alargamiento de los tallos produce que algunas células se estiren y se rasguen, formando canales. La corteza de *Equisetum* está formada por grandes células, las externas clorofílicas. Los canales de aire se localizan en la corteza externa. La epidermis contiene poros estomáticos y células oclusivas como así también grandes acumulaciones de sílice razón por la cual los tallos son rígidos y duros.

Las estructuras reproductivas de *Equisetum* son especializadas, los esporangios se agrupan de 5-10 y se localizan en esporangióforos cada uno con forma de sombrilla, con un eje corto y una cabeza plana en forma de escudo, desde donde se proyecta el esporangio paralelo al eje del esporangióforo. Los esporangióforos están siempre dispuestos en espiras compactas formando un estróbilo. *Equisetum* es homospórico, todas las plantas tienen sólo un tipo de esporangióforo y estróbilo. En algunas especies el estróbilo crece en el ápice de un eje fotosintético verde, mientras que en otras nace en un eje incoloro. Luego de que las esporas son liberadas, germinan en suelo húmedo y se desarrollan en un pequeño gametofito verde. Ellos no tienen tejido vascular, tejido epidérmico, ni estomas, y el cuerpo es una pequeña masa de parénquima. Los gametofitos son tanto masculinos como bisexuales.

Los anteridios liberan muchas gametas multiflageladas que nadan hacia los arquegonios en donde se encuentran las ovocélulas. La megagameta y la cigota nunca se liberan sino que son retenidas y nutridas por el gametofito.

La línea evolutiva de éste grupo puede rastrearse hacia los trimerofitos y los riniofitos.

En las Calamitales y las Sphenophyllales, 2 grupos tempranos de artrófitos, un cambium vascular producía xilema y floema. Presumiblemente un floema secundario se producía también pero la preservación de los fósiles no es buena. Estas plantas eran grandes árboles con troncos de 30 cm de diámetro y más de 20 m de alto. Eran de crecimiento monopodial con un tronco principal, ramas laterales verdaderas hojas y verdaderas raíces. Como la madera que se acumulaba empujaba al cambium hacia afuera las iniciales fusiformes se volvieron muy grandes para funcionar y así cesaba el crecimiento secundario.

A pesar de que las Artrophyta eran un clado muy antiguo hay sólo unas pocas especies sobrevivientes, las plantas eran primitivas y pobremente adaptadas. Si bien fueron cosmopolitas vivieron en la mayoría de los hábitats y crecieron vigorosamente para volverse plagas en zonas cultivadas.

Helechos

Aparte de la línea evolutiva de las Equisetopsida a partir de las Trimerophytas, probablemente 2 líneas evolutivas más llevaron a las plantas que dominan la tierra en el presente: los helechos y las plantas leñosas (lignophytas) casi todas son plantas con semillas.

Los helechos más antiguos aparecieron en el Devónico y desde allí se diversificaron. Mientras que las Equisetopsida solo tienen 15 especies vivientes de plantas, el resto de las Monilophytas tienen más de 12.000 especies de plantas vivientes y la mayoría corresponden a los helechos leptosporangios. Los otros grupos de monilophytas (Marattiales, Ophioglossales y Psilotales) tienen menos de 300 especies de plantas vivientes en su conjunto y a muy pocas personas les resultan familiares. Los helechos pueden hallarse en casi todos los hábitats, bosques húmedos o de neblina, pero especies como *Woodia* y *Cheilantes* viven en sitios secos y desiertos cálidos, *Salvinia* y *Azolla* crecen flotando en el agua y *Ceratopteris* vive sumergida. Otros géneros son epífitos (*Polypodium*) o lianas (*Lygodium*). Todos los helechos son plantas herbáceas y perennes, no arbóreas, pero algunos adquieren el tamaño de pequeños árboles los llamados helechos arborescentes como *Angiopteris*, *Cyathea*, *Cnemidaria* pero carecen de crecimiento secundario en el xilema.

El esporofito del helecho consiste de un eje simple ya sea un eje vertical aéreo o un rizoma horizontal, que lleva tanto verdaderas raíces como hojas megafilos. El sistema vascular del tallo es una sifonostela endarca, un rasgo derivado también presente en Equisetopsida y plantas con semillas. En cada nudo una traza foliar diverge de la sifonostela, dejando un pequeño segmento del cilindro vascular relleno de parénquima, esta región se llama laguna foliar. Las hojas de los helechos pueden ser coriáceas o delicadas con sólo una a cuatro capas de células de espesor. Tienen una capa superior de tejido en empalizada y una región inferior de parénquima esponjoso. Las hojas pueden ser muy pequeñas (*Trycomanes*) o hasta de varios metros de longitud (helechos arborescentes), ellas están generalmente formadas por un raquis y pinnas o pequeñas hojuelas. En dos especies hay hojas enteras simples (*Asplenium* y *Ptilacium*). Los primordios foliares de los helechos tienen una célula apical distintiva a diferencia de las plantas superiores, a medida que el primordio crece este se incurva produciendo una hoja joven conocida como circino. A medida que la hoja crece especialmente las de mayor tamaño contienen una proporción considerable de tejido vascular. Las venas foliares se ramifican dicotómicamente.

En algunas especies como en *Blechnum spicant* y *Osmunda cinnamomea* ciertas hojas solo realizan fotosíntesis (Fig. 12 a) mientras que en otras especies las hojas sólo sirven como esporofilos sin embargo en la mayoría de los helechos cada hoja realiza ambas funciones. En la cara abaxial de las hojas están los soros, o conjuntos de leptosporangios en donde ocurre la meiosis. (Fig. 12 b). Los soros pueden tener diferentes formas y pueden estar desnudos (Fig. 12. b) o estar cubiertos por una pequeña lámina llamada indusio. En *Adiantum* sp los leptosporangios se encuentran cercanos al margen de las pinnas y están protegidos por el margen reflejo de las mismas (pseudo indusio). Los leptosporangios están formados por un pedicelo o pie y una cabezuela en donde ocurre la meiosis para formar las esporas. El

esporangio se rompe cuando las células especializadas del anillo se deshidratan y encogen. Dicha ruptura es transversal al pedicelo y produce la extensión y posterior contracción del anillo en un mecanismo de dehiscencia que lleva a arrojar las esporas a diferentes distancias del esporangio, en un accionar similar al de una catapulta. La mayoría de los helechos son homospóricos solo dos grupos de helechos acuáticos son heterospóricos. (Marsiliaceae y Salviniaceae).

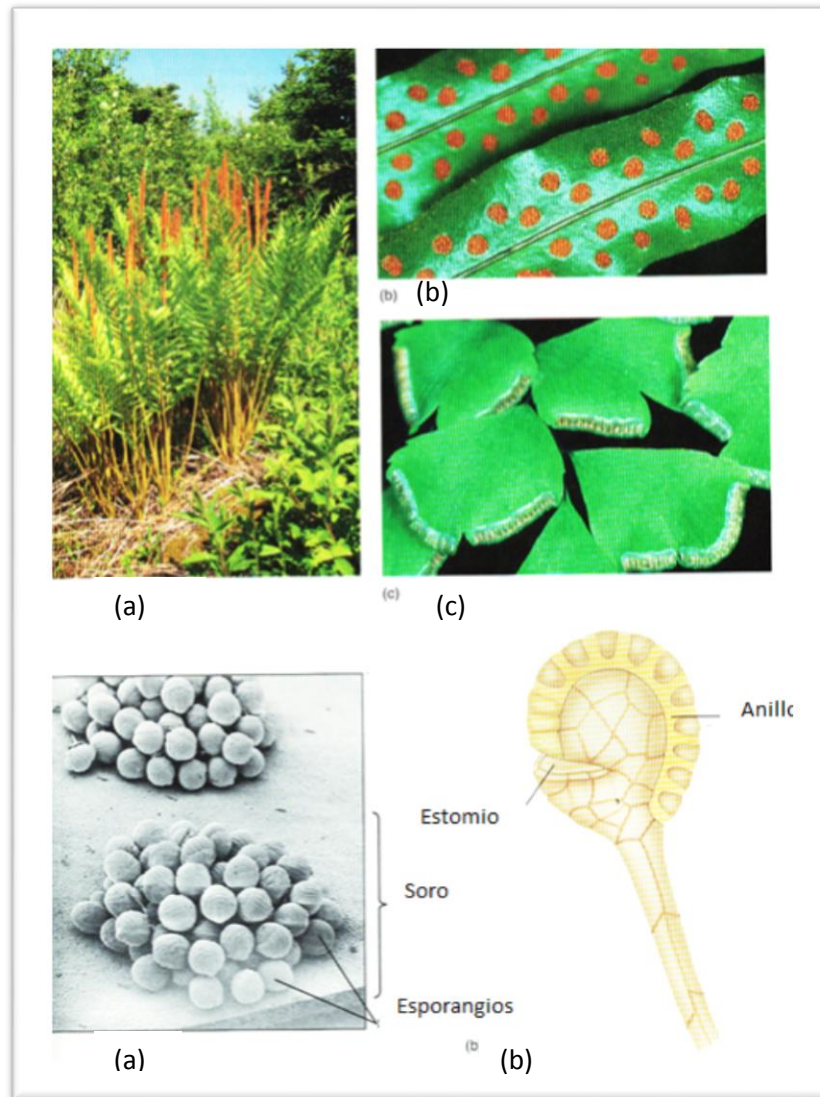
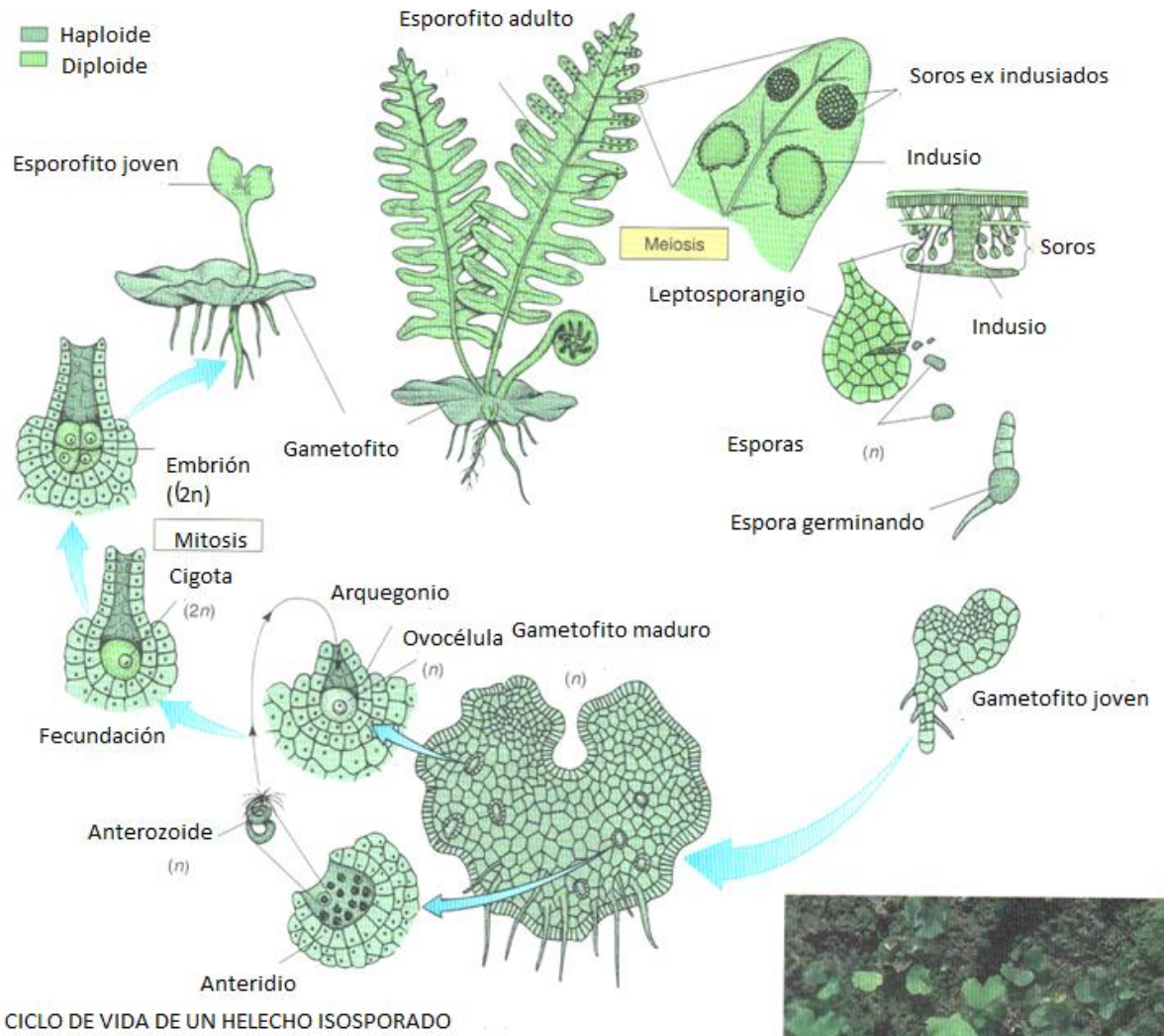


Fig. 12. (a). *Osmunda cinnamomea*. Plantas con frondes dimórficas: el follaje tiene trofófilos y por separado crecen esporófilos portadores de esporangios. (b). La mayoría de los helechos tienen frondes monomórficas, las frondes generalmente pinnadas llevan soros: agrupaciones de esporangios dispuestos en el hipófilo de las pinnas, en la imagen, los soros están desprovistos de indusio. (c). *Adiantum* sp. Los esporangios crecen próximos al margen de las pinnas y son protegidos por el margen reflejo de las mismas.

Fig. 13. Ciclo de vida de un helecho isosporado.



Algunos gametofitos llevando las primeras hojas de esporofitos jóvenes

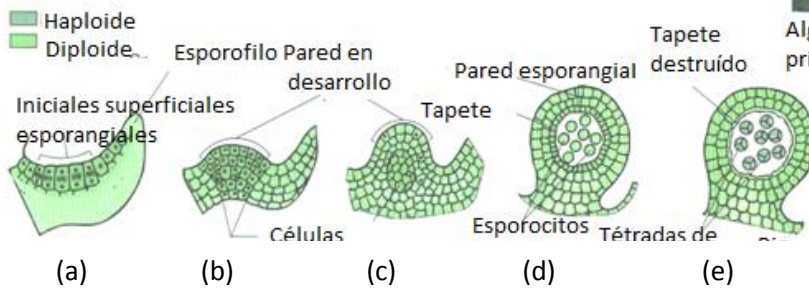


Fig. 14. *Desarrollo de un eusporangio.* (a) Las células superficiales experimentan mitosis y la más interna de las células hijas es la esporógena. (b-e). Las divisiones posteriores producen un elevado número de esporas y una gruesa pared esporangial de varias capas celulares.

Cuando las esporas germinan, crecen hasta formar un gametofito pequeño simple de forma acorazonada fotosintético con rizoides unicelulares sobre la superficie inferior pero carente de tejidos vasculares y epidermis. Cada gametofito lleva tanto anteridios y arquegonios. Los anteridios se desarrollan tempranamente y frecuentemente son difíciles de detectar porque se encuentran entre los rizoides, los arquegonios se desarrollan después, cerca del ápice del gametofito. Cuando el ambiente está lo suficientemente húmedo, los anteridios liberan las células espermáticas flageladas que nadan hasta el arquegonio para fecundar a la ovocélula. La cigota de los helechos es retenida en el gametofito quien lo nutre sin embargo el esporofito joven pronto produce sus primeras hojas y raíces y se vuelve independiente. El crecimiento continuo del esporofito concluye destruyendo al gametofito.

Eusporangios y leptosporangios

Los eusporangios se inician cuando un grupo de células de la superficie de la pinna (hoja) experimentan divisiones periclinales, dando lugar a una pequeña placa de células. Las células externas dan lugar a la pared del esporangio y las células internas proliferan y forman el tejido esporógeno. Este resulta en un esporangio relativamente grande con muchas esporas. Este es el tipo fundamental de esporangio de todas las plantas salvo las Leptosporangiadas, las anteras y los óvulos de las flores se desarrollan de ésta manera. (Fig. 14)

Los leptosporangios se inician cuando una única célula superficial se divide periclinamente y forma una pequeña protrusión hacia afuera. Esta experimenta algunas divisiones más, las que resultan en un pequeño grupo de células esporógenas y una delgada cobertura de células estériles; se forman pocas esporas. La presencia de leptosporangios es un rasgo derivado que se encuentra solamente en el clado de los leptosporangiados. (Fig. 15)

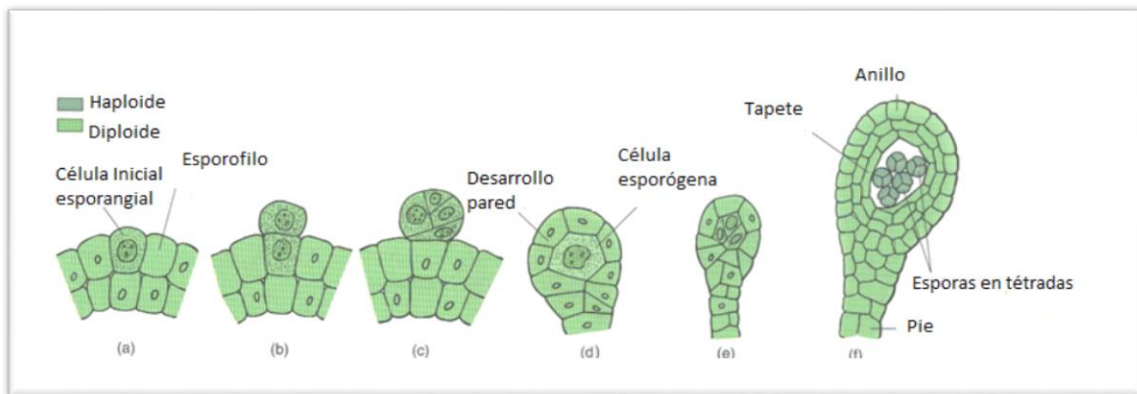


Fig. 15. *Desarrollo del leptosporangio.* (a y b). El leptosporangio se desarrolla a partir de la división de una sola célula epidérmica. (c-f). Luego de unas pocas divisiones celulares el esporangio adquiere un pie, una cabezuela, una pared unistratificada y escasas esporas.

Psilotum y *Tmesipteris*

Estos dos géneros pequeños contienen las plantas vasculares vivientes más simples. *Psilotum* presenta una organización muy similar a *Rhynia* y *Aglaophyton*, y hasta mediados de 1970, estas plantas a menudo se las incluía en un mismo grupo, aunque *Rhynia* y *Aglaophyton* están extinguidas. Las plantas de *Psilotum* se conocen ahora por ser altamente derivadas y altamente simplificadas. Sus cormos presentan rizomas postrados y ejes erectos que se dividen dicotómicamente; estos ejes están revestidos por una epidermis, internamente una corteza rodea un cilindro central carente de médula, es decir una protostela. El xilema consiste sólo de traqueidas con engrosamientos anulares o helicoidales. *Psilotum* es un caso único entre las plantas vasculares ya que ha perdido la capacidad de producir raíces y hojas. Los tallos tienen ocasionalmente proyecciones de tejido que semejan enaciones. Los gametofitos son inusuales ya que son cortos, ramificados menores a 2 mm de diámetro. La superficie está cubierta de células, rizoides que fijan y tal vez absorban. Los gametofitos no son fotosintéticos pues carecen de clorofila en cambio son heterótrofos, formando asociaciones simbióticas o parasíticas con hongos del suelo; los hongos invaden las células del gametofito y le proveen de azúcares y minerales. *Psilotum* es la única especie cuyos gametofitos presentan tejido vascular y hay una escasa cantidad de tejido vascular en los esporofitos. Una masa central de traqueidas está rodeada de floema y endodermis. *Psilotum* vive en zonas tropicales y subtropicales en Estados Unidos desde Florida hasta Texas y también en Hawaii. *Tmesipteris* se encuentra en Australia y otras islas del Pacífico Sur.

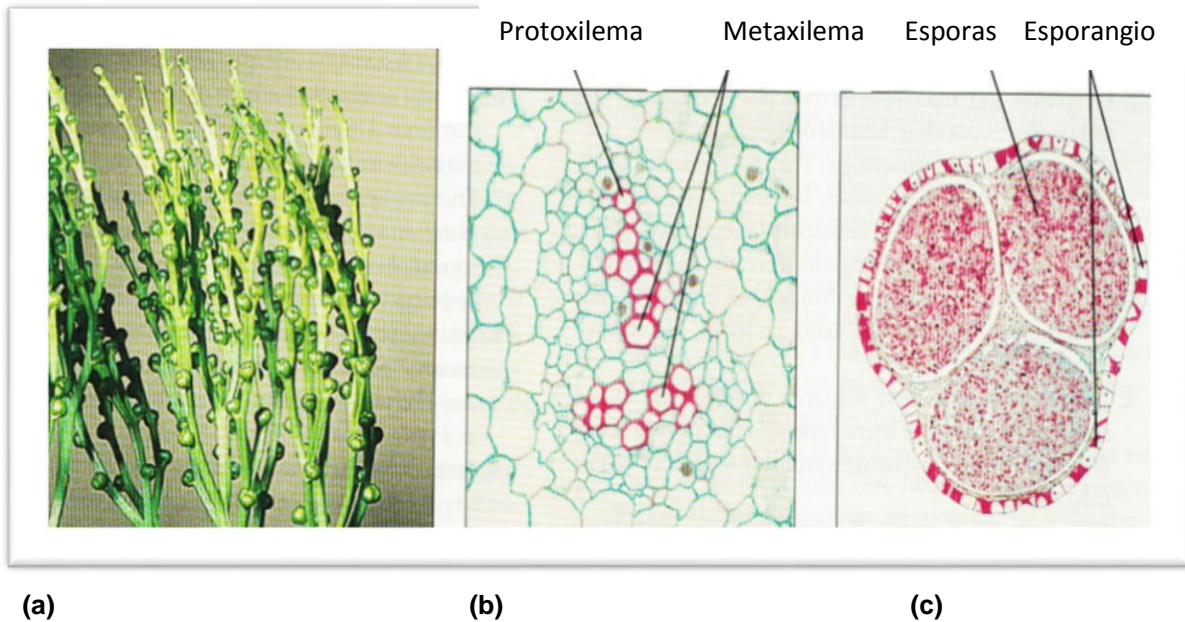


Fig. 16. *Psilotum* sp. Tallos dicótomos portadores de eusporangios. (a) Estructura vascular del tallo de *Psilotum*: Protostela con protoxilema exarco, similar a las Zosterophyllophytas más que a las Rhyniophyta. (b). el esporangio de *Psilotum* es considerado un sinangio, tres esporangios están fusionados por sus paredes dispuestos en el extremo de una rama corta con una escama basal.

Filogenia

Acercas de la filogenia de Pteridófitos, todavía no hay consenso, pero el futuro se ve promisorio debido a los recientes avances en materia de análisis moleculares que junto con los análisis clásicos de morfología, están permitiendo clarificar en mayor medida las relaciones entre los diferentes grupos.

En los últimos años se ha demostrado que Pteridophyta es un grupo parafilético que contiene dos líneas filogenéticas, Lycophyta y Monilophyta. Pryer et al. (2001), basados en diferencias morfológicas y de ADN entre representantes de los diferentes grupos de pteridófitos, concluyen que:

Las divisiones Psilotophyta, Equisetophyta y Pterophyta constituyen un único grupo monofilético y son los parientes más cercanos a las espermatofitas (plantas con semilla), con lo que se descarta aparentemente la hipótesis de que los Psilotophyta y Equisetophyta sean grupos primitivos, o que sean eslabones evolutivos intermedios entre los briofitos y los Pterophyta (helechos con megafilos). Los primeros en sugerir la presencia de este grupo monofilético o "clado" fueron Kenrick y Crane (1997) basados en un carácter morfológico por el que llamaron al clado Infradivisión Moniliformopses (derivado del latín moniliformis: "forma de collar", debido a los lóbulos de protoxilema inmersos en el haz xilemático). Pryer et al. (2001) lo confirmaron como grupo monofilético aislado del resto de los clados, y posteriormente Judd et al. (2002) prefirieron darle el estatus de división y propusieron el nombre **Monilophyta**. En cambio la división Lycophyta se mantiene como grupo monofilético, pariente más lejano de las plantas con semilla y los demás grupos de pteridofitas. **En conclusión, la publicación divide a las plantas vasculares en 3 grupos monofiléticos o "clados": 1) Lycopodiophyta, 2) Monilophyta y 3) Spermatophyta.** En otra publicación que hizo el grupo de investigación en el 2004 sobre nuevos análisis moleculares de los taxones de monilophytas concluyen:

Dentro de Monilophyta, reconocen a partir de varios estudios publicados por primera vez en 1995 y avalados por varios grupos de investigación, que la primera línea filogenética que difiere del resto es la que reúne a Psilotaceae con Ophioglossaceae, relación que se mantuvo en la oscuridad durante mucho tiempo debido a la extrema simplificación presente en el esporofito de las dos familias. Los caracteres morfológicos más importantes que permiten reunir a los dos grupos en una línea filogenética son: la presencia de raíces simples, sin ramificación, sin pelos radicales, en Ophioglossaceae mientras que Psilotaceae carece de raíces. Además los dos grupos tienen gametofitos axiales y subterráneos, esporangios ubicados en la cara adaxial, y un desarrollo del esporangio del tipo eusporangiado, entre otros caracteres. Las evidencias

moleculares parecían concluyentes a este respecto.

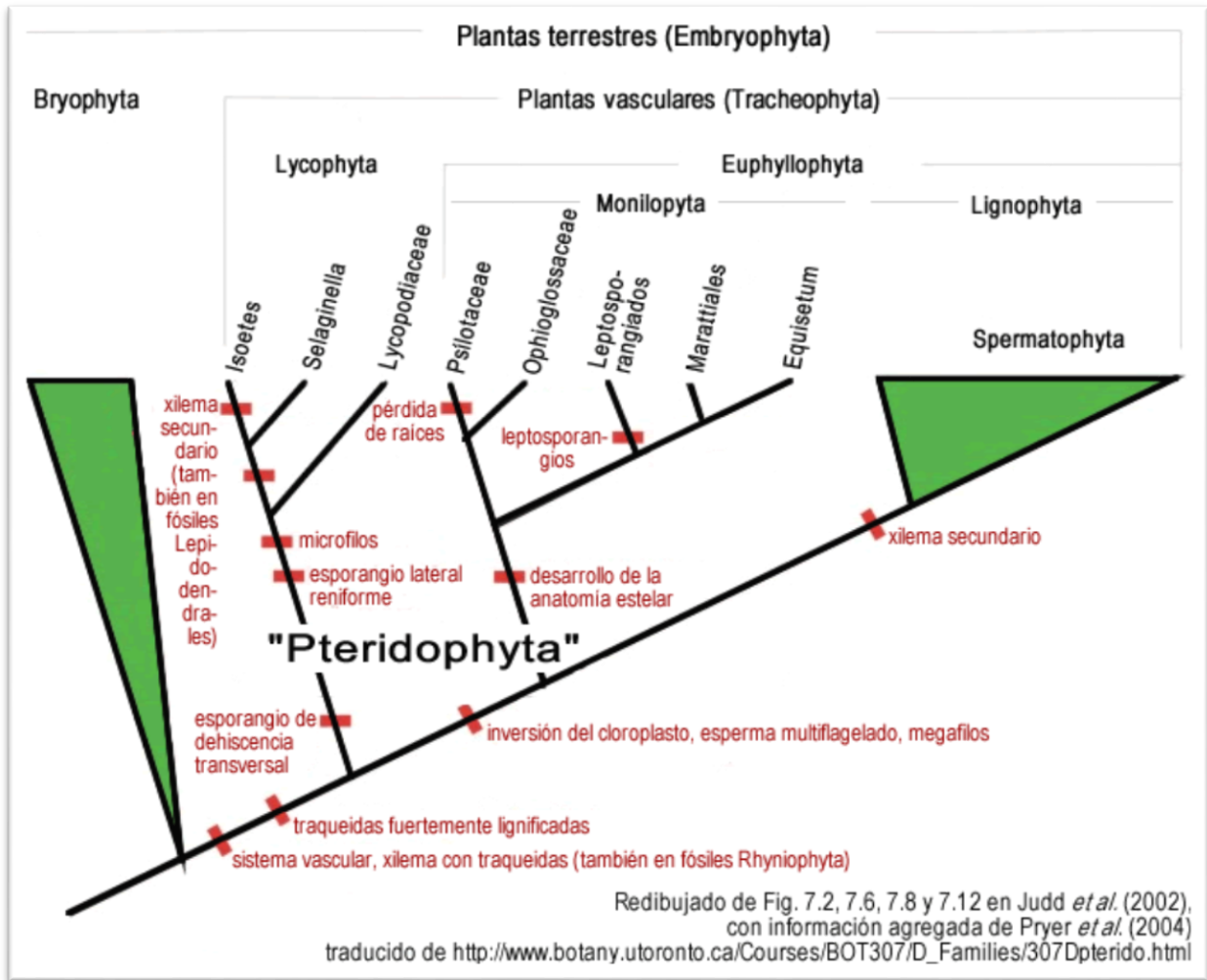


Fig. 16. Árbol filogenético de los diferentes grupos de Pteridófitos y su relación con los demás grupos de plantas terrestres (2002).

Los análisis moleculares de ADN muestran que los Pteridófitos son un grupo parafilético compuesto por dos grupos monofiléticos distintos: las Lycophyta, que contiene a las pteridófitas más antiguas con microfilos, y las Monilophyta, que reúne a las pteridófitas con megáfilos y a las que perdieron sus megáfilos luego de haberlos adquirido. Los dos taxones son dos eslabones evolutivos intermedios entre Bryophyta y Spermatophyta (Pryer et al. 2001, Judd et al. 2002, Pryer et al. 2004^a).

Bibliografía

Judd, W. S. Campbell, C. S. Kellogg, E. A. Stevens, P.F. Donoghue, M. J. 2002. Plant systematics: a phylogenetic approach, Second Edition. Sinauer Associates, USA.

Kenrick P, Crane PR. 1997. The Origin and Early Evolution of Land Plants. Smithsonian Institution Press, Washington, DC.

2000. The PLANTS Database, database (version 5.1.1). National Plant Data Center, NRCS, USDA. Baton Rouge, LA 70874-4490 USA. <http://plants.usda.gov>

Mauseth J. M. 2014. *Botany: an introduction to plant biology*. 5th ed. ISBN 978-1-4496-4884.

Pryer, Kathleen M., Harald Schneider, Alan R. Smith, Raymond Cranfill, Paul G. Wolf, Jeffrey S. Hunt y Sedonia D. Sipes. 2001. "Horsetails and ferns are a monophyletic group and the closest living relatives to seed plants". *Nature* 409: 618-622.

Pryer, Kathleen M., Eric Schuettpelz, Paul G. Wolf, Harald Schneider, Alan R. Smith y Raymond Cranfill. 2004a. "Phylogeny and evolution of ferns (monilophytes) with a focus on the early leptosporangiate divergences". *American Journal of Botany* 91:1582-1598 (resumen en inglés aquí).

Pryer, K. M., Schneider, H, y Magallón, S. 2004b. "The radiation of vascular plants". En J. Cracraft y J. M. Donoghue (editores), *Assembling the tree of life*, 138-153. Oxford Univ. Press, New York.