



Especialización en Tecnologías Multimedia para Desarrollos Educativos

TRABAJO FINAL

LA FRONTERA DE LA CÉLULA VEGETAL.

**SITIO WEB INTEGRADO AL ESPACIO PRESENCIAL TRADICIONAL PARA LA
ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE DEL TEMA *LA PARED CELULAR VEGETAL*,
EN EL NIVEL UNIVERSITARIO**

Autora: Bárbara Mariana Corró Molas

Director: Pedro Willging

Asesora: Mónica Beatriz Mazzola

2015



Universidad Nacional de Córdoba
Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela para Graduados





AGRADECIMIENTOS

A mis padres, Amalia y Eduardo, a mi marido Claudio y a mis bellísimas hijas Delfina y Milagros, por su apoyo incondicional.

A Pedro Willging y Mónica Mazzola por guiarme en el desarrollo de este trabajo.

A todos los que me ofrecieron su consejo y opinión.

GRACIAS



Universidad Nacional de Córdoba
Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela para Graduados



RESUMEN

En la actualidad, el uso cada vez más frecuente de las tecnologías de la comunicación y de la información (TIC) está modificando la forma de comunicarse de las personas y en particular, la forma de aprender de los estudiantes. El modelo de la educación tradicional basado en la adquisición de conocimientos hoy es insuficiente para dar respuestas a las necesidades de la población estudiantil. Esto plantea la necesidad de pensar los procesos de enseñanza y de aprendizaje desde nuevas perspectivas, con cambios en los roles de los estudiantes y de los docentes que se desenvuelven en la sociedad del conocimiento y de la información. En esta sociedad, el estudiante es el centro del proceso de aprendizaje, es el que construye el conocimiento apoyado y guiado por el profesor. En este contexto educativo, las TIC se convierten en una herramienta para la creación de entornos virtuales de aprendizaje que promuevan el aprendizaje constructivo y significativo. El uso de las TIC en combinación con la tradicional modalidad presencial de enseñanza enriquece el proceso educativo para que el estudiante sea capaz de “aprender a aprender” durante toda su vida. En el presente trabajo se desarrolló un sitio web educativo interactivo basado en un modelo de comunicación endógeno y con un diseño didáctico de carácter socio-constructivista. Este sitio web educativo se integró a la “tradicional” modalidad presencial de enseñanza para facilitar los procesos de enseñanza y aprendizaje de un contenido específico de Morfología Vegetal, la pared celular vegetal, en el nivel educativo universitario. Se comprobó que su utilización promueve la autonomía, la autogestión del aprendizaje y la participación de los estudiantes, y logra que se involucren en su proceso de aprendizaje construyendo conocimiento y compartiéndolo con sus pares.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	4
DISEÑO METODOLÓGICO	7
Estudio Descriptivo de sitios web relativos a la enseñanza y aprendizaje de Morfología Vegetal en el nivel universitario	7
Diseño de una propuesta pedagógico - didáctica para la enseñanza y el aprendizaje del tema la pared de la célula vegetal, para el nivel universitario	7
Construcción del sitio web <i>La frontera de la célula vegetal</i> destinado a estudiantes universitarios	8
Puesta a prueba y valoración del sitio web	9
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	11
Estudio descriptivo de sitios web para la enseñanza y el aprendizaje de Morfología Vegetal en el nivel universitario	11
Propuesta pedagógico - didáctica sobre la pared de la célula vegetal para el nivel universitario	21
Sitio web <i>La frontera de la célula vegetal</i> destinado a estudiantes universitarios	25
Puesta a prueba y valoración del sitio web	40
CONCLUSIONES	52
BIBLIOGRAFÍA	53

TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1: Encuesta a los estudiantes diseñada en la plataforma Moodle	10
Tabla 2: Lista de sitios web referidos a la enseñanza y aprendizaje de Morfología Vegetal recuperados de la web el 18 de febrero de 2015	13
Tabla 3: Transcripción de las respuestas de las Preguntas 2, 9 y 10 de la Encuesta	50
Figura 1: Captura de pantalla del storyboard o página de inicio del sitio web <i>La frontera de la célula vegetal</i>	28
Figura 2: Captura de pantalla del mapa de navegación del sitio web <i>La frontera de la célula vegetal</i>	29
Figura 3: Captura de pantalla de la página Introducción del sitio web <i>La frontera de la célula vegetal</i>	29
Figura 4: Captura de pantalla de la página Pared Celular del sitio web <i>La frontera de la célula vegetal</i>	30
Figura 5: Capturas de pantalla de 4 páginas del sitio web <i>La frontera de la célula vegetal</i> donde se puede observar la composición entre texto e imágenes para desarrollar los contenidos conceptuales. A. Página donde se muestra la Estructura de la	31

pared celular, **B.** Página donde se muestra la composición química de la pared celular, **C.** Página donde se expresan las funciones de la pared celular, **D.** Página donde se caracteriza a la pared celular primaria

Figura 6: Capturas de pantalla de las páginas del sitio web *La frontera de la célula vegetal* con los ejemplos de células con pared celular primaria (PCP) en **A** y células con pared celular secundaria (PCS) en **B**. En el sitio las imágenes son móviles 32

Figura 7: Captura de pantalla de la página del sitio web *La frontera de la célula vegetal* que explica la presión de turgencia 33

Figura 8: Captura de pantalla de la página Ejemplos del sitio web *La frontera de la célula vegetal* con 4 ejemplos de cortes histológicos de órganos vegetales 34

Figura 9: Capturas de pantalla de las páginas de los 4 ejemplos de cortes histológicos de órganos a las cuales se accede desde la página Ejemplos del sitio web *La frontera de la célula vegetal* 35

Figura 10: Captura de pantalla del Glosario del sitio web *La frontera de la célula vegetal* 35

Figura 11: Captura de pantalla de la página Docente del sitio web *La frontera de la célula vegetal* 36

Figura 12: Captura de pantalla de la página Créditos del sitio web *La frontera de la célula vegetal* 36

Figura 13: Captura de pantalla de la página Actividades del sitio web *La frontera de la célula vegetal* mostrando 4 elementos a tener presente en el momento de hacer las actividades IDENTIFICA e INTERPRETA 37

Figura 14: Captura de pantalla de la página de la actividad IDENTIFICA del sitio web *La frontera de la célula vegetal* 38

Figura 15: Captura de pantalla de la página de la actividad INTERPRETA del sitio web *La frontera de la célula vegetal* 39

Figura 16: Captura de pantalla del módulo del espacio virtual de la asignatura Biología II en la plataforma Moodle donde se disponen algunas indicaciones para el estudiante 40

Figura 17: Captura de pantalla de la fotografía subida por un estudiante a la cuenta de Facebook de la asignatura Biología II respondiendo a la consigna de la actividad IDENTIFICA 41

Figura 18: Captura de pantalla de la fotografía subida por un estudiante a la cuenta de Facebook de la asignatura Biología II respondiendo a la consigna de la actividad IDENTIFICA 42

Figura 19: Captura de pantalla de la Participación número 4 en la actuación del foro INTERPRETA, correspondiente al estudiante 3 44

Figura 20: Gráficos con las respuestas de las preguntas 1, 3 a 8 y 11. Entre paréntesis se indica la cantidad de encuestas con esa respuesta. El número total de respuestas es 17 49

INTRODUCCIÓN

Las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC) hoy son parte de nuestra realidad cotidiana, están integradas en nuestras vidas, en el ámbito familiar, social, laboral, educativo y de recreación. Gran cantidad de información circula por nuevos y eficaces canales de comunicación y la aparición de estos canales permite que el aprendizaje ocurra en cualquier lugar y momento (Conectar Igualdad, 2011). Esta explosión de la información y del conocimiento generada por las nuevas tecnologías afectan la forma en que sentimos y pensamos, lo cual ha creado un nuevo ambiente comunicacional que modifica nuestra manera de percibir y vivir en el mundo (Quiróz, 2003). Los estudiantes actuales desarrollan nuevas formas de leer e interpretar el mundo, manejan una variedad de recursos digitales para obtener información, utilizan y decodifican distintos tipos de lenguaje (Anijovich y Mora, 2010). Este comportamiento en el alumnado hace que el sujeto se convierta en estudiante a lo largo de toda su vida colaborando con otros individuos para realizar tareas complejas y utilizando de modo eficiente los diferentes sistemas de representación y comunicación del conocimiento (Aparici, 2011). Este escenario plantea la necesidad de educar con nuevos enfoques, haciendo un buen uso de las nuevas tecnologías y utilizándolas como un instrumento cuidadosamente pensado, diseñado, desarrollado y distribuido para apoyar los procesos de mejora del aprendizaje (Severín y Capota, 2012).

En la actualidad el uso cada vez más frecuente de las TIC está modificando las características de las poblaciones estudiantiles, tanto en las formas de relacionarse como en la disponibilidad de información, en cuanto a sus intereses y a sus necesidades formativas. Los estudiantes están cambiando en la forma de comunicarse y de aprender que va más allá de un modelo de transmisión de conocimientos (Campos Céspedes *et al.*, 2010). Esto, les permite experimentar, combinar, transferir conocimientos en un ambiente virtual abierto caracterizado por una dinámica comunicacional interactiva (Aparici y Silva, 2012). Así, el

estudiante produce, elabora, es emisor y a la vez también es receptor, se convierte en el denominado *emirec*, una amalgama de emisor y receptor, y es el centro del proceso de enseñanza y aprendizaje (Kaplún, 1998). De esta manera, los cambios que surgen en los escenarios educativos y en los perfiles del estudiantado exigen cambios significativos en el rol y la actitud del docente (Campos Céspedes *et al.*, 2010) y promueven el enriquecimiento de la didáctica presencial con las características particulares del uso educativo de las nuevas tecnologías (Constantino, 2010). El modelo de la educación tradicional hoy es insuficiente para dar respuestas a las necesidades de una sociedad cambiante y necesita ser pensado desde nuevas perspectivas (Cobo y Moravec, 2011).

En estos nuevos escenarios educativos, un entorno virtual de aprendizaje (EVA) nos presenta un espacio donde la práctica de la educación y de la comunicación basada en el diálogo y en la participación puede tener lugar. Un EVA es un espacio educativo que combina una dimensión tecnológica y una dimensión educativa, interrelacionadas y potenciadas entre sí. La dimensión educativa comprende los procesos de enseñanza y aprendizaje y está caracterizada por generar un espacio humano y social, dinámico, basado en la interacción entre los actores a partir del planteo y la resolución de actividades didácticas. La dimensión tecnológica comprende las herramientas o aplicaciones informáticas que dan soporte e infraestructura a las actividades formativas posibilitando acciones como la interacción, la colaboración, la comunicación, la combinación de recursos y el seguimiento personalizado de los estudiantes entre otras (Salinas, 2011; Belloch, 2012).

En el ambiente universitario, el campus virtual es el mecanismo más extendido para el desarrollo de EVA y es creado mediante la confluencia de múltiples aplicaciones tecnológicas como internet, la web, comunicación electrónica, video, video-conferencia, multimedia y publicaciones electrónicas (Fernández Pampillón Cesteros, 2009). En este ambiente de aprendizaje, adquiere especial atención el uso didáctico del campus virtual

(Fernández Pampillón Cesteros, 2009) y la producción y el diseño de materiales multimedia para incorporar en el EVA a fin de favorecer experiencias enriquecedoras y significativas del aprendizaje con tecnologías.

El presente trabajo busca desarrollar una herramienta multimedia interactiva basada en un modelo de comunicación endógeno, que contemple un diseño didáctico de carácter socio-constructivista, tendiente a facilitar el proceso de enseñanza y aprendizaje de un contenido específico de Morfología Vegetal en el nivel educativo universitario de manera de complementar la “tradicional” modalidad presencial de enseñanza. Los conocimientos en Morfología Vegetal son considerados básicos para todas las carreras en Ciencias Biológicas y, en general, corresponden a los primeros años de estas carreras. La Morfología Vegetal comprende el estudio citológico, anatómico y exomorfológico del cuerpo de las plantas y constituye la base para profundizar en el estudio de temas de mayor complejidad en la biología de las plantas. Este trabajo específicamente desarrolla el tema *La pared celular en las células vegetales*. El estudio se llevó a cabo en el marco de la asignatura Biología II correspondiente a las Carreras de Licenciatura y de Profesorado en Ciencias Biológicas de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de La Pampa.

El objetivo de este trabajo es desarrollar una propuesta didáctica mediada por TIC, integrada al espacio presencial tradicional, para la enseñanza y el aprendizaje del tema *La pared celular en vegetales*, en el nivel universitario.

DISEÑO METODOLÓGICO

Estudio Descriptivo de sitios web relativos a la enseñanza y aprendizaje de Morfología Vegetal en el nivel universitario

Se realizó una búsqueda en la web de sitios relativos a la enseñanza y el aprendizaje de Morfología Vegetal en el nivel universitario y se analizaron los modelos educativos y teorías de aprendizaje subyacentes.

Diseño de una propuesta pedagógico – didáctica para la enseñanza y el aprendizaje del tema la pared de la célula vegetal, para el nivel universitario

Kaplún (1998) describe que el modelo educativo que pone énfasis en el proceso de enseñanza y aprendizaje es un modelo endógeno porque es planteado centrándose en el sujeto que aprende lo que vive, lo que reinventa, lo que transforma. En el marco de este modelo educativo, el Constructivismo sostiene que el aprendizaje es un proceso activo por parte del alumno que ensambla, extiende, restaura e interpreta, y por lo tanto construye conocimientos partiendo de su experiencia e integrándola con la información que recibe (Plaza, 2012). El Constructivismo Social – Cultural propuesto por Vygotsky hace un mayor énfasis en la dimensión social de aprendizaje y señala que el estudiante aprende cuando hay interacción entre lo que ya se conoce y las interpretaciones de los otros (Beltrán, 2002).

El sitio web que se propone en este trabajo se basa en el modelo educativo centrado en el sujeto y en el proceso de aprendizaje y en los fundamentos del socio-constructivismo. Para su desarrollo se tuvieron en cuenta las siguientes propiedades:

- Participación activa e interactiva: se diseñaron actividades donde el estudiante no se limita a adquirir conocimiento, sino que adopta un papel esencialmente activo y aprende haciendo, procesa los contenidos informativos y, como resultado de ese procesamiento, da sentido a lo

que procesa, selecciona, organiza, elabora los conocimientos y construye significados (Beltrán, 2002, 2003, Rodríguez Illera, 2004). La participación en debates en los foros y la confección de blogs entre otros son actividades en grupo que promueven que el estudiante realice acciones como la interacción, la colaboración, la comunicación, la combinación de recursos (Salinas, 2011; Belloch, 2012). El estudiante aprende cuando hay interacción entre lo que ya conoce y las interpretaciones de los otros (Beltrán, 2002). Bajo esta perspectiva y considerando las herramientas que ofrece el entorno virtual de aprendizaje, para las actividades del sitio web *“La frontera de la célula vegetal”* se seleccionó la red social Facebook y el foro de Moodle.

- Interfaz: el diseño del sitio web se planteó sobre el concepto de que la interfaz es lo primero que percibe el estudiante y que determina la forma en que se establece la interacción con el estudiante. Se utilizaron imágenes estáticas y en movimiento, avatar, y colores suaves con el fin de crear una interfaz amigable que invite al estudiante a involucrarse con la propuesta del sitio web.

- Navegación: el sitio web fue realizado sobre la base de que el estudiante explore los contenidos según sus inquietudes y necesidades de aprendizaje, que navegue por el sitio sin dificultad de manera intuitiva y natural, que identifique los niveles de navegación y que pueda retroceder o avanzar en cada momento que lo desee sin que el menú principal desaparezca.

Construcción del sitio web *La frontera de la célula vegetal* destinado a estudiantes universitarios

Se construyó el sitio web titulado *“La frontera de la célula vegetal”* con actividades interactivas que incluyen la utilización, entre otros elementos, de la red social Facebook y del foro de la plataforma Moodle. Para crear este sitio web educativo se utilizó el editor on line

gratuito WIX (<http://es.wix.com/>) que permite crear y publicar un sitio web en flash indexado en buscadores con una dirección como www.wix.com/nombre de usuario/nombre de documento. Se diseñó el mapa de navegación y el storyboard.

La creación del sitio web se realizó en el marco de la asignatura Biología II del Departamento de Ciencias Biológicas de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, de la Universidad Nacional de La Pampa. La mencionada asignatura es anual y se dicta en la modalidad presencial para estudiantes del primer año de las carreras de Licenciatura y de Profesorado en Ciencias Biológicas. La asignatura Biología II cuenta con un espacio en la plataforma Moodle de la Facultad. La plataforma Moodle contiene las herramientas básicas de un sistema de gestión de aprendizaje como son, la posibilidad de diseñar y administrar el espacio de aprendizaje, permite la comunicación entre los participantes, la gestión de contenidos y del trabajo en grupos y la evaluación (Fernández Pampillón Cesteros, 2009). En este caso, se utilizaron las facilidades operativas de Moodle para llevar adelante algunas de las acciones propuestas en el sitio web como el foro y la entrega de la tarea de la actividad INTERPRETA, las devoluciones de las mismas y el diseño y realización de la encuesta de valoración del sitio. La conexión entre el sitio web *La frontera de la célula vegetal* y la plataforma Moodle se realizó considerando que la asignatura Biología II dispone de un espacio virtual en dicha plataforma y los estudiantes están familiarizados con ese espacio.

Puesta a prueba y valoración del sitio web

El sitio web *La frontera de la célula vegetal* fue puesto a prueba con 26 estudiantes que cursaron la asignatura Biología II de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales durante el ciclo lectivo 2014.

Mediante una encuesta (Tabla 1) optativa y anónima, el sitio web fue puesto a consideración ante los 26 estudiantes que utilizaron el sitio web. La encuesta fue presentada a

los estudiantes en el espacio virtual de la plataforma Moodle correspondiente a la asignatura Biología II considerando que los estudiantes están familiarizados con el uso de esta plataforma, pueden acceder fácilmente a la encuesta y responderla sin dificultad. Por otra parte, Moodle ofrece al docente la posibilidad de diseñar una encuesta en forma sencilla y de obtener los resultados ordenados fácilmente.

1. ¿Considera que la utilización del sitio web “La frontera de la célula vegetal” contribuye al aprendizaje del tema?
 - Sí, muy adecuadamente
 - Sí, en parte
 - Escasamente
 - No contribuye
2. ¿Cómo considera usted que el sitio web contribuyó a su aprendizaje del tema propuesto?
3. ¿Tuvo inconvenientes en el acceso al sitio y en la navegación dentro del mismo?
 - Siempre
 - A veces
 - Nunca
4. Considera que el diseño y la presentación del sitio fue:
 - Atractivo y motivador
 - Dinámico
 - Aburrido
 - Confuso
5. ¿Ha utilizado previamente un sitio web como el propuesto en este curso?
 - Sí
 - No
6. Considera que las consignas de las actividades fueron:
 - Muy claras y precisas
 - Poco claras y precisas
 - Confusas
 - Muy confusas
7. Las actividades propuestas en el sitio web le parecieron:
 - Adecuadas
 - Excesivas
 - Pocas
8. En relación al tiempo destinado a cumplir con las actividades del sitio, le pareció
 - Suficiente
 - Escaso
 - Muy escaso
 - Excesivo
9. Valoración general del sitio web.
10. Sugerencias u opiniones
11. ¿Le gustaría utilizar este tipo de herramientas en relación a otros contenidos de la asignatura?
 - Sí
 - No se
 - Tal vez

Tabla 1: Encuesta a los estudiantes diseñada en la plataforma Moodle.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estudio descriptivo de sitios web para la enseñanza y el aprendizaje de Morfología Vegetal en el nivel universitario

Conocer los aspectos más generales de la estructura de un organismo es básico para investigar y para enseñar a cualquier nivel (Evert, 2008). La *Morfología Vegetal* es la ciencia que se ocupa del estudio de la forma del cuerpo de las plantas. Comprende *Morfología General* y *Organografía* que se refiere a la descripción de la forma del cuerpo y de los órganos y *Morfología interna* o *Anatomía*, que estudia la organización interna de los órganos e incluye a la *Citología Vegetal* o estudio de la célula vegetal y a la *Histología Vegetal* o estudio de los tejidos vegetales (Dimitri y Orfila, 2008).

Las plantas, y en particular las plantas con semilla, tienen un cuerpo muy especializado estructural y funcionalmente. Esta especialización se expresa en la diferenciación del cuerpo, externamente en órganos e internamente, en células, tejidos y sistemas de tejidos. La raíz, el tallo y las hojas son los órganos vegetativos de las plantas y la estructura interna de estos órganos está en relación con las características distintivas de las células y tejidos vegetales (Esau, 1977). El conocimiento de la estructura y el desarrollo de las células y los tejidos es esencial para interpretar aspectos más complejos de la biología de las plantas como la función vegetal, la fotosíntesis, el movimiento de sustancias en el cuerpo vegetal, la absorción de agua y minerales, las respuestas de las plantas a estímulos externos e internos entre otras funciones (Evert, 2008). En las Carreras en Ciencias Biológicas, los cursos sobre Morfología Vegetal corresponden a los espacios curriculares básicos y generalmente se dictan en los primeros años de las Carreras. En estos cursos, los estudiantes aprenden los conceptos básicos sobre los caracteres morfológicos y anatómicos del cuerpo de las plantas que revisten gran importancia para lograr una formación sólida ya que lo preparan para una correcta

interpretación e integración de conocimientos con los temas desarrollados en asignaturas estrechamente relacionadas de años más avanzados.

Se realizó una búsqueda en la Red de sitios web dedicados a la enseñanza y el aprendizaje de la Morfología Vegetal en el nivel universitario. Se obtuvieron 14 sitios web docentes pertenecientes a Universidades argentinas y del exterior (Tabla 2). Una web docente es un material didáctico al cual se accede a través de la Red y es creado en el marco de una asignatura, curso o lección universitaria para ser utilizado en un proceso de enseñanza y aprendizaje (Area Moreira, 2005). Entre los sitios web obtenidos, 7 son Atlas Histológicos y 7 corresponden a web con los contenidos curriculares de una asignatura o con el desarrollo un tema botánico específico.

Nombre, autores y procedencia del Sitio	Dirección en la web	Idioma	Contenidos generales
Atlas Histológico Interactivo. Departamento de Biología Experimental. Área de Biología Celular. Universidad de Jaén. España.	http://www.ujaen.es/investiga/atlas/	español	Atlas Histológico y Anatómico.
Atlas de Histología Vegetal y Animal. Departamento de Biología Funcional y Ciencias de la Salud. Facultad de Biología. Universidad de Vigo, España.	http://webs.uvigo.es/mmegias/inicio.html	español	Atlas Histológico y Anatómico.
Atlas of Plant Anatomy. Instituto de Biociências. Universidad de Sao Paulo, Brasil. Proyecto de la Dra. Jane Elizabeth Kraus y Juliana Pisaneschi	http://atlasveg.ib.usp.br/English/focara.html	inglés	Atlas Histológico y Anatómico.
Plant Anatomy Laboratory. Micrographs of plant cells and tissues, with explanatory text. Universidad de Texas. Estados Unidos. Proyecto del Dr. D. James Mauseth	http://www.sbs.utexas.edu/mauseth/web/lab/	inglés	Atlas Histológico y Anatómico.
Photographic Atlas of Plant Anatomy. Universidad de Wisconsin.	http://botweb.uwsp.edu/anatomy/	inglés	Atlas Histológico y Anatómico.

Estados Unidos			
Curso de Biología vegetal. Facultad de Ciencias, UDELAR Universidad de la República. Uruguay.	http://micol.fcien.edu.uy/atlas/	español	Atlas Histológico y Anatómico.
Plant Teaching Colletion Universidad de Wisconsin. Estados Unidos.	http://botit.botany.wisc.edu/	inglés	Atlas histológico y de la diversidad de las Plantas Vasculares.
Prof. José García Breijo. Biología y Botánica. Universidad Politécnica de Valencia. España.	http://www.euita.upv.es/varios/biologia/programa.htm	español	Web docente para dos asignaturas.
Morfología de Plantas Vasculares. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes, Argentina.	http://www.biologia.edu.ar/botanica/	español	Web docente para una asignatura.
Department of Botany. Universidad de Miami. Estados Unidos.	http://www.cas.miamioh.edu/~meicenrd/	inglés	Web docente para varias asignaturas.
Formation en Biologie Végétale Universidad Católica de Louvain. Bélgica.	http://www.afd.be/~fdp_bio/index.php	francés	Web docente con contenidos de morfología vegetal. Ciclos de vida. Sistemática.
Plant Structure and Development Universidad de Rhode Island. Estados Unidos.	http://www.uri.edu/cels/bio/plant_anatomy/	inglés	Histología y Anatomía vegetal.
Sitio web de Rafael Tormo Molina Universidad de Extremadura. España.	http://www.eweb.unex.es/eweb/botanica/	español	Morfología de frutos. Sistemática. Identificación de plantas.
Systematics of Plants. Integrative Biology 335. Universidad de Illinois. Estados Unidos.	http://www.life.illinois.edu/ib/335/	inglés	Morfología de la flor.

Tabla 2: Lista de sitios web referidos a la enseñanza y aprendizaje de Morfología Vegetal recuperados de la web el 18 de febrero de 2015.

A continuación se realiza un examen general de las propuestas tecnológicas y educativas de los sitios web indicados en la Tabla 2.

Los Atlas Histológicos on line ofrecen al estudiante una colección de fotografías de preparados microscópicos de órganos vegetales o de sus partes. Las fotografías pueden estar acompañadas o no por información escrita o leyendas de identificación del corte. La información escrita puede ser un texto o un hipertexto y varía en detalle y profundidad entre los distintos atlas. Las imágenes con rótulos y textos explicativos son imágenes didácticas porque fueron diseñadas con el fin de facilitar el aprendizaje (Prendes Espinosa, 1995). Por ejemplo, en el Atlas de la Universidad de Vigo, los tejidos y tipos celulares que se observan en las fotografías están rotulados, en el Atlas de la Universidad de Texas las fotografías tienen una leyenda informativa y explicativa para ayudar a la interpretación de la observación, en los Atlas de las Universidades de Wisconsin y de la República, las fotografías tienen sólo una leyenda informativa que identifica el tipo de corte y el tejido u órgano. En general, las fotografías de los Atlas Histológicos *on line* corresponden a preparaciones microscópicas que se ven en las clases presenciales de una asignatura como los Atlas de las Universidades de Jaen y de Sao Paulo, y de esa manera funcionan como una herramienta complementaria de la clase presencial. En el caso del Atlas de la Universidad de Sao Paulo, también se presentan esquemas con colores contrastantes que facilitan la interpretación. En Algunos Atlas *on line* se puede ingresar a la página de Microscopía Virtual donde el estudiante puede recorrer el preparado histológico de la misma forma que lo hace con el microscopio óptico en la clase práctica presencial. Este recurso es novedoso en los Atlas y posiblemente facilite que el estudiante realice una actividad mental constructiva y con significado dado que puede detenerse, por ejemplo en una célula particular del corte microscópico que le llame la atención, agrandar la imagen, observar minuciosamente las características celulares e identificar y establecer relaciones poniendo en juego sus conocimientos previos (Onrubia, 2005). Ejemplos de ello son el Atlas de la Universidad de Jaén y el Atlas de la Universidad de Vigo. En estos dos Atlas además se encuentran

cuestionarios para realizar una autoevaluación. Por otro lado, el Atlas de la Universidad de Vigo, a diferencia del resto de los atlas, presenta un mapa de navegación que facilita la ubicación del usuario en el sitio y la navegación se ve favorecida por la presencia de un menú principal visible en todas las páginas lo cual permite que el usuario se mueva fácilmente en el sitio. Otra característica común a todos los Atlas examinados y que favorece que el estudiante ingrese es que la velocidad de carga de las imágenes es alta. Los Atlas, en mayor o menor grado trabajan con elementos multimedia como imágenes que se pueden cambiar de tamaño, imágenes sobre las que se puede trazar un recorrido sobre la misma, hipervínculos dentro de las imágenes, hipertexto, enlaces a las distintas páginas del sitio y autoevaluaciones. Sin embargo, en general, no han desarrollado la posibilidad de que el visitante interactúe con el/los docente/s y con otros visitantes ni tampoco ofrecen un espacio donde el sujeto visitante pueda dejar un comentario, compartir una fotografía o consultar una duda. Por las características que hemos señalado hasta aquí, los atlas histológicos examinados son fundamentalmente presentaciones multimedia *on line* estructurados con el objeto de facilitar el aprendizaje y donde se integran más de dos medios de comunicación que pueden ser controlados por el usuario vía el ordenador (Salinas, 1996). Un sistema multimedia interactivo es aquel que le proporciona al usuario un sistema de diálogo en el que la secuenciación y selección de los distintos medios está determinada por la respuesta y la decisión del usuario. La interactividad que tiene lugar en la mayoría de los Atlas vistos aquí es baja y se concentra en la elección del usuario del recorrido a seguir o las autoevaluaciones con *feed back* inmediato. Este tipo de multimedia promueve la autogestión del aprendizaje, el visitante selecciona y administra su tiempo y permite que el usuario individualice su proceso de adquisición de conocimiento y lo integre (Salinas, 1996). Las aportaciones de los Atlas como complemento de las clases presenciales radica en que le ofrece al estudiante la posibilidad de acceder de una manera dinámica y cuantas veces lo requiera durante el tiempo

que necesite, a una colección diversa de imágenes reales y de muy buena calidad de preparados microscópicos de células, tejidos y órganos vegetales. Estas imágenes tienen un alto significado para el estudiante porque son fotografías que en general, corresponden a los contenidos de la asignatura que cursa. En el recorrido que realizamos de los distintos Atlas y acorde al concepto de imagen didáctica discutido en Prendes Espinosa (1995), se observa una evolución desde una colección de imágenes sin rótulos ni especificaciones a las que se les da un uso didáctico, una colección imágenes didácticas con leyendas explicativas y rótulos indicadores hasta una colección de imágenes didácticas con ejercicios para ayudar a la comprensión.

En referencia a los restantes siete sitios web (Tabla 2), como ya se mencionó, corresponden a espacios creados por docentes universitarios para desarrollar los contenidos conceptuales de asignaturas o bien para profundizar sobre algún tema botánico particular. Así, en el sitio web de la Universidad Nacional del Nordeste (Argentina) se desarrollan los contenidos de la asignatura Morfología de Plantas Vasculares, el sitio web del Profesor Francisco José García Breijo comprende los contenidos de dos asignaturas, Biología y Botánica, y Jardinería y Horticultura de la Universidad Politécnica de Valencia (España), el sitio web del Profesor Roger Meicenheimer de la Universidad de Miami (Estados Unidos) presenta enlaces a los contenidos de 6 cursos y el sitio web de la Universidad Católica de Louvain (Bélgica) abarca contenidos básicos de morfología vegetal compartidos por varias asignaturas. Los tres últimos sitios web de la Tabla 1 son sitios que desarrollan algunos temas específicos de botánica, por ejemplo, en el sitio del Profesor Rafael Tormo Molina, de la Universidad de Extremadura (España) se encuentra el enlace a una aplicación multimedia sobre frutos y el enlace al sitio Plantas y Hongos. En todos los sitios web examinados, los destinatarios son estudiantes universitarios, en la mayoría de los casos, del primer año o de los primeros años de las carreras.

Un factor común en los sitios web de asignaturas es la enorme cantidad de contenidos que ofrecen en el sitio y la adecuación de éstos a los destinatarios. Los temas y subtemas se presentan ordenadamente en una lista jerárquica y comprenden el temario del programa de la asignatura correspondiente. Existe estructuración y organización de los contenidos a aprender, es decir los contenidos tienen significatividad lógica y acorde a Onrubia (2005) esta es una condición necesaria para el proceso de aprendizaje en el entorno virtual. Predominantemente el contenido se desarrolla utilizando hipertextos, imágenes didácticas estáticas y en movimiento y videos. En general, estos sitios web se destacan por favorecer la interacción entre el estudiante y el contenido. Esta interacción por sí sola no garantiza la construcción de significados en el proceso de aprendizaje aunque promueven una actividad mental constructiva desde que el estudiante selecciona, relaciona, busca, interpreta, navega (Onrubia, 2005). En referencia a la posibilidad de facilitar la comunicación entre estudiantes y docentes, los sitios ofrecen como vía de comunicación el correo electrónico. La comunicación entre estudiantes y la participación activa de ellos con comentarios o pensamientos es promovida sólo en el sitio web de la Universidad Politécnica de Valencia a través de la construcción de un foro y un blog.

La variación entre los sitios web de asignaturas analizados reside fundamentalmente en la interfaz, la navegación, la rapidez de respuesta, la integración de los lenguajes visual y textual y la calidad de las imágenes. Area Moreira (2005) indica que en la web docente la interfaz o el diseño gráfico deben ser motivantes y atractivos para el estudiante y facilitar el acceso y la navegación dentro del sitio Web. Bajo este aspecto, entre los sitios examinados, el sitio web de Morfología de Plantas Vasculares de la Universidad del Nordeste presenta la interfaz más amigable en cuanto que contribuye a contextualizar los contenidos utilizando ya, en la página principal una imagen clara y esquemática, utiliza jerarquía en la tipografía, ofrece un menú principal siempre visible en el margen superior y se puede acceder a cada

tema en las distintas páginas. Los sitios web con homogeneidad en los colores y predominio de texto, en especial en la página inicial, son monótonos, poco atractivos y poco motivadores. Un ejemplo de ello son los sitios web de la Universidad Politécnica de Valencia, la Universidad Católica de Louvain, el sitio web del Profesor Roger Miesenheimer y la Universidad de Rhode Island. La aplicación multimedia sobre frutos del Profesor Tormo Molina es muy dinámica, colorida y amigable, utiliza imágenes en movimiento y colores llamativos. La presencia de un menú principal siempre visible y accesible es variable entre los sitios, al igual que un mapa del sitio y botones de adelante/atrás o arriba.

La velocidad de respuesta en algunos sitios es baja, en otros como el sitio de la Universidad del Nordeste, es frecuente que no se pueda ingresar al sitio o a las distintas páginas. Esto es un inconveniente importante porque el visitante, luego de varios intentos fallidos, desiste. En otros sitios web como el de la Universidad Católica de Louvain y el sitio web de la Universidad de Illinois, la velocidad de respuesta es alta y la navegación sencilla e intuitiva.

El hipertexto es el elemento más utilizado en el desarrollo del contenido conceptual, se maneja principalmente para enlazar términos al glosario o para enlazar términos a páginas dentro del sitio. Las imágenes didácticas, imágenes específicamente diseñadas para favorecer el aprendizaje, son abundantes en los distintos sitios examinados, aunque difieren en calidad, tamaño e integración en el texto. Por ejemplo, en el sitio web de la Universidad Politécnica de Valencia las imágenes intercaladas en el texto deben ampliarse en otra ventana para poder ser apreciadas. Mientras, en el sitio de la Universidad del Nordeste, las imágenes intercaladas en el texto tienen un tamaño adecuado que permite apreciar lo que se quiere mostrar. Esta diferencia de presentación de las imágenes didácticas incide sobre la lectura continuada o no que hace el estudiante. La utilización de imágenes en movimiento, animaciones y videos es frecuente en los sitios web.

En el sitio web del Profesor Roger Mieczenheimer se puede acceder a distintos cursos, entre ellos uno de Anatomía de las Plantas. En este curso en particular y a diferencia con los sitios web vistos anteriormente, se utiliza poco texto para desarrollar los contenidos y abundantes imágenes didácticas que comprenden animaciones, fotografías, esquemas. Lo mismo sucede en el sitio web de la Universidad de Rhode Island, el cual es presentado como un complemento de las actividades de laboratorio. Aquí no hay desarrollo extenso de los temas en cuanto a contenidos conceptuales sino que enfatiza el aprendizaje a través de imágenes. Las imágenes didácticas están acompañadas por indicaciones particulares sobre lo que el estudiante debe observar y se formulan preguntas al estudiante sin *feed-back*, el hipertexto se utiliza para enlazar las palabras al glosario.

El sitio web del Profesor Rafael Tormo Molina, contiene el desarrollo de temas botánicos particulares, entre ellos, el fruto. El Profesor Tormo Molina desarrolla el tema fruto mediante una aplicación multimedia dinámica con acceso a través de la Web. Esta aplicación es atractiva por el colorido, las fotografías y los esquemas estáticos y animados. El objetivo es la comprensión del concepto de fruto y sus tipos a través de la utilización de poco texto y de esquemas para luego aplicar lo aprendido en ejemplos reales de frutos. La utilización de animaciones e imágenes en movimiento con indicaciones da dinamismo y en especial, la utilización de imágenes de frutos comestibles o de frutos de plantas del ambiente urbano le da más realismo a la aplicación. La navegación es intuitiva y la velocidad de respuesta es alta. Esta aplicación promueve la interacción del estudiante con el contenido mediada por una interfaz amigable. La aplicación cuenta con una ejercitación con *feed back* inmediato lo cual motiva al estudiante a probar su comprensión.

En general, en la mayoría de los sitios web examinados el estudiante puede acceder a los contenidos conceptuales en documentos en formato pdf o Flash. El conjunto de estos materiales representan el manual de la asignatura.

Es común en los sitios encontrar ejercicios sin *feed-back* inmediato en Word que el estudiante puede bajar y guardar, y ejercicios a modo de autoevaluaciones con *feed-back* inmediato. El *feed-back* actúa como refuerzo de los mensajes de la fuente de información (Aparici y Silva, 2012).

Es claro que los sitios web de asignatura funcionan como un complemento enriquecedor de las clases presenciales, los contenidos conceptuales son desarrollados con profundidad y calidad en base a la información científica y todos los temas de la asignatura son presentados. Entregar vía el sitio web a los estudiantes los contenidos conceptuales de la asignatura reunidos en una colección de documentos (formatos pdf, Word y Flash) y diseñarles ejercicios con y sin *feed-back* inmediato, representan en algún aspecto la continuidad del modelo de enseñanza tradicional en el nivel universitario, el conocimiento o saber que un docente desea comunicar a sus estudiantes es transmitido, colgado en el sitio web (Aparici y Silva, 2012; Area Moreira, 2005). Esto no deja de ser positivo para el proceso de enseñanza y aprendizaje, sin embargo, el reto para el docente universitario en el entorno virtual no sólo es innovar desde lo tecnológico sino que también implica innovar en las concepciones y prácticas pedagógicas (Area Moreira, 2005).

Fundamentalmente, la utilización de estos sitios promueve la autogestión y la autonomía de un aprendizaje cognitivo donde el estudiante que navega por el sitio, busca la información, la selecciona, la interpreta, la categoriza, la valora, y activa una estrategia de búsqueda. El foco de la enseñanza es la información y acorde a Beltrán (2003), en los sitios examinados la clave es adquirir y aprender conocimientos más que construir conocimientos a partir de una gama variada de recursos como señala Fernández Pampillón Cesteros (2009) en referencia a las TIC y el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Del análisis de las propuestas educativas de los 14 sitios web universitarios presentados en este trabajo y acorde a Fernández Pampillón Cesteros (2009), podríamos señalar que en el

entorno virtual de enseñanza y aprendizaje, los docentes universitarios responsables de estos sitios han superado la etapa tecnológica y están avanzando paulatinamente en la etapa didáctica.

Propuesta pedagógico - didáctica sobre la pared de la célula vegetal para el nivel universitario

En el marco de la asignatura Biología II, los contenidos conceptuales relativos a la pared celular están comprendidos en el tema Célula Vegetal. Se propuso desarrollar los contenidos específicos sobre pared celular mediante clases presenciales de carácter teórica y práctica articuladas con actividades en el entorno virtual utilizando el sitio web *La frontera de la célula vegetal*.

En la clase presencial de carácter teórica sobre la célula vegetal, se expone el tema particular de la pared celular utilizando una presentación Power Point. Esta presentación es subida al espacio virtual de la asignatura en la plataforma Moodle a fin de que quede accesible para los estudiantes. En la clase práctica de carácter presencial se observan con microscopio óptico distintos tipos celulares vegetales destacando las características distintivas y la función del tipo celular, el tejido al cual corresponden las células observadas y la ubicación del tejido en el órgano vegetal examinado. En algunos casos, se realizan tinciones de las células con safranina para resaltar la pared celular y facilitar su observación microscópica e identificación.

El sitio web *La frontera de la célula vegetal* presenta a los estudiantes los contenidos conceptuales básicos sobre la pared celular de la célula vegetal, expone ejemplos para facilitar la comprensión de esos contenidos y luego propone dos actividades para expresar lo aprendido. Esto es acorde a Onrubia (2005), el autor señala que los contenidos a aprender en el entorno virtual deben tener una estructura lógica y una estructura psicológica, es decir,

deben estar ordenados y organizados y deben ser específicamente diseñados atendiendo las características concretas de los estudiantes destinatarios. En el sitio web *La frontera de la célula vegetal* los contenidos conceptuales se presentan ordenados en subtemas secuenciados manteniendo una organización interna del material de aprendizaje y las actividades propuestas permiten la posibilidad de que el docente genere un proceso de ayuda adaptada a cada estudiante.

Los contenidos conceptuales se introducen con poco texto, se utiliza principalmente el lenguaje visual con la incorporación de gráficos y fotografías microscópicas con rótulos explicativos. Priorizando el lenguaje visual se busca motivar al estudiante para que logre percibir visualmente las características de la pared celular y comprender sus propiedades a partir de la reelaboración de la información que recibe mediada por su propia estructura cognitiva (Onrubia, 2005). La representación de los contenidos con imágenes estáticas y móviles y la utilización de palabras con enlaces aportan dinámica al sitio web invitan al estudiante a explorar el sitio web. El estudiante elige el recorrido de su navegación según su necesidad de aprendizaje y selecciona y administra su tiempo, lo cual promueve la autogestión del aprendizaje (Salinas, 1996).

El sitio web propone las actividades IDENTIFICA e INTERPRETA. Las actividades planteadas requieren una construcción individual y una instancia de participación en línea que propicia la construcción de conocimientos a partir de la interacción.

Básicamente, la actividad IDENTIFICA implica que el estudiante observe, busque y seleccione de un Atlas Histológico una fotografía microscópica, que identifique, reconozca e interprete los tipos de paredes celulares que presenta la fotografía seleccionada y que finalmente comparta la fotografía y sus interpretaciones con sus compañeros en un grupo cerrado de la cátedra creado para tal fin en la red social Facebook (<https://www.facebook.com/groups/278642618984784/>). Para seleccionar la fotografía el

estudiante tiene la posibilidad de visitar dos Atlas Histológicos externos al sitio web y elegir uno de ellos. Con esta actividad, en primer lugar se buscó que el estudiante realice una acción exploratoria de los atlas histológicos propuestos poniendo en juego una actitud de automotivación y curiosidad. En segundo lugar se buscó que el estudiante realice una acción de selección de una fotografía sobre la cual deberá reconocer los tipos de paredes celulares. Se espera que esa selección esté guiada por los conocimientos que el estudiante profundizó a través del recorrido del sitio web, es decir, se busca ver la calidad de los conocimientos más que la cantidad (Beltrán, 2003). El estudiante le da mayor significado a la fotografía que sube al grupo cerrado en Facebook porque él la eligió para comentar y para mostrar a través de ella sus conocimientos. Y por último, la actividad IDENTIFICA pretende que el estudiante modifique la fotografía elegida con comentarios y rótulos propios y la comparta en el grupo cerrado de la cátedra de Facebook. Se espera que la fotografía seleccionada se constituya en una reelaboración propia del estudiante considerando que el estudiante deberá señalar en la fotografía las paredes celulares que reconoce y escribir un comentario explicativo al respecto. Acorde a Onrubia (2005), la actividad IDENTIFICA promueve que el estudiante sea protagonista activo en su proceso de aprendizaje porque busca, elige, selecciona, identifica, reelabora, interacciona. Este conjunto de acciones que el estudiante realiza en torno al contenido configura el proceso de aprendizaje, el cual se desarrolla como un proceso cognitivo porque el estudiante analiza y procesa una imagen poniendo en juego sus conocimientos, un proceso constructivista porque elige, selecciona, reconstruye y reelabora los contenidos de la imagen y socio-constructivista porque comparte su producción e incorpora y analiza las interpretaciones y aportaciones de sus pares.

La actividad INTERPRETA básicamente comprende un primer paso que implica el análisis y la discusión de las respuestas a dos preguntas referidas a la pared celular en un foro y, un segundo paso donde el estudiante debe responder una pregunta indicada en la actividad

como Tarea, escribirla en un documento de texto y entregarla al docente. La discusión se realizó en el Foro Interpreta creado en la plataforma Moodle, en el espacio de la asignatura Biología II. Las preguntas a discutir buscan que el estudiante reflexione sobre el tema profundizado en el sitio web, que comparta su comentario en el foro y que interactúe con las aportaciones de sus pares. Con la pregunta 2 en particular, se busca que el estudiante ponga en juego su imaginación para responder el interrogante. Salinas (1996) señala que en la búsqueda de lograr mayor participación del estudiante en una propuesta educativa hay que motivar la implicación del estudiante, como por ejemplo, posibilitar que el estudiante se sienta implicado en usar su propia imaginación. A partir de la interacción en el foro y de la reflexión sobre lo mencionado allí, cada estudiante, elaboró la respuesta a la última consigna indicada como Tarea en el sitio web y la envió en un documento de texto al docente por la plataforma Moodle. Mediante la cumplimentación de las propuestas indicadas en la actividad INTERPRETA se busca que el estudiante realice una acción cognitiva, que establezca relaciones y asocie conceptos, se busca que el estudiante elabore una opinión, un pensamiento y lo comparta con sus compañeros en un foro, y luego de la discusión e interacción en el foro, construya una conclusión final que enviará al docente. El objetivo principal de enviar la tarea en un documento de texto consistió en lograr que el estudiante reelabore el intercambio de ideas en el foro, construya su propio comentario sobre el tema en cuestión y lo exprese en forma escrita utilizando la sintaxis y el vocabulario adecuado.

Los objetivos del utilizar el foro como discurso didáctico electrónico y herramienta de interacción asincrónica, fueron motivar a los estudiantes a ser parte activa de una comunidad virtual de aprendizaje, a participar con un texto producido por el propio estudiante, a recibir aportes de otros, propiciar la interacción y el intercambio de ideas y promover el uso correcto del vocabulario específico (Constantino, 2006). El foro posibilita que el estudiante realice aportaciones sobre el tema de discusión, lo cual implica que el estudiante reelabore,

relacione, redacte y exprese sus conocimientos y los modifique a partir de la interacción entre lo que ya conoce y las interpretaciones de los otros. Esto es acorde a los conceptos del socio-constructivismo (Beltrán, 2002) y del modelo educativo centrado en el sujeto que aprende a aprender (Kaplún, 1998).

La plataforma Moodle cuenta con la posibilidad de crear distintos tipos de foros y en este trabajo, para desarrollar la Actividad INTERPRETA se seleccionó el tipo de foro denominado *foro de debate sencillo*. Este tipo de foro se utiliza para la discusión limitada de tiempo sobre un tema específico (Manual on line de Moodle, <https://docs.moodle.org/all/es/Foros>). El foro fue cerrado, sólo los 26 estudiantes tuvieron acceso y permaneció activo en el espacio de la asignatura Biología II en la plataforma Moodle desde el 10 al 16 de septiembre de 2014.

Ambas actividades se plantearon con evaluación y se consideró la particularidad de que un foro y una cuenta de Facebook son herramientas que permiten observar las secuencias de producción y de retroalimentación (Chan Nuñez, 2005). Considerando esto, la evaluación se pensó de manera de priorizar cómo se aprende sobre qué se aprende. Acorde a Cobo y Moravec (2011) si el enfoque está en cómo aprender, las evaluaciones han de basarse en los resultados y en analizar cómo los estudiantes aplican lo que han aprendido.

Sitio web *La frontera de la célula vegetal* destinado a estudiantes universitarios

La creación del sitio web educativo relativo a la pared celular de la célula vegetal, *La frontera de la célula vegetal* (<http://bmcormolas5.wix.com/paredcelular/>), se realizó en el marco de la asignatura Biología II. Los contenidos de la asignatura comprenden las características morfológicas y biológicas de los organismos de los Cinco Reinos y un panorama de su diversidad. Con mayor extensión y profundidad se desarrollan los contenidos relativos a la biología y morfología de los organismos del Reino Plantas y del Reino Animal.

En particular, los contenidos sobre las plantas abarcan la morfología vegetal, reproducción, diversidad y ciclos biológicos y una introducción a la fisiología y respuestas de las plantas.

En general, los temas relativos a la Botánica implican para los estudiantes de primer año conocer, interpretar y aprender una gran cantidad de nombres específicos de botánica que les resultan nuevos y complejos. En base a encuestas realizadas a estudiantes que cursaron la asignatura en años anteriores, los temas relativos a las plantas fueron los que les resultaron más difíciles y con una gran cantidad de nombres específicos nuevos mientras que, los temas referidos a los animales, fueron los temas con mayor afinidad y mejor comprensión. Asimismo, a lo largo de varios años lectivos, se ha podido observar que las evaluaciones que los estudiantes desaproveban con más frecuencia durante el año de cursada, son las evaluaciones parciales de los temas botánicos. Ante esta situación, se han realizado cada año innovaciones en el desarrollo de los contenidos botánicos con el objetivo de motivar al estudiante y facilitar la comprensión de la biología de las plantas.

Se eligió elaborar un sitio web que integrara herramientas de la Web.2 para facilitar la comprensión, promover el estudio reflexivo y motivar la participación interactiva de los estudiantes en torno al tema de la célula vegetal, específicamente en referencia a una característica distintiva de la célula vegetal, la pared celular. La pared celular es una envoltura celulósica que proporciona soporte, rigidez y protección a la célula vegetal, determina el tamaño y la forma de la célula, la textura de los tejidos y contribuye a la forma de los órganos de las plantas (Alonso Peña, 2011; Evert, 2008). Actualmente se considera a la pared celular como un compartimento metabólicamente dinámico con funciones específicas y esenciales que tiene la capacidad de crecer y de cambiar de forma y composición (Alonso Peña, 2011; Evert, 2008). Los tipos celulares vegetales se identifican frecuentemente por las características y la estructura de sus paredes celulares, que refleja la estrecha relación entre la estructura de la pared y la función de la célula (Evert, 2008). Conocer, identificar y

diferenciar las características de las paredes celulares de las células vistas en cortes histológicos con microscopio óptico es el primer paso para avanzar en la comprensión de la histología y anatomía de los órganos vegetales.

Los contenidos del sitio fueron agrupados en:

- A. Contenidos conceptuales correspondientes al núcleo temático “la pared de la célula vegetal”. Para ello se establecieron los subtemas:
 - 1. La célula vegetal y sus características distintivas.
 - 2. Origen y ubicación de la pared celular vegetal.
 - 3. Estructura de la pared celular vegetal
 - 4. Función de la pared celular vegetal.
 - 5. Composición química de la pared celular vegetal.
 - 6. Relación entre el tipo de pared celular y la función de la célula.
- B. Contenidos procedimentales correspondiente a las siguientes acciones:
 - 1. Identificación de la pared celular en la célula vegetal vista al microscopio óptico.
 - 2. Reconocimiento de las características de la pared celular vegetal en los distintos tipos celulares vistos en un corte anatómico microscópico de un órgano vegetal.
 - 3. Interpretación de la función de la célula y de la pared celular vegetal en función de sus características.
 - 4. Utilización del vocabulario específico, organización y construcción de la descripción de los cortes anatómicos elegidos.
 - 5. Presentación de conceptos e interpretaciones en debates en línea.
- C. Contenidos actitudinales desarrollados de manera que los estudiantes logren
 - 1. Mejoren su actitud de autogestión de su proceso de aprendizaje frente a la posibilidad de ingresar al sitio web, recorrerlo, comprenderlo y realizar las actividades en el tiempo previsto.

2. Desarrollen responsabilidad, confianza y seguridad para el aprendizaje y su expresión de lo aprendido.
3. Encuentren motivación e interés para investigar y comprender el tema de estudio
4. Utilicen el vocabulario específico.
5. Participen en forma respetuosa y responsable en debates en línea.

El título del sitio representa una referencia metafórica a la pared celular vegetal y fue pensado cuidadosamente por varios motivos. Principalmente, se buscó identificar al sitio web con un título que escape de lo habitual pero que indique de qué se trata, llamando la atención del estudiante para que despierte en él curiosidad, y al mismo tiempo, le dé indicios de que en el sitio puede encontrar una propuesta diferente a la propuesta aúlica. También, de forma sutil, se buscó que el título lleve al estudiante a relacionar en forma directa el concepto de una frontera como límite, con la pared celular vegetal.

El storyboard o página de inicio del sitio web se muestra en la Figura 1 y el mapa de navegación en la Figura 2.



Figura 1: Captura de pantalla del storyboard o página de inicio del sitio web *La frontera de la célula vegetal*.

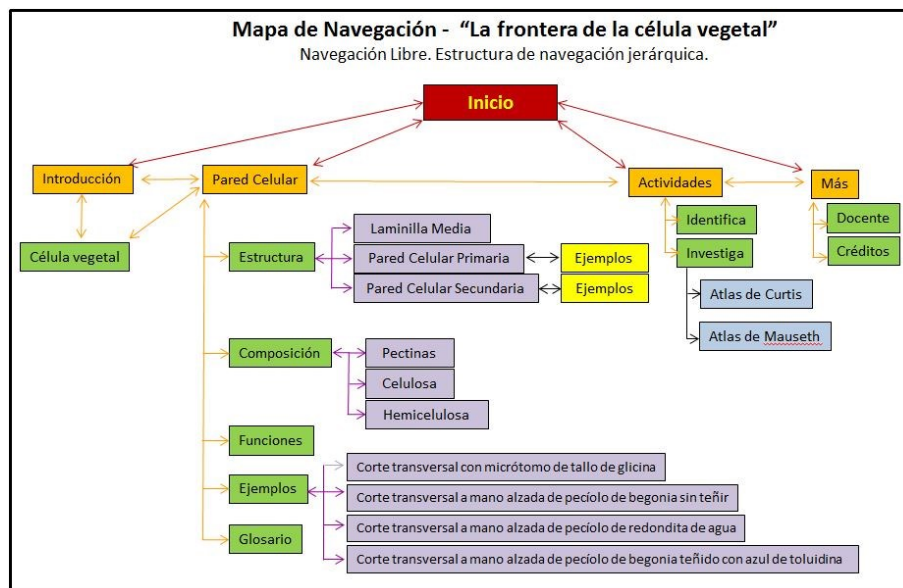


Figura 2: Captura de pantalla del mapa de navegación del sitio web *La frontera de la célula vegetal*.

En el sitio web se incorporan distintas herramientas, entre ellas se utiliza un *Voki* en la Introducción para invitar de una manera amigable, original y llamativa al estudiante a explorar el sitio (Figura 3). El *Voki* es un avatar animado, un personaje que se mueve y habla el texto que le introducimos. Se crea en forma gratuita en <http://www.voki.com/>. Con el *voki* se espera motivar al estudiante a ingresar al sitio, no para cumplir con una consigna sino para descubrir la propuesta del sitio.



Figura 3: Captura de pantalla de la página Introducción del sitio web *La frontera de la célula vegetal*.

En el menú principal, desplegando la ventana de **Pared celular** se accede a las distintas páginas principales que desarrollan los contenidos a aprender (figura 4). Estas páginas se denominan Estructura, Composición, Funciones, Ejemplos y Glosario.

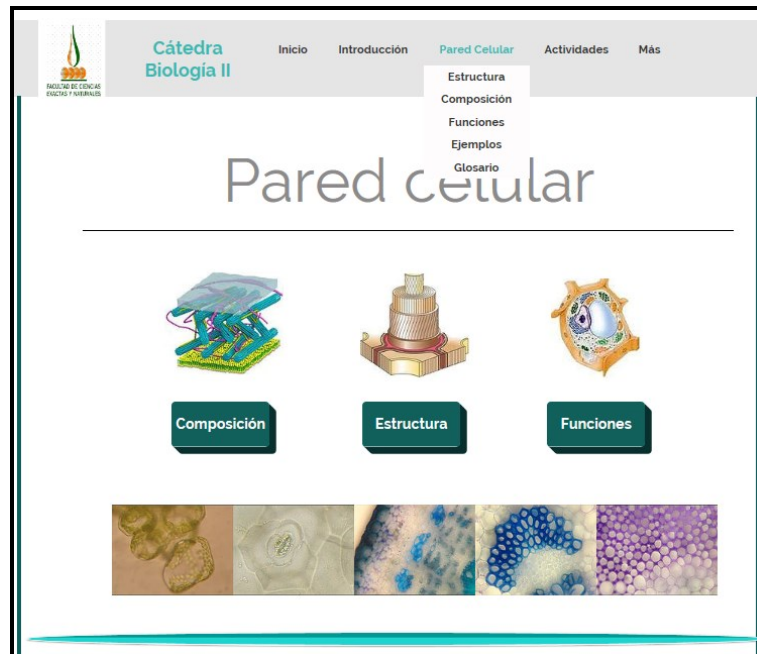


Figura 4: Captura de pantalla de la página Pared Celular del sitio web *La frontera de la célula vegetal*.

Los contenidos conceptuales en las distintas páginas del sitio web se exponen con oraciones claras y concisas acompañadas de imágenes estáticas y animadas que contribuyen a visualizar y comprender los conceptos y a dinamizar las páginas del sitio (Figura 5). Muchas de las fotografías incorporadas al sitio fueron tomadas por el docente con el fin de enriquecer el sitio con producciones originales y propias y de motivar a los estudiantes para que ellos también compartan sus producciones.

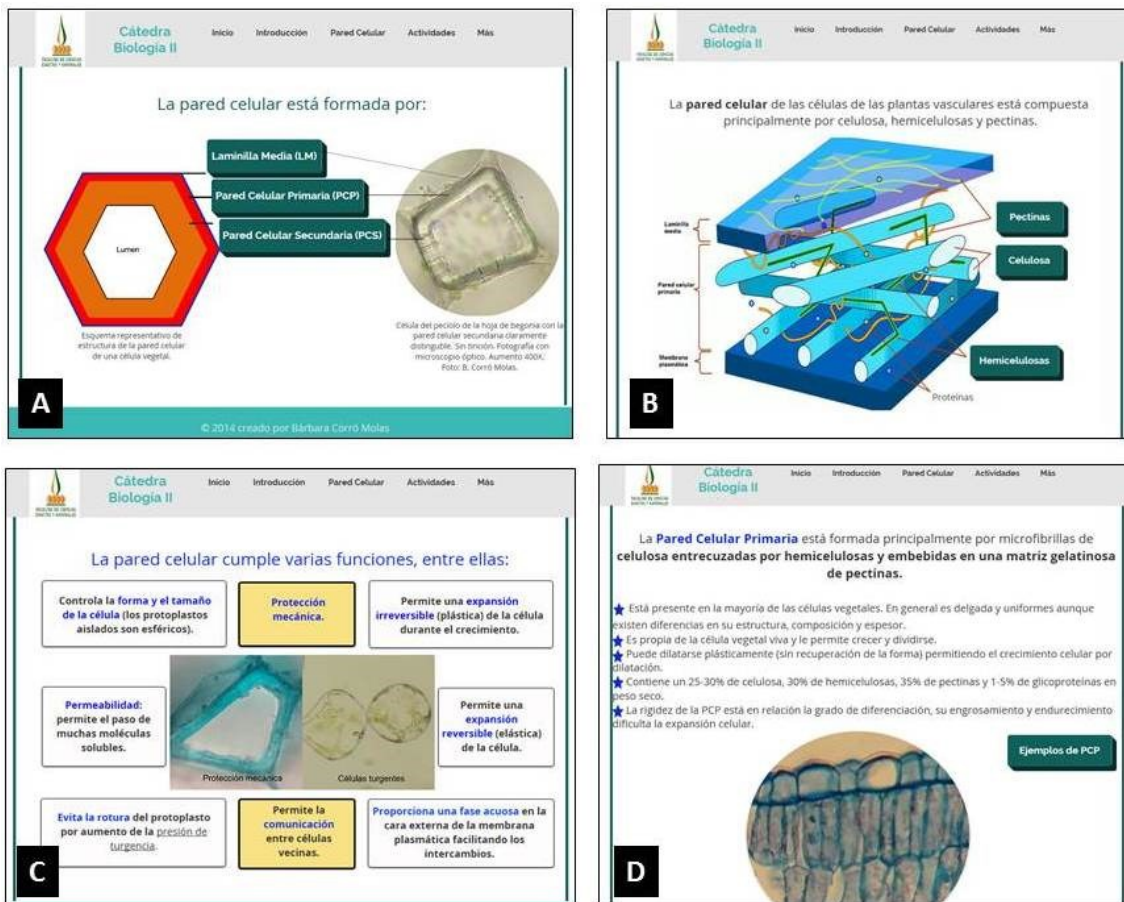


Figura 5: Capturas de pantalla de 4 páginas del sitio web *La frontera de la célula vegetal* donde se puede observar la composición entre texto e imágenes para desarrollar los contenidos conceptuales. **A.** Página donde se muestra la Estructura de la pared celular, **B.** Página donde se muestra la composición química de la pared celular, **C.** Página donde se expresan las funciones de la pared celular, **D.** Página donde se caracteriza a la pared celular primaria.

En la pantalla Estructura se presentan las partes de la pared celular (<http://bmcormolas5.wix.com/paredcelular#!estructura/c225n/>) (Figura 5 A). La pared celular está formada por la laminilla media (LM), la pared celular primaria (PCP) y la pared celular secundaria (PCS). En la pantalla Estructura, cada nombre de las partes de la pared celular se presenta como un botón que conduce a otra página dentro del sitio web. Así, el botón **Laminilla Media (LM)** conduce a una página donde se explican las características de la laminilla media. Los botones de **Pared Celular Primaria (PCP)** y **Pared Celular Primaria (PCS)** conducen a dos páginas que caracterizan a la PCP y la PCS respectivamente y donde el estudiante puede acceder a **Ejemplos de PCP** y **Ejemplos de PCS**. Los ejemplos

corresponden a fotografías microscópicas de células, en el primer caso con pared celular primaria y en el segundo, con pared celular secundaria (Figura 6). Mediante estos ejemplos se espera facilitar la identificación de la pared celular y el reconocimiento del tipo de pared, primaria y secundaria en cortes microscópicos. En cada fotografía se señala y rotula el tipo de pared celular con el objeto de que el estudiante se focalice y perciba las características particulares de la pared celular de una célula específica.



Figura 6: Capturas de pantalla de las páginas del sitio web *La frontera de la célula vegetal* con los ejemplos de células con pared celular primaria (PCP) en **A** y células con pared celular secundaria (PCS) en **B**. En el sitio web las imágenes son móviles.

En la pantalla Composición se grafican las partes de la pared celular con los compuestos químicos que las forman (Figura 5 B). Los tres componentes químicos principales de la pared celular se presentan como botones que conducen a 3 páginas externas al sitio web. Estos enlaces se utilizan para acercar al estudiante a los aspectos aplicados del estudio de los principales componentes químicos de la pared celular como la celulosa, las hemicelulosas y las pectinas. El enlace de la palabra **celulosa** (<http://www.eis.uva.es/~macromol/curso08-09/pls/utilidad2.htm>), conduce a la página de la Escuela de Ingenierías Industriales de la Universidad de Valladolid (España). Aquí los estudiantes encuentran la definición y descripción de las propiedades químicas de la celulosa, una breve mención de la utilización industrial de ese compuesto y la posibilidad de abrir un conjunto de ventanas que contienen

información sobre la extracción, utilidad y mercado de ese compuesto. El enlace externo ubicado en la palabra **pectinas** (http://www.botanical-online.com/aditivos_espesantesygelificantes_pectina.htm), conduce a la página del sitio Botánica online, un sitio web sobre el uso medicinal de las plantas. Aquí los estudiantes pueden apreciar en forma sencilla y breve la utilización de las pectinas como gelificantes en varios alimentos. Y por último, el enlace incorporado en la palabra **hemicelulosas** conduce al trabajo sobre las aplicaciones biotecnológicas de las hemicelulosas de Sousa *et al.* (2010) (<http://www.posgradoeinvestigacion.uadec.mx/Documentos/AQM/AQM4/Hemicelulosas%20Vegetales%20Sousa.pdf>).

En la pantalla Funciones se exponen las distintas funciones de la pared celular en recuadros definidos para facilitar la lectura y se incorporan imágenes en movimiento para dinamizar la página (Figura 5 C). Una de las funciones de la pared celular es resistir a la presión de turgencia. Para facilitar la comprensión de esta función se enlaza el término presión de turgencia a una página del sitio web donde se utiliza una animación para explicar el significado del término (Figura 7).



Figura 7: Captura de pantalla de la página del sitio web *La frontera de la célula vegetal* que explica la presión de turgencia.

En el menú principal, al desplegar la ventana de **Pared celular** aparece la página Ejemplos donde el estudiante puede acceder a 4 páginas con ejemplos de cortes histológicos de órganos vegetales (Figura 8). Los cortes histológicos corresponden a transcortes de tallo de glicina y pecíolo de las hojas de begonia y de redondita de agua (Figura 9). En cada página de los ejemplos se presenta una fotografía del corte microscópico con los tejidos y los tipos de paredes celulares señalados y con indicaciones sobre el colorante que se utilizó para destacar la pared celular. Estos ejemplos facilitan el reconocimiento de la diversidad de los tipos de paredes celulares en un corte anatómico y conducen a relacionar el tipo de pared con el tipo celular, el tejido y la posición y función del tejido en el órgano.

Cátedra Biología II Inicio Introducción Pared Celular Actividades Más

Cuando deseamos observar las células y tejidos de un órgano vegetal realizamos cortes microscópicos a mano alzada o con un aparato específico denominado micrótopo. Asimismo, para mejorar la observación podemos teñirlos con **colorantes**. Veamos algunos ejemplos:

Para comenzar, veremos dos **cortes microscópicos sin teñir** e intentaremos identificar el tipo de pared celular y su aspecto, así como si son paredes delgadas, gruesas, muy gruesas y si los engrosamientos son desiguales uniformes en el contorno celular.

1. Corte transversal con micrótopo de tallo de glicina
2. Corte transversal a mano alzada de pecíolo de begonia

Ahora veamos un corte microscópico teñido sólo con **safranina** e identifiquemos las paredes celulares:

3. Corte transversal a mano alzada de pecíolo de redondita de agua

Continuemos y veamos el corte a mano alzada de begonia coloreado con **con azul de toluidina:**

4. Corte transversal a mano alzada de pecíolo de begonia

Figura 8: Captura de pantalla de la página Ejemplos del sitio web *La frontera de la célula vegetal* con 4 ejemplos de cortes histológicos de órganos vegetales.

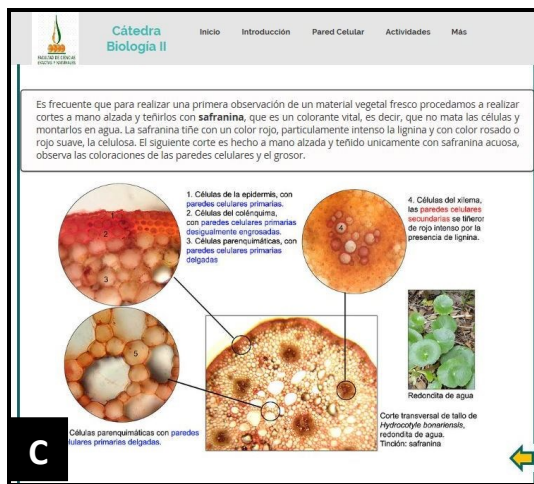
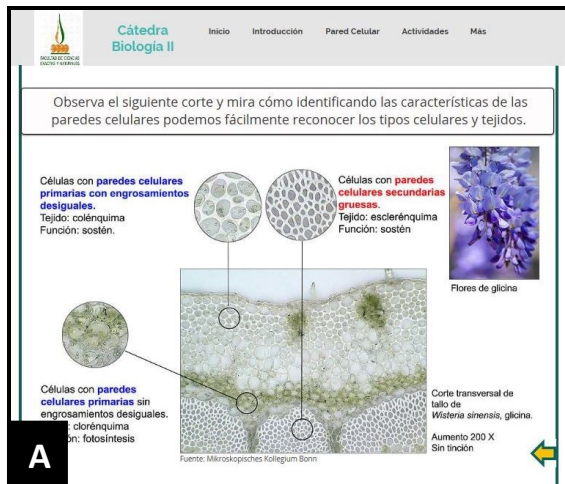


Figura 9: Capturas de pantalla de las páginas de los 4 ejemplos de cortes histológicos de órganos a las cuales se accede desde la página Ejemplos del sitio web *La frontera de la célula vegetal*.

El sitio web cuenta con un Glosario con los términos específicos utilizados en las distintas páginas (Figura 10).

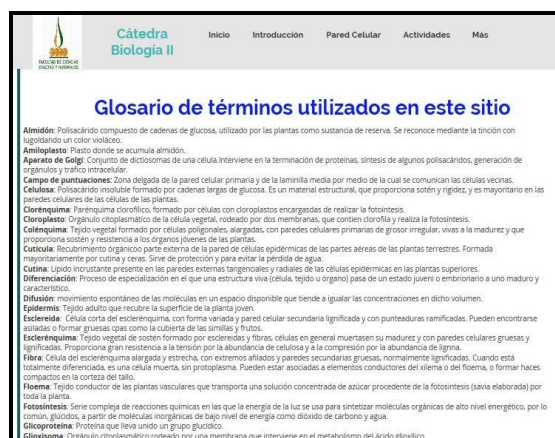


Figura 10: Captura de pantalla del Glosario del sitio web *La frontera de la célula vegetal*.

En la ventana desplegable denominada **Más** se accede a la página Docente (Figura 11) donde los estudiantes pueden comunicarse rápidamente con el docente mediante el correo electrónico y a la página Créditos (Figura 12) donde se encuentra el autor del sitio, los destinatarios, la bibliografía y las fuentes de donde se obtuvieron las fotografías.



Figura 11: Captura de pantalla de la página Docente del sitio web *La frontera de la célula vegetal*.



Figura 12: Captura de pantalla de la página Créditos del sitio web *La frontera de la célula vegetal*.

En el sitio se proponen dos actividades, la primera denominada IDENTIFICA, y la segunda, INTERPRETA. En la pantalla denominada Actividades del menú principal se

enumeran 4 elementos a tener en cuenta al momento de realizar las actividades propuestas (Figura 13).



Figura 13: Captura de pantalla de la página Actividades del sitio web *La frontera de la célula vegetal* mostrando cuatro aspectos a tener presente en el momento de hacer las actividades IDENTIFICA e INTERPRETA.

La página de la actividad IDENTIFICA presenta el objetivo de la actividad, los pasos a seguir para realizar la actividad y los criterios de la evaluación (Figura 14). Básicamente, la actividad consiste en visitar los dos Atlas Histológicos enlazados en los botones **Atlas de Curtis** y **Atlas de Mauseth**, elegir de uno de ellos una fotografía microscópica, identificar en la fotografía los tipos de paredes celulares y subir a la cuenta cerrada de Facebook de la cátedra la fotografía elegida acompañada de un comentario descriptivo elaborado por el estudiante. En la página se el enlace a la cuenta de Facebook.

Cátedra
Biología II

[Inicio](#)
[Introducción](#)
[Pared Celular](#)
[Actividades](#)
[Más](#)

Identifica

Objetivo: lograr identificar los tipos de paredes celulares (PCP y PCS) a partir de fotografías de cortes microscópicos y relacionar las características de la pared celular identificada con la función celular y tisular.

Inicio de la actividad: viernes 5 de septiembre
Finalización de la actividad: viernes 12 de septiembre

Paso 1 **Elige** una fotografía de una observación microscópica de células vegetales disponible en los siguientes sitios

Atlas de Curtis

Atlas de Mauseth

Paso 2 Presta atención al tipo de preparado, al tipo de corte y al órgano vegetal al cual corresponde la fotografía que elegiste.

Paso 3 **Identifica** las paredes celulares primarias (PCP) y secundarias (PCS) y relaciona el tipo de pared con la función de la célula.

Paso 4 Sube a la cuenta de [facebook](#) de la cátedra la foto con tus observaciones escritas. Puedes señalar en la foto las PCP y PCS. Indica a qué órgano vegetal corresponde la foto y de qué atlas la obtuviste.

En la evaluación se tendrán en cuenta:

- * la correcta identificación de las PCP y PCS en la fotografía y la relación tipo de pared-función celular.
- * el uso del vocabulario específico.

Figura 14: Captura de pantalla de la página de la actividad IDENTIFICA del sitio web *La frontera de la célula vegetal*.

La página de la actividad INTERPRETA presenta el objetivo de la actividad, las consignas y los criterios de evaluación (Figura 15). Básicamente en esta actividad se propone a los estudiantes que discutan las respuestas a dos preguntas en el foro implementado en la plataforma Moodle, en el espacio de la asignatura Biología II. Al finalizar el intercambio en el foro, el estudiante realiza una elaboración propia de síntesis en un documento de texto y enviar el trabajo al docente vía la plataforma Moodle.

The screenshot shows a Moodle activity page titled "Interpreta" under the "Cátedra Biología II" course. The page includes a navigation menu with "Inicio", "Introducción", "Pared Celular", "Actividades", and "Más". The activity details are as follows:

Objetivo: comprender el papel particular de cada uno de los componentes de la pared celular y la contribución global de la pared celular en la biología de las plantas.

Si observamos con el microscopio cortes transversales de tallos, hojas y raíces, a primera vista podemos advertir **variaciones en el grosor de las paredes celulares** y podemos identificar áreas definidas con paredes celulares con rasgos similares. Podríamos decir entonces que hay variación entre las paredes celulares pero esa variación sigue algunas reglas generales.

Preguntas:

- 1) ¿en qué radica esa variación y cuáles son esas reglas generales?
- 2) ¿cómo imaginás que sería una planta que tuviera su cuerpo formado por células con la misma pared celular? ¿qué ventajas y limitaciones tendría esa planta?

Tarea:

Discute las respuestas a estas preguntas en el **foro** implementado en el espacio de la cátedra en la plataforma Moodle. Luego, **en forma individual**, escribe cuáles consideras que son las reglas generales de la variación de las paredes celulares en un documento de texto y envíalo al docente en el espacio que dice: "entregar trabajo" en la plataforma.

Para la evaluación se tendrán en cuenta:

- * la participación en el foro con aportes que denoten reflexión y análisis
- * la utilización de vocabulario específico
- * la tarea entregada en word.

A yellow arrow icon is visible in the bottom right corner of the screenshot.

Figura 15: Captura de pantalla de la página de la actividad INTERPRETA del sitio web *La frontera de la célula vegetal*.

En el espacio virtual en la plataforma Moodle correspondiente a la asignatura Biología II se dispuso el enlace al sitio web *La frontera de la célula vegetal*, un archivo pdf con las consignas de las actividades IDENTIFICA e INTERPRETA y las especificación de las fechas de inicio y de finalización de las mismas, el foro de la actividad INTERPRETA y la encuesta los estudiantes. (Figura 16). La conexión entre el sitio web y la plataforma Moodle se realizó considerando que los estudiantes están familiarizados con esta plataforma.

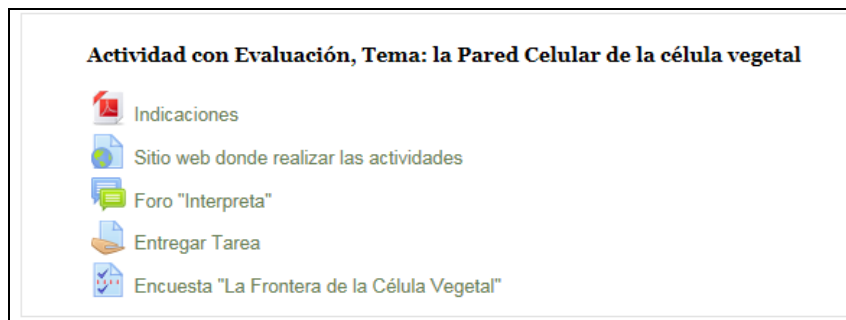


Figura 16: Captura de pantalla del módulo del espacio virtual de la asignatura Biología II en la plataforma Moodle donde se disponen algunas indicaciones para el estudiante.

Puesta a prueba y valoración del sitio web

El cumplimiento de las tareas señaladas en ambas actividades, IDENTIFICA e INTERPRETA, fue evaluado por el docente teniendo en cuenta las especificaciones indicadas en el sitio web. El estudiante conoció previamente qué elementos se tendrían en cuenta para la evaluación porque estaban especificados en el sitio web.

En referencia a la actividad IDENTIFICA, los 26 estudiantes subieron una fotografía en la cuenta de Facebook, la mayoría completando las indicaciones solicitadas. La cuenta funcionó para este fin desde el 7 al 25 de septiembre de 2014. Al estudiante que compartió una fotografía señalando correctamente los tipos de paredes celulares, el docente le realizó un comentario satisfactorio (Figura 17).

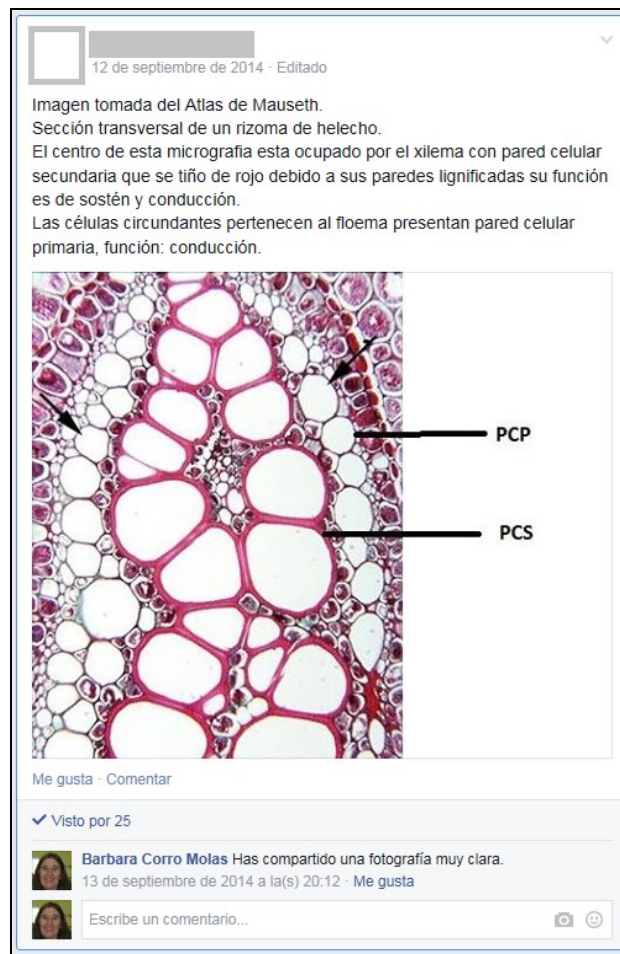


Figura 17: Captura de pantalla de la fotografía subida por un estudiante a la cuenta de Facebook de la asignatura Biología II respondiendo a la consigna de la actividad IDENTIFICA.

En el caso que fuera necesario rever la fotografía subida por algún estudiante, el docente realizó comentarios y le solicitó al estudiante revisar, rehacer y compartir nuevamente la fotografía (Figura 18). La revisión de la fotografía implicó una atención personalizada y se constituyó en un diálogo docente-estudiante.

7 de septiembre de 2014

Imagen obtenida de "Atlas de Curtis"
Células braquiesclereidas provenientes del fruto Pera.
Esclerenquima: células muertas con función de sostén.



Pear fruit brachysclereid cluster.

Me gusta · Comentar

✓ Visto por 25

 **Barbara Corro Molas** Hola [redacted], muy clara la diferencia entre las paredes. Qué función tendrán las células con pared celular primaria que señalas y son células vivas o muertas?
8 de septiembre de 2014 a la(s) 8:34 · Me gusta

 [redacted] Las células con pared celular primaria son células vivas que permanecerán en crecimiento constante hasta que desarrollen la pared celular secundaria, luego de esto la célula muere y da lugar a una célula muerta con paredes engrosadas que cumplirán la función de sostén.
9 de septiembre de 2014 a la(s) 17:54 · Me gusta

 **Barbara Corro Molas** Hola [redacted], esas células con PCP ya no crecerán más, ya alcanzaron su tamaño adulto. Entonces, si son células vivas, con PCP y están en la pera, ¿qué función cumplirán?
9 de septiembre de 2014 a la(s) 22:01 · Me gusta

 [redacted] Hola Barbara, cumplirán una función de almacenamiento
11 de septiembre de 2014 a la(s) 18:11 · Me gusta

 **Barbara Corro Molas** Muy bien [redacted]
13 de septiembre de 2014 a la(s) 20:23 · Me gusta

Figura 18: Captura de pantalla de la fotografía subida por un estudiante a la cuenta de Facebook de la asignatura Biología II respondiendo a la consigna de la actividad IDENTIFICA.

La propuesta de subir una fotografía en Facebook acompañada por un comentario del estudiante tuvo varios aspectos positivos. Además de la acción de buscar, elegir, modificar una fotografía, escribir un comentario sobre la fotografía le permitió al estudiante verificar si utilizó el vocabulario y la sintaxis adecuada para describir la fotografía elegida. Es muy frecuente que estudiantes de primer año encuentren dificultades en el momento de expresar en forma oral y escrita conceptos o descripciones utilizando términos específicos completamente nuevos para ellos, particularmente términos botánicos. En adición a esto, en varias ocasiones, el estudiante no se da cuenta de que incurre en un error de sintaxis cuando desea expresar un concepto o idea. Otro aspecto muy positivo fue utilizar en la primera actividad a realizar una herramienta muy utilizada y conocida por los estudiantes como lo es la red social Facebook. Esto quedó evidenciado en el hecho de que todos los estudiantes subieron fotografías. Utilizar esta red social contribuyó a para afianzar la comunicación e interacción con fines educativos entre los estudiantes teniendo en cuenta que son estudiantes de primer año.

En referencia a la actividad INTERPRETA, en el foro participaron, el docente y 24 de los 26 estudiantes destinatarios. En el foro ocurrieron 33 participaciones en total, 6 correspondieron al docente y 27 a los estudiantes. Participaron una vez en el foro 21 estudiantes y 3 lo hicieron dos veces.

A continuación se realiza un examen de la actuación del foro siguiendo las consideraciones desarrolladas en los trabajos de Constantino (2006).

Según Constantino (2006) se puede caracterizar el modo de participación en un foro como participación aditiva, directiva, interactiva, disruptiva y anómala. El autor describe el modo de participación aditiva a aquella contribución u opinión sobre el tópico del foro que no implicar un diálogo con las otras contribuciones. Y define a la participación interactiva cuando la contribución de un estudiante tiene un carácter de respuesta a una contribución

anterior o se apoya en otra para desarrollar lo propio, en ese caso ocurre un flujo discursivo. El modo de participación predominante en toda la actuación del foro Interpreta fue la participación aditiva, sin embargo en algunas participaciones, ocurre además una participación interactiva. Por ejemplo, la Participación 4 (Figura 19) es una contribución aditiva, el estudiante expresa su opinión respondiendo directamente a las consignas sin hacer referencia a los participantes 1 y 2.

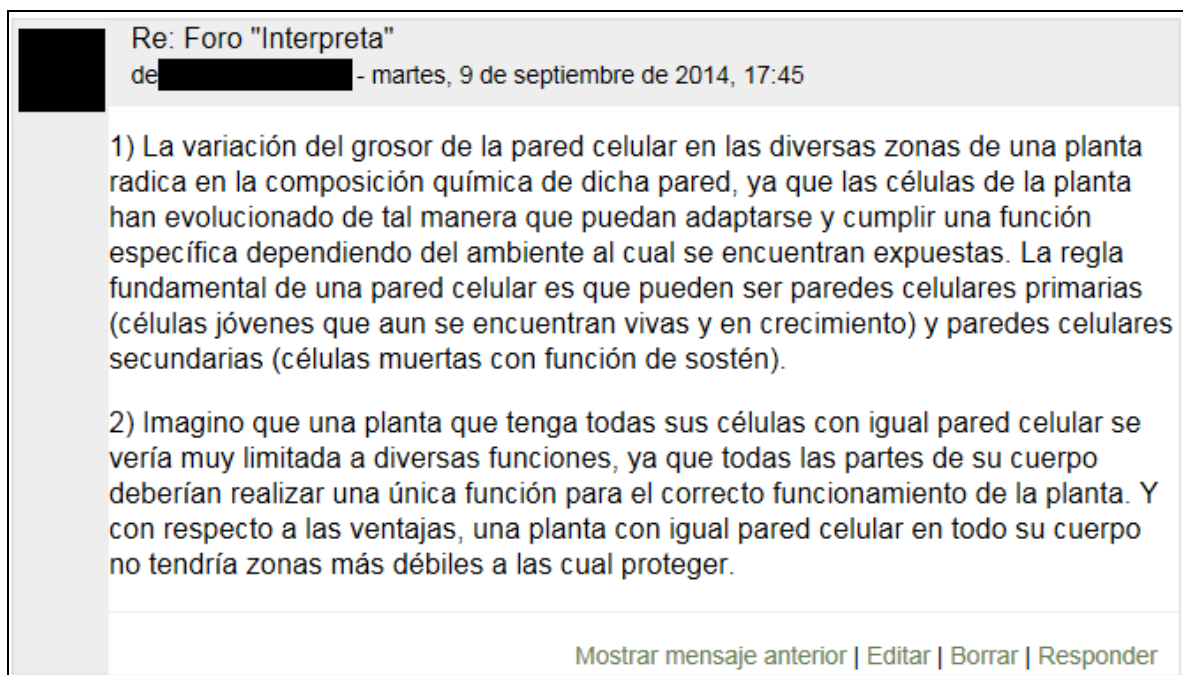


Figura 19: Captura de pantalla de la Participación número 4 en la actuación del foro INTERPRETA, correspondiente al estudiante 3.

El estudiante 7 es el único estudiante que en su contribución correspondiente a la Participación 13, hacer referencia a las otras contribuciones mediante la expresión “*Estoy de acuerdo con mis compañeros en que el engrosamiento de la pared depende de la función que cumpla la célula*”, continúa la oración agregando su propia elaboración diciendo “*por ejemplo, como no todas las células tienen función de soporte o relleno no todas necesitan la pared celular secundaria por lo que solo la desarrollan las que cumplen con esa función*” y finaliza la oración respondiendo a la pregunta que incorporó el docente en la Participación 11, “*asi podemos ver que no todas las células aunque ya esten totalmente madura presenten*

pared celular secundaria aunque todas presenten la primaria". Otro ejemplo de participación interactiva se verifica en la segunda contribución del estudiante 1, en la Participación 10. El estudiante 1 responde a los interrogantes planteados por el docente en la Participación 7 cuando escribe "La condición de ser una "célula adulta" no implica la necesidad de formar PCS, sólo aquellas células destinadas a formar PCS cuando maduren dejarán de crecer y depositarán las sucesivas capas para formar la PCS". En la misma participación realiza una contribución aditiva al definir dos tipos celulares, "Las células de los tejidos con función de sostén no siempre forman paredes secundarias: Células de colénquima: Presentan una gruesa PCP no lignificadas, caracterizadas por engrosamientos distribuidos de manera desigual, lo que proporciona al tejido gran resistencia a la tensión y elasticidad. Células de esclerénquima: son células con PCS y lignificadas. Son células muertas. Forman fibras y esclereidas".

Según lo expuesto, en el foro Interpreta predominan las contribuciones aditivas, especialmente desde la Participación 14 en adelante, y en las primeras participaciones se refleja la interacción pero en un nivel bajo. Constantino (2006) menciona que en este tipo de foros, donde los estudiantes responden en forma individual un par de preguntas, se da principalmente una participación aditiva.

La participación directiva definida por Constantino (2006) es aquella que tiende a fijar o reconducir el tópico del foro. Este tipo de participación la efectúa el docente en las Participaciones 7 y 8 en la medida que aclara algunos conceptos expresados confusamente en las contribuciones de los estudiantes e introduce nuevas preguntas para reorientar el foro. En la Participación 16 el docente realiza una aclaración sobre una temática que los estudiantes, en su condición de estudiantes de primer año, aún no han profundizado lo suficiente.

En las contribuciones de la Participaciones 14 en adelante, los estudiantes expresan opiniones que no reflejan un intercambio con las otras contribuciones, no hay discusión ni

diálogo. Ante esta situación, el docente, en la Participación 21 anima a los estudiantes a continuar participando de una manera más interactiva cuando escribe *“Hola, Muy bien la participación que están logrando!! Para enriquecernos aún más con los aportes que están compartiendo, sería interesante que entre ustedes intenten contestarse, intercambiar comentario sobre los aportes de unos y otros, lean lo que escriben sus compañeros y si tienen comentarios, escriban en el foro”*.

En la mayoría de las contribuciones de los estudiantes es evidente la disrupción existente entre lo que uno desea expresar y cómo lo expresa en forma escrita. Esa disrupción surge de errores en la sintaxis de la oración. Algunos ejemplos que se repiten con frecuencia son *“al hablar de composición me refiero a que las paredes primarias presentan células jóvenes, y las paredes secundarias presentan células maduras y muertas”, “La variación en el grosor de la pared celular radica según en la parte en que se encuentre y su función”, “Como regla general la pared celular primaria tiene células jóvenes y vivas que están en continuo crecimiento y en la pared celular secundaria las células muertas cumplen la función de sostén”*. En la Participación 21, el docente hace referencia a esas oraciones que por estar incorrectamente redactadas no reflejan adecuadamente lo que realmente desea expresar el estudiante y manifiesta que este tipo de actividades didácticas es una forma de aprender el uso correcto de la terminología específica. De esta manera, se esperó motivar al estudiante a hacer una revisión de su propia escritura.

Acorde a los modos de participación de Constantino (2006), a lo largo del desarrollo del foro, no ocurrió una participación anómala, es decir una contribución fuera de contexto y tampoco una participación disruptiva, o sea una contribución de los estudiantes que incorpore un nuevo tópico de discusión o cambie el tema de debate.

Ninguno de los estudiantes inició y finalizó su comentario saludando al resto pero siempre se mantuvo una actitud de respeto. La actitud participativa se reflejó en el hecho de

que todos los estudiantes, excepto un estudiante, hicieron al menos una contribución acorde a la consigna.

Para concluir con el análisis del foro, podemos decir que en general, este foro se caracterizó por la interacción entre el docente y los estudiantes más que por la interacción entre los estudiantes y que en cierta medida, logró la participación de todos los estudiantes en torno a un tema en común, logró que los estudiantes se enfocaran en un tema y reflexionaran sobre el mismo, logró que cada participante elabore una respuesta, la exprese textualmente y la comparta.

Luego de finalizada la instancia del foro, el siguiente paso para completar la Actividad INTERPRETA consistió en que cada estudiante, en función de la información expresada en el foro, escriba en un documento de texto su propia construcción respondiendo en tiempo y forma a la consigna enunciada en el sitio web.

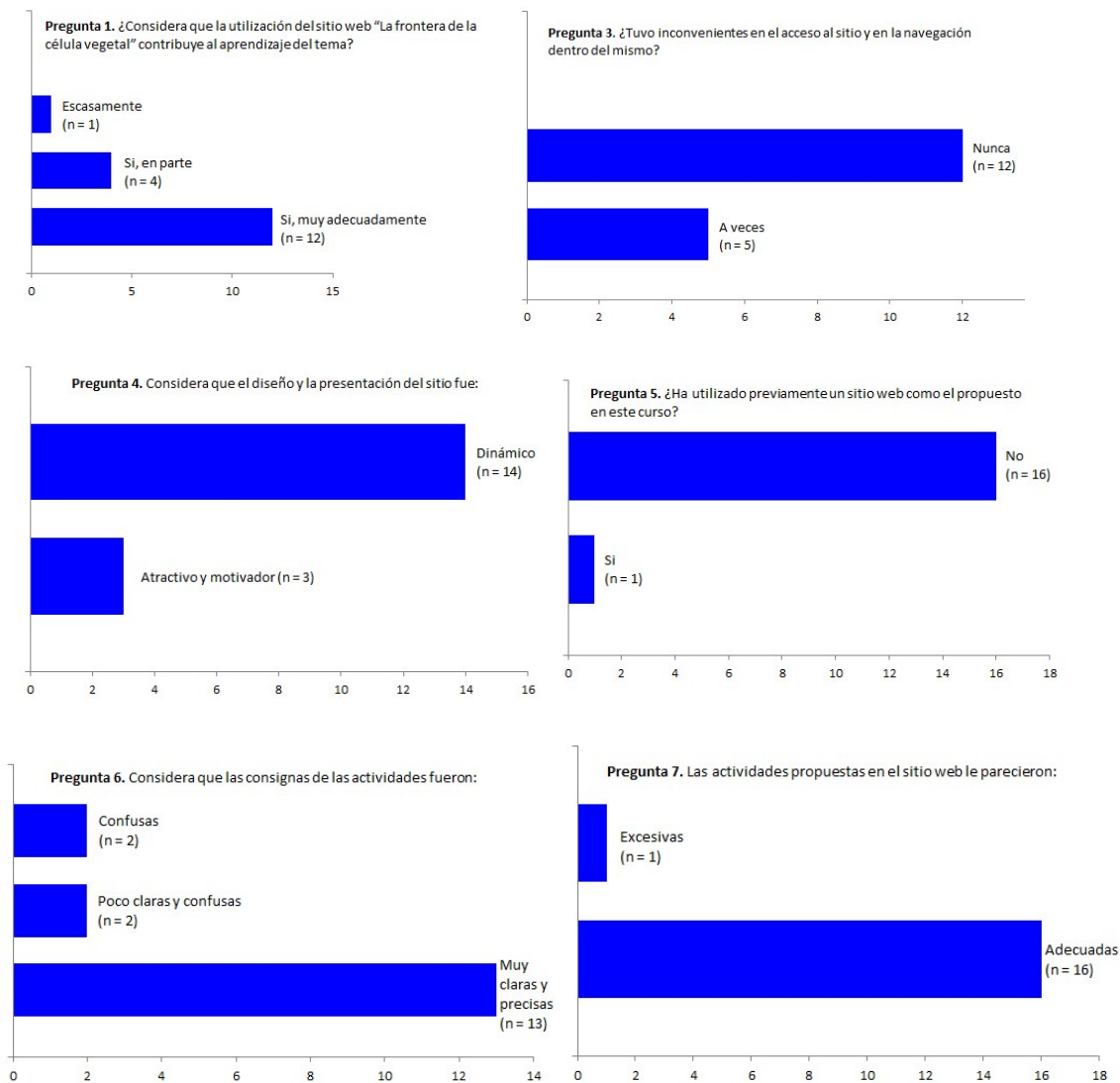
De los 26 estudiantes destinatarios, 25 entregaron en tiempo y forma la tarea en documento de texto y todos la aprobaron, algunos de ellos después de realizar las correcciones a las observaciones del docente.

El cumplimiento de esta actividad, a diferencia de lo que ocurrió con la actividad IDENTIFICA, contó con un 92% de participación. En el marco de la asignatura Biología II y previamente a la propuesta del presente sitio web, sólo se utilizó con los 26 estudiantes una vez un foro para debatir sobre un tema particular. Posiblemente, la escasa experiencia de los estudiantes en utilizar foros para debates, para expresar un pensamiento u opinión pudo ser uno de los factores que incidieron en el grado de participación obtenida en el presente trabajo.

En la puesta a prueba de las actividades IDENTIFICA e INTERPRETA y acorde a Area Moreira (2005), fue relevante desde el punto de vista pedagógico, la cumplimentación por parte de los estudiantes de las tareas establecidas y tutorizadas por el docente. Esto permitió

que a través del análisis y el seguimiento de la participación de cada estudiante, el docente pudiera evaluar priorizando cómo actuó el estudiante en su proceso de aprendizaje.

La valoración del sitio web se realizó mediante una encuesta anónima y optativa a los estudiantes implementada en la plataforma Moodle. Los resultados de la encuesta se obtuvieron directamente de la plataforma Moodle. De los 26 estudiantes, 17 respondieron la encuesta lo cual corresponde al 65%. Los resultados de la encuesta se presentan en las Figura 20 y la Tabla 3.



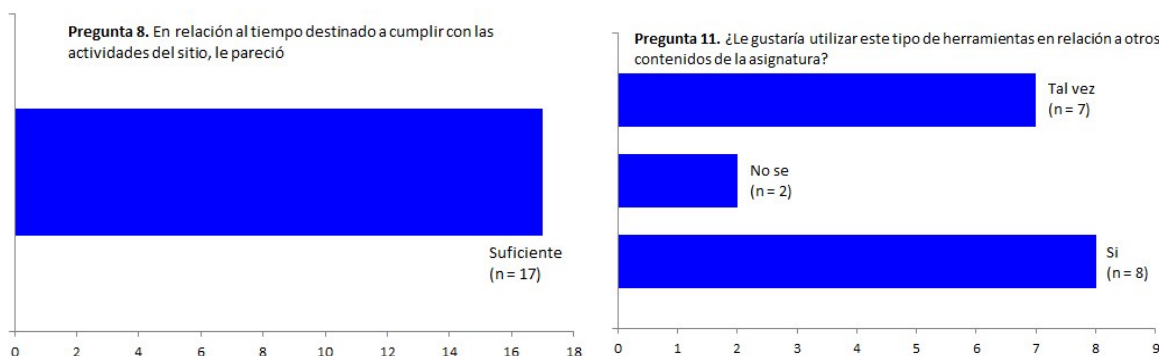


Figura 20: Gráficos con las respuestas de las preguntas 1, 3 a 8 y 11. Entre paréntesis se indica la cantidad de encuestas con esa respuesta. El número total de respuestas es 17.

Pregunta 2. ¿Cómo considera Ud. que el sitio web contribuyó a su aprendizaje del tema propuesto?	
n°	Respuesta
1	Creo que esta clase de ejercicios me ayudo a entender adecuadamente el tema dado, las imagenes y graficos me fueron de mucha utilidad
1	A traves del sitio web, pude entender como poder diferenciar las partes de la celula vegetal (PCP,PSC..)
1	el sitio contribuyo al aprendizaje. pero se me complico utilizarlo porque nunca antes habia trabajo en algo parecido.
1	Creo que me ayudo porque la información era muy practica y a demás aprendí a usar un poco mas las distintas páginas.
1	Particularmente creo que el sitio web permitió una forma diferente de aprender y mejor tal vez que una evaluación normal, debido a que el mismo propuso que cada uno busque información, analice y se interiorice en el tema para poder responder a las actividades. Muchas veces suele ocurrir que al rendir un examen, uno tiene un concepto erróneo sobre "X" y pueda terminar no entendiendo qué era lo correcto. Gracias a la implementación del foro, al intercambiar ideas, uno puede corregirse y llegar a la verdadera respuesta.
1	Era claro y precisó lo que permitía que fuera facil entender el tema del que trataba ademas era de fácil manejo y muy llamativo para ayudar a recordar las cosas. Me pareció muy util.
1	Me ayudo a reconocer los diferentes tejidos vegetales
1	Considero que es muy útil ya que a partir de este tipo de herramienta, es posible ver los errores que tenemos, por lo tanto mejora nuestro aprendizaje de una manera interactiva.
1	Me ayudo para practicar sobre el tema
1	Es una nueva forma de aprender que a mi parecer nos permite aprender, de igual manera o incluso mejor manera que los metodos convencionales
1	Proporcionó un repaso al tema trabajado en clase y leído de las fuentes bibliográficas, ayudando a enfocarnos para hacer el trabajo propuesto.
1	concidero que ha contribuido en mi aprendizaje ya que ayuda a organizar las ideas.(Teniendo el teórico y materiales bibliográficos lo puedo profundizar mucho más)
1	el sitio web dio una explicacion de manera animada, considero que haber hecho las actividades no hizo aprestar mas atencion en los temas.
1	considero que contribuyo a mi aprendizaje como una menera de asociar y relacionar los temas propuestos.
1	No fue, particularmente de mucha ayuda. por cuestiones de mis formas de aprendizaje
1	Si. Fue una manera de poder relacionar los conocimientos aprendidos con una actividad

	bien
Pregunta 9. Valoración general del sitio	
n°	Respuesta
1	Me parece muy bueno este espacio.! ya que podemos debatir entre compañeros muchas veces las distintas dudas que tengas de un tema.
1	Muy bueno, ya que es otra manera para aprender
1	es adecuado
1	Me parecio muy practico y dinamico.
1	Considero que fue muy apropiado.
1	Muy bueno
1	Me gusto mucho la idea de realizar actividades en un sitio web
1	Al sitio web o considero dinamico y util, ya que uno puede trabajar desde nuestra casa.
1	Muy bien
1	Bueno
1	Fácil de manejarse dentro del sitio para acceder a las distintas pestañas, además de colorido por las imágenes en cada una de ellas.
1	El sitio wed es útil ya que dispone de información. Es fácil de usar porque está todo muy claro. La imágenes son muy lindas.
1	muy bueno!
1	me parecio bueno
2	8
1	Fue una manera diferente y que no habia usado antes
Pregunta 10. Sugerencias u opiniones	
n°	Respuesta
1	No tengo ninguna sugerencia u opinion
1	En mi caso es la primera vez que realizo una actividad de este tipo, me parecio bien ya que tenia problemas a la hora de diferenciar lo que observaba en microscopio y de este modo pude entender mejor con los ejemplos de la pagina web
2	ninguna
1	No tengo ninguna sugerencia.
1	Me pareció una buena idea implementar este tipo de actividades.
1	Realmente ninguna sugerencia no tuve problemas con el sitio.
1	Que posea mas imagenes para observar
1	En mi opinion considero que me seria mas util tener en una sola pagina todas las actividades, ya que al tener que realizar en varios sitios web, me pierdo en la realizacion de las tareas. Es decir que estaria muy bueno si pudieramos tener todos en uno.
1	Ninguna
1	-
1	No tengo nada para sugerirle. Mi opción es que me gusta el diseño del sitio web, esto lo hace práctico y muy fácil de usar.
1	haber echo esta actividad fue otra manera de aprender ... no fue tan tradicional y comun.
1	Deberia ser mas explicativo.
1	creo que seria conveniente, mas didacticorealizar mas practicos en papel (fotocopia)9 a entregar personalmente mas que virtuales.
1	No tengo ninguna sugerencia

Tabla 3: Transcripción de las respuestas de las Preguntas 2, 9 y 10 de la Encuesta.

A modo de síntesis, de la encuesta se extrae que la mayoría de los estudiantes encuestados no habían utilizado previamente sitios web como parte de un proceso de enseñanza y de aprendizaje. A pesar de esto, el sitio web *La frontera de la célula vegetal* en

general, resultó dinámico más que atractivo y motivador. Las actividades presentadas fueron acordes a la propuesta de enseñanza y aprendizaje, estuvieron adecuadamente indicadas y el tiempo dispuesto para su realización fue el necesario. El acceso al sitio mayoritariamente no tuvo inconvenientes.

En referencia a si el sitio web contribuyó o no al aprendizaje, el 94% estudiantes respondieron que de alguna manera el sitio web los ayudó. A continuación se transcriben tres respuestas:

“A través del sitio web, pude entender como poder diferenciar las partes de la célula vegetal (PCP, PCS,..)”

“Particularmente creo que el sitio web permitió una forma diferente de aprender y mejor tal vez que una evaluación normal, debido a que el mismo propuso que cada uno busque información, analice y se interiorice en el tema para poder responder a las actividades. Muchas veces suele ocurrir que al rendir un examen, uno tiene un concepto erróneo sobre "X" y pueda terminar no entendiendo qué era lo correcto. Gracias a la implementación del foro, al intercambiar ideas, uno puede corregirse y llegar a la verdadera respuesta.”

“Es una nueva forma de aprender que a mi parecer nos permite aprender, de igual manera o incluso mejor manera que los métodos convencionales.”

Asimismo, un estudiante expresó en relación al sitio web, *“No fue, particularmente de mucha ayuda. por cuestiones de mis formas de aprendizaje-“*. Este comentario señala que no todos los estudiantes tienen la misma actitud frente a innovaciones en el proceso de enseñanza y de aprendizaje y motiva al docente a estar atento a las particularidades individuales a fin de lograr la integración de todos los estudiantes en el proceso educativo. Acorde a Onrubia (2005), es necesario que el docente en el entorno virtual de enseñanza y aprendizaje dé al estudiante ayuda, soporte y apoyo de carácter diverso, los cuales van cambiando a lo largo del proceso de enseñanza y aprendizaje.

La valoración general del sitio web por parte de los estudiantes varió desde buena a muy buena. La mayoría de los estudiantes que hicieron la encuesta expresaron que no tienen sugerencias, otros manifestaron *“Que posea más imágenes para observar”* y *“Debería ser más explicativo”*.

CONCLUSIONES

El sitio web *La frontera de la célula vegetal* es una herramienta multimedia adecuada en cuanto a contenidos y diseño gráfico a los destinatarios, estudiantes de primer año de Carreras en Ciencias Biológicas de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de La Pampa. Presenta una interfaz dinámica, atractiva y la navegación es intuitiva y sencilla. El modelo educativo que subyace es una combinación del constructivismo, socio-constructivismo y cognitivismo. En este caso, la utilización del sitio permitió promover la autonomía del estudiante, la autogestión de su proceso de aprendizaje y la interacción e intercambio de pensamientos y comentarios entre estudiantes. A su vez, permitió la comunicación entre el docente y el estudiante de manera que el docente puede realizar un seguimiento continuado del proceso de aprendizaje del estudiante.

Por lo expuesto, el sitio web *La frontera de la célula vegetal* se constituye en una herramienta educativa multimedia innovadora que enriquece la enseñanza y el aprendizaje de un tema específico de Morfología Vegetal, la pared celular de la célula vegetal, al integrarse a la tradicional modalidad presencial de enseñanza en el nivel universitario.

BIBLIOGRAFÍA

- Alonso Peña, J. R.** (2011). *Manual de Histología Vegetal*. Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa.
- Anijovich, R. y Mora, S.** (2010). *Estrategias de enseñanza. Otra mirada al quehacer en el aula*. Buenos Aires, Argentina: Aique Grupo Editor.
- Aparici, R.** (2011). Principios pedagógicos y comunicacionales de la web 2.0. *Rev. Digital La educ@ción*. N° 145. Portal Educativo de las Américas – Departamento de Desarrollo Humano, Educación y Cultura. OEA. Disponible en: http://www.educoas.org/portal/La_Educacion_Digital/laeducacion_145/articles/Roberto_Aparici.pdf. [Consulta: 15/05/2014].
- Aparici, R. y Silva, M.** (2012). Pedagogía de la interactividad. *Comunicar. Rev. Científica de Educomunicación*. XIX (38), 51 -58.
- Area Moreira, M.** (2005). Internet en la docencia universitaria. Webs docentes y Aulas Virtuales. Guía Didáctica. Islas Canarias, España: Universidad de La Laguna. Disponible en: https://www.um.es/c/document_library/get_file?uuid=eaca8858-516f-4718-ab1b-76a4f057bc65&groupId=316845. [Consulta: 05/05/2014].
- Beltrán Llera, J.** (2002). Procesos, Estrategias y técnicas de Aprendizaje. Madrid: Ed. Síntesis. Disponible en: <http://204.153.24.32/materias/PDCA/idca/materiales/>. [Consulta: 05/05/2014].
- Beltrán Llera, J.** (2003). Estrategias de Aprendizaje. *Revista de Educación* 332: 55-73. Madrid.

- Belloch, C.** (2012). Entornos virtuales de aprendizaje. Unidad de tecnología Educativa. Universidad de Valencia, España. Disponible en: <http://www.uv.es/bellohc/pedagogia/EVA3.pdf>. [Consulta: 15/05/2014].
- Campos Céspedes J., Brenes Matarrita, O. L. y Solano Castro, A.** (2010). Competencias del docente de educación superior en línea. *Rev. Actualidades Investigativas en Educación*, 10 (3), 1-19. Disponible en: <http://revista.inie.ucr.ac.cr/ediciones/controlador/Article/accion/show/articulo/competencias-del-docente-de-educacion-superior-en-linea.html>. [Consulta: 15/05/2014].
- Cobo, C. y Moravec, J. W.** (2011). Introducción al aprendizaje invisible: la (r) evolución fuera del aula. Capítulo 0. En Ediciones de la Universidad de Barcelona, *Aprendizaje invisible. Hacia una nueva ecología de la educación*. (pp. 17–46). Colección Transmedia XXI. Laboratorio de Mitjans Interactius / Publicacions. Disponible en: <http://www.aprendizajeinvisible.com/download/AprendizajeInvisible.pdf>. [Consulta: 14/05/2014]
- Conectar Igualdad.** (2011). Entrevista a Nicholas Burbules. En S. Gvirtz y C. Necuzzi (Comp.), *Educación y tecnologías. Las voces de los expertos* (pp. 21-26). CABA: ANSES. Disponible en: <http://www.oei.es/conectarigualdad.pdf>. [Consulta: 15/05/2014].
- Constantino, G. D.** (2006). Discurso Didáctico Electrónico: los modos de interacción discursiva en el aula virtual en contraste con el aula presencial. *Linguagem em (Dis)curso – LemD, Tubarao*, 6 (2), 241-67.
- Constantino, G. D.** (2010). El Análisis del Discurso Didáctico en entornos presenciales y virtuales: claves conceptuales para la construcción compartida del conocimiento y la enseñanza multimedia. En V. M. Castel y L. Cubo de Severino (Eds.), *La renovación*

de la palabra en el bicentenario de la Argentina. Los colores de la mirada lingüística.

Mendoza: Editorial FFyL, UNCuyo.

Chan Núñez, M. E. (2005). Competencias mediacionales para la educación en línea. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 7 (2): 1 - 21. [En línea]. Disponible en: <http://redie.uabc.mx/vol7no2/contenido-chan.html>. [Consulta: 15/05/2014].

Dimitri, M. J. y Orfila, E. N. (2008). *Tratado de Morfología y Sistemática Vegetal*. Buenos Aires, Argentina: Acme Agency.

Esau, K. (1977). *Anatomía de las Plantas con semilla*. Buenos Aires, Argentina: Hemisferio Sur.

Evert, R. F. (2008). *Esau. Anatomía Vegetal* (3ª Ed.) España: Omega.

Fernández Pampillón Cesteros, A. (2009). Las plataformas e-learning para la enseñanza y el aprendizaje universitario en Internet. En *Las plataformas de aprendizaje. Del mito a la realidad* (pp. 45-73). Madrid: Biblioteca Nueva. Disponible en: http://eprints.ucm.es/10682/1/capituloE_learning.pdf. [Consulta: 15/05/2014].

Kaplún, M. (1998). *Una Pedagogía de la Comunicación*. Madrid, España: Ediciones de la Torre. [En línea]. Disponible en: <http://es.calameo.com/read/000011423a0d9198eebd7>. [Consulta: 15/05/2014].

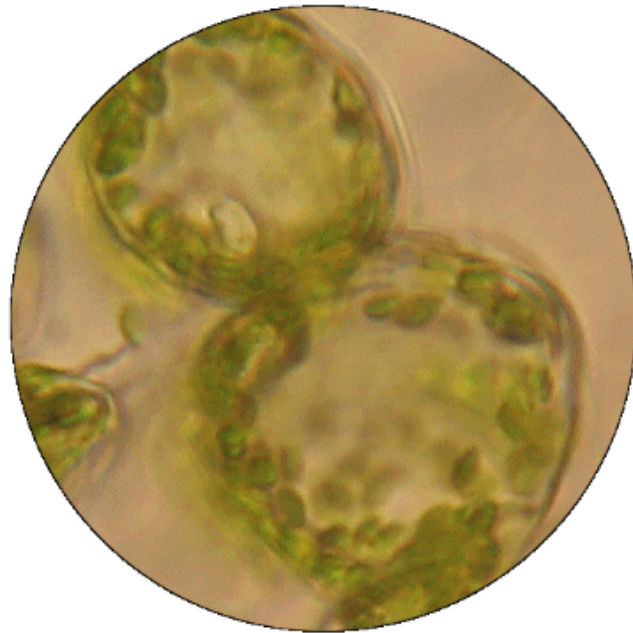
Moodle. <https://moodle.org/>

Onrubia, J. (2005). Aprender y enseñar en entornos virtuales: actividad conjunta, ayuda pedagógica y construcción del conocimiento. *Rev. de Educación a Distancia. Número monográfico II*, 1-16. Disponible en: http://www.um.es/ead/red/M2/conferencia_onrubia.pdf?div_locati. [Consulta: 15/05/2014].

- Plaza, V.** (2012). Introducción las teorías del aprendizaje ¿cómo aprendemos?. Disponible en: <http://www.unc.edu.ar/extencion-unc/vinculacion/solidaridad/convocatoria-a-estudiantes-2012/segundo-taller-de-formacion-2012/Introduccion%20a%20las%20teorias%20del%20aprendizaje%20bfcomo%20aprendemos%20%20Veronica%20Plaza.pdf/>. [Consulta: 15/05/2014].
- Prendes Espinosa, M. P.** (1995). ¿Imagen didáctica o uso didáctico de la imagen? *Enseñanza* 13, 199-220.
- Quiróz, M. T.** (2003). Por una educación que integre el pensar y el sentir. El papel de las Tecnologías de la Información y la Comunicación. *Rev. Pensar Iberoamérica*3. Disponible en: <http://www.oei.es/pensariberoamerica/ric03a03.htm>. [Consulta: 15/05/2014].
- Rodríguez Illera, J. L.** (2004). Aprendizajes, herramientas y entornos. En Ed. Homo Sapiens. *El aprendizaje virtual. Enseñar y aprender en la era digital* (pp. 27-62). Argentina.
- Salinas, J.** (1996, mayo). *Multimedia en los procesos de enseñanza – aprendizaje: Elementos de discusión*. Ponencia en el encuentro de Computación Educativa. Santiago de Chile. Disponible en: <http://edutec.rediris.es/documentos/1996/multimedia.html>. [Consulta: 15/05/2014].
- Salinas, M. I.** (2011). Entornos virtuales de aprendizaje en la escuela: tipos, modelo didáctico y rol del docente. [En línea]. Disponible en: http://www.uca.edu.ar/uca/common/grupo82/files/educacion-EVA-en-la-escuela_web-Depto.pdf. [Consulta: 15/05/2014].

Severín, E. y Capota, C. (2012). Enseñar con tecnología. En M. Cabrol y M. Székely (Eds.), *Educación para la transformación* (pp. 245-278). Banco Interamericano de Desarrollo. Disponible en: http://dl.dropboxusercontent.com/u/3118867/Educaci%C3%B3n_para_la_transformaci%C3%B3n.pdf. [Consulta: 15/05/2014].

Sousa, F. D., Martínez-Ávila, G. C. G., Oliveira Monteiro-Moreira A. C., Aguilar, C. N. y Azevedo Moreira, R. (2010). Perspectivas biotecnológicas de hemicelulosas vegetales. *Revista Científica de la Universidad Autónoma de Coahuila*, 2 (4), 1-7. Disponible en: <http://www.posgradoeinvestigacion.uadec.mx/Documentos/AQM/AQM4/Hemicelulosas%20Vegetales%20Sousa.pdf>. [Consulta: 15/05/2014].



La frontera de la célula vegetal



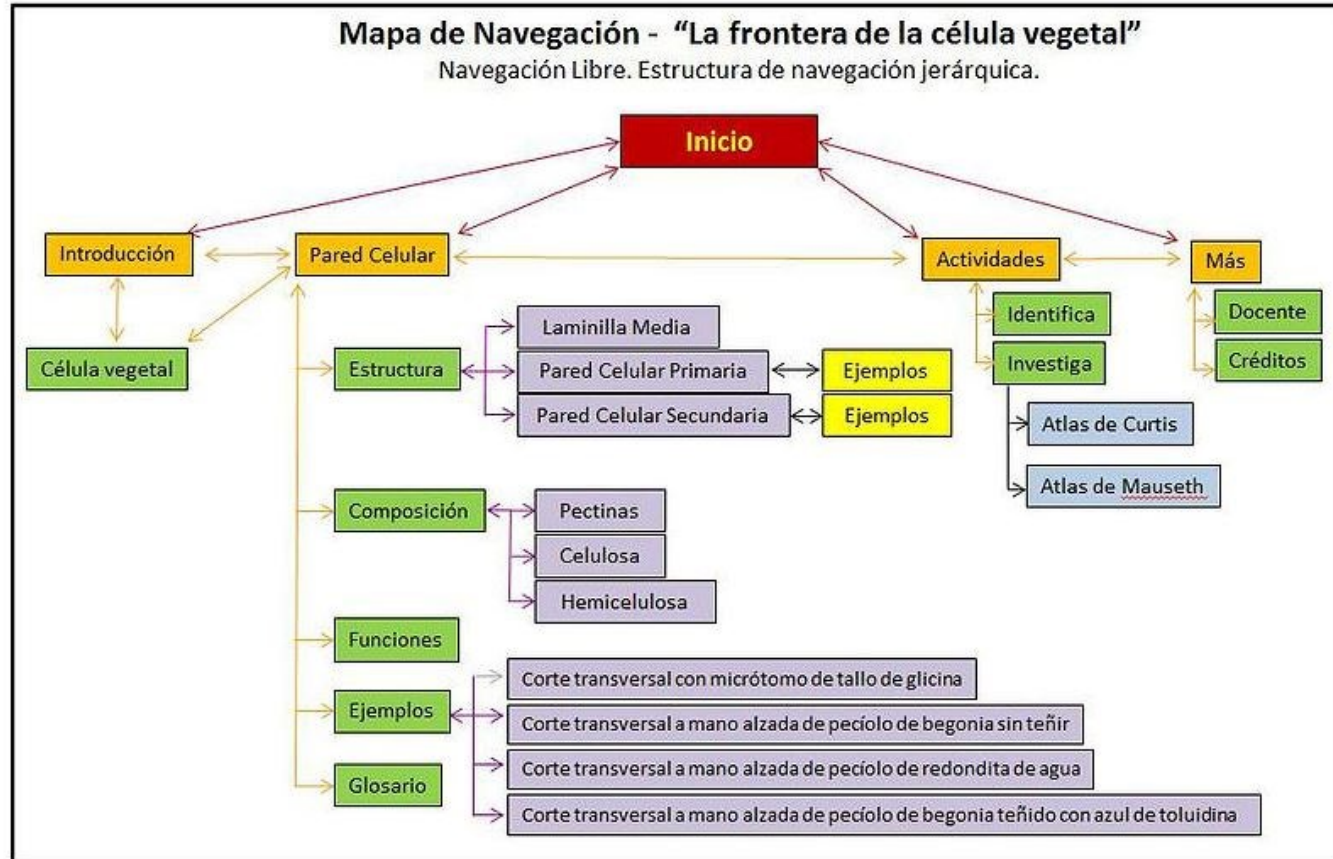
Introducción



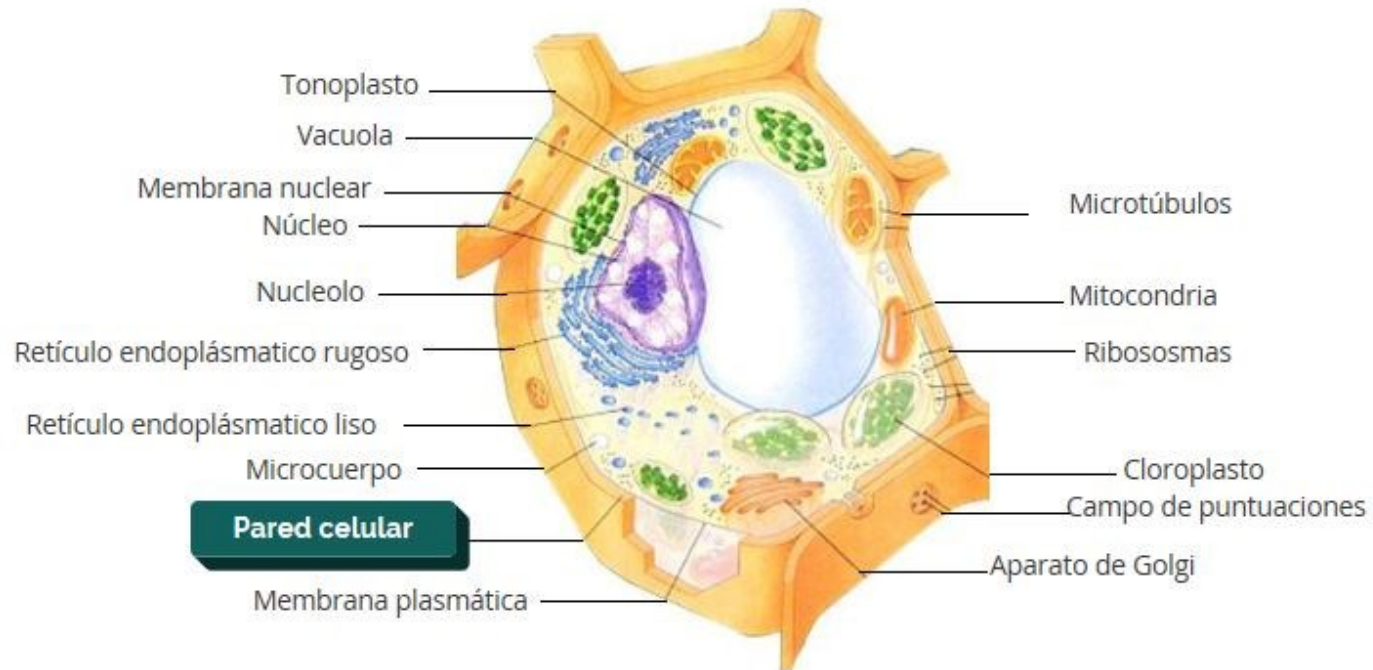
Pared Celular



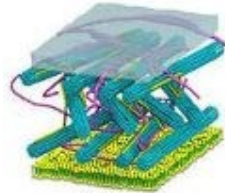
Contacto



La célula vegetal



Pared celular



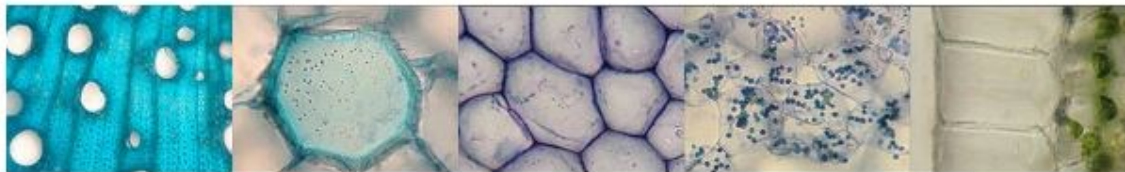
Composición



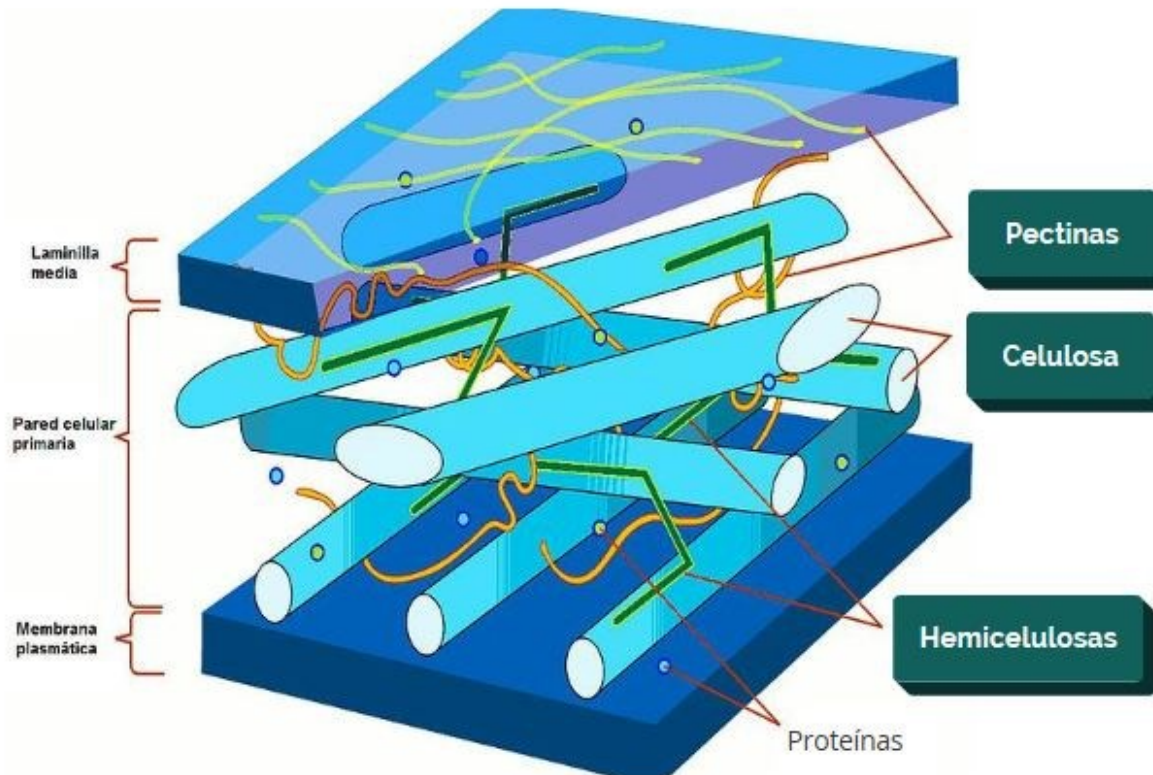
Estructura



Funciones



La **pared celular** de las células de las plantas vasculares está compuesta principalmente por celulosa, hemicelulosas y pectinas.



Pectinas

Celulosa

PECTINA

E-440

Espesantes pectina E-440

Aditivos Espesantes y gelificantes

Qué son los aditivos alimentarios

Toxicidad de los aditivos alimentarios

Etiquetado de los aditivos alimentarios

¿Qué es la Pectina?

Los Aditivos Alimentarios

Sabores en Polvo para Todo Tipo de Alimentos.
Llamanos Ahora!



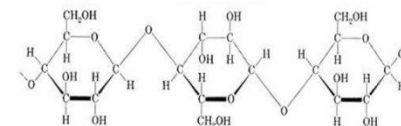
CELULOSA

Creacion	Tipos	Utilidad	Materias primas	Proceso de produccion	Fases de produccion	Procesos de produccion de la pulpa mecanica
----------	-------	----------	-----------------	-----------------------	---------------------	---

Definicion

La Celulosa es la principal componente de las paredes celulares de los árboles y otras plantas. Es una fibra vegetal que al ser observada en el microscopio e según el tipo de árbol o planta. Las fibras de algodón, por ejemplo, tienen una longitud de 20-25 mm, las de Pino 2-3 mm, y las de Eucalipto 0,6-0,8 mm. De igual o planta que se considere.

Desde el punto de vista bioquímico, la celulosa (C₆H₁₀O₅)_n con un valor mínimo de n = 200, es un polímero natural, constituido por una larga cadena de carbo por la unión de moléculas de β-glucosa a través de enlaces β-1,4-glucosídico, lo que hace que sea insoluble en agua. La celulosa tiene una estructura lineal o fibr entre los grupos hidroxilo de distintas cadenas yuxtapuestas de glucosa, haciéndolas muy resistentes e insolubles al agua. De esta manera, se originan fibras vegetales, dándoles así la necesaria rigidez.



Hemicelulosas

AQM Acta
Química
Mexicana

2010 Volumen 2, No. 4

Revista Científica de la Universidad Autónoma de Coahuila

PERSPECTIVAS BIOTECNOLÓGICAS DE HEMICELULOSAS VEGETALES

^{1,3}Felipe D. Sousa, ²Guillermo Cristian G. Martínez-Ávila, ³Ana Cristina de Oliveira Monteiro-Moreira,
Cristóbal Noe Aguilar y ³Renato Azevedo Moreira*

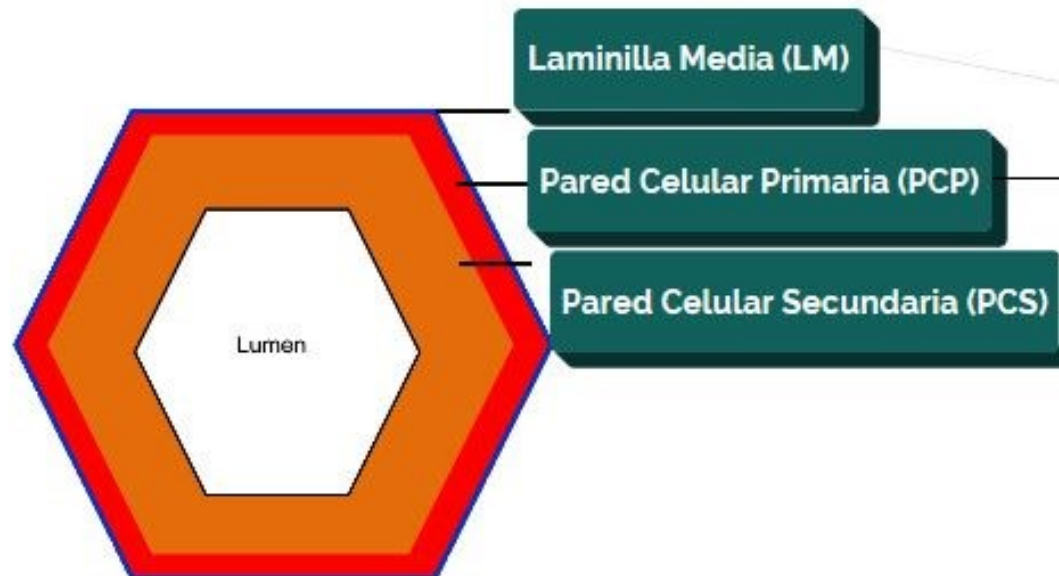
¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Av. Treze de Maio, 2081 – Benfica,
CEP: 60040-531 Fortaleza, Ceará, Brasil.

² Departamento de Investigación en Alimentos, Universidad Autónoma de Coahuila, Universidad
Autónoma de Coahuila, Blvd. Venustiano Carranza S/N Col. República Oriente, 25280, Saltillo,
Coahuila, México.

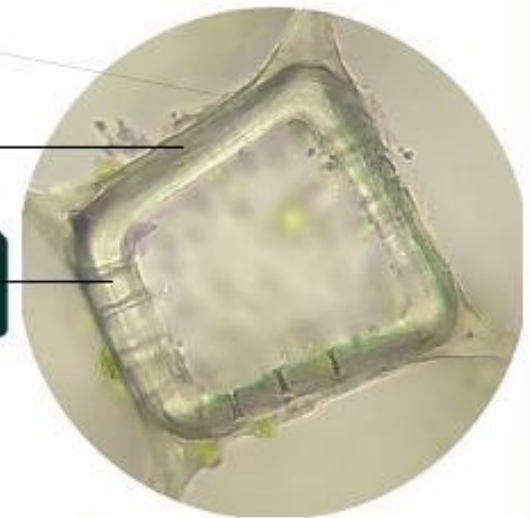
³ Curso de Farmácia, Centro de Ciências da Saúde, Universidade de Fortaleza, Av. Washington Soares
1321, Bairro Edson Queiroz, CEP 60811-341, Fortaleza, Ceará, Brasil. *Correo electrónico:

rmoreira@unifor.br

La pared celular está formada por:

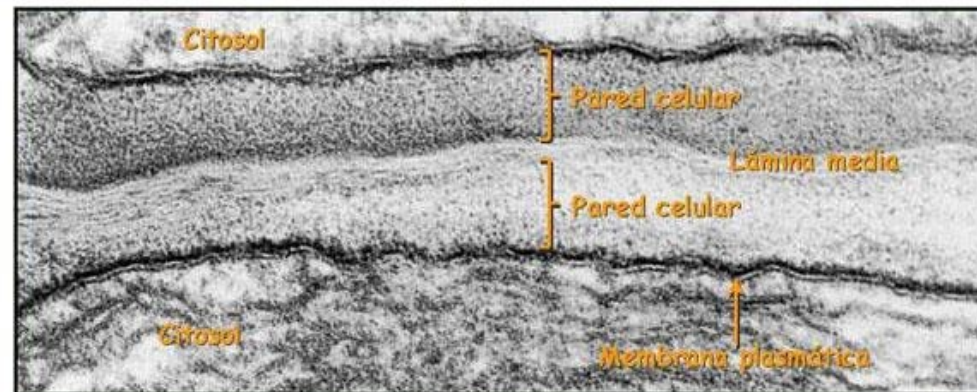


Esquema representativo de estructura de la pared celular de una célula vegetal.



Célula del pecíolo de la hoja de begonia con la pared celular secundaria claramente distinguible. Sin tinción. Fotografía con microscopio óptico. Aumento 400X. Foto: B. Corró Molas.

La **laminilla media** es la parte de la pared que se deposita en primer lugar. Es una delgada capa de pectinas e iones de calcio y magnesio, con alto grado de hidratación. Las pectinas son **hidrofílicas**. Une las células vecinas y actúa como una sustancia cementante.

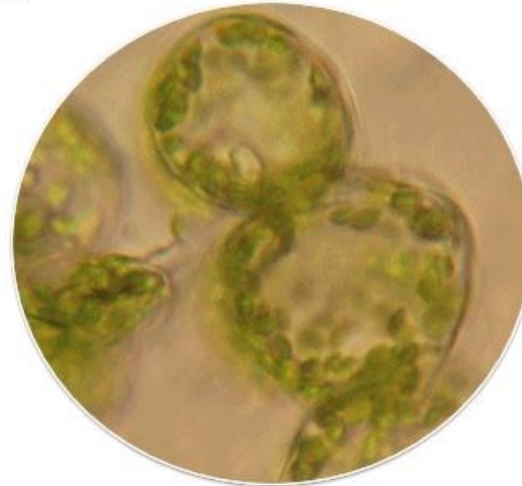


Micrografía electrónica de transmisión, aumento 3000X.
Fuente: Universidad Politécnica de Valencia



La **Pared Celular Primaria** está formada principalmente por microfibrillas de **celulosa entrecruzadas por hemicelulosas y embebidas en una matriz gelatinosa de pectinas.**

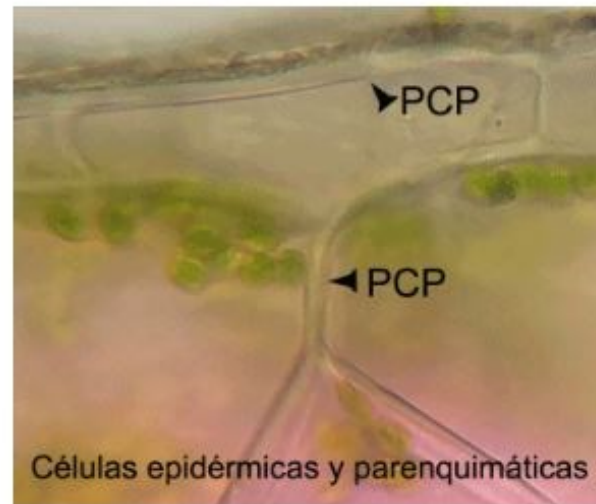
- ★ Está presente en la mayoría de las células vegetales. En general es delgada y uniformes aunque existen diferencias en su estructura, composición y espesor.
- ★ Es propia de la célula vegetal viva y le permite crecer y dividirse.
- ★ Puede dilatarse plásticamente (sin recuperación de la forma) permitiendo el crecimiento celular por dilatación.
- ★ Contiene un 25-30% de celulosa, 30% de hemicelulosas, 35% de pectinas y 1-5% de glicoproteínas en peso seco.
- ★ La rigidez de la PCP está en relación la grado de diferenciación, su engrosamiento y endurecimiento dificulta la expansión celular.



Ejemplos de PCP

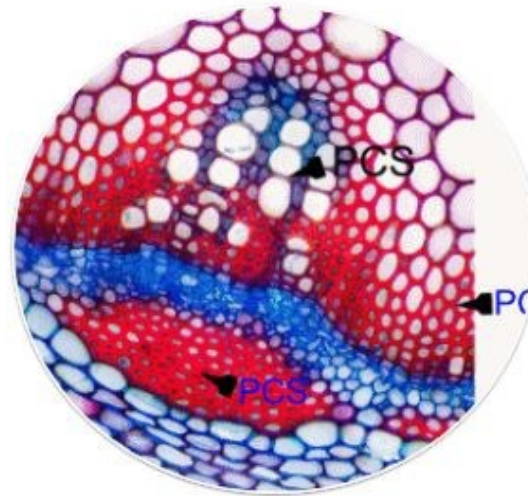


En estas fotografías vemos células vegetales únicamente con **pared celular primaria**. Esta pared puede ser delgada como en las células parenquimáticas o bien, estar engrosada en forma desigual como en las células del tejido de sostén, el colénquima.



La **Pared Celular Secundaria** está constituida por láminas ordenadas de microfibrillas de **celulosa** dispuestas en distintas capas denominadas **S1, S2 y S3**. Las tres subcapas se diferencian en la orientación de las microfibrillas y en el espesor.

- ★ Aparece siempre después de la pared celular primaria y está presente en algunas células vegetales.
- ★ Usualmente son gruesas y contienen lignina.
- ★ Son características de las células del esclerénquima (tejido de sostén) y del xilema (tejido de conducción de agua).
- ★ Cuando la pared celular secundaria se desarrolla al máximo, como en las células del esclerénquima, se puede producir la muerte de la célula.
- ★ La pared celular secundaria proporciona sostén y rigidez.

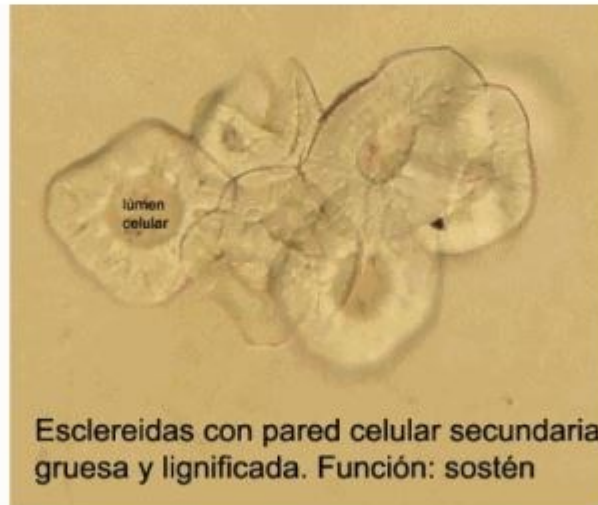


Ejemplos de PCS



Los tipos celulares con **pared celular secundaria** gruesa y lignificada, en general están muertos a la madurez. Sin embargo, esos tipos celulares continúan cumpliendo con la función de sostén únicamente o bien, de sostén y conducción de agua y sales.

Veamos algunos ejemplos de células con pared celular secundaria



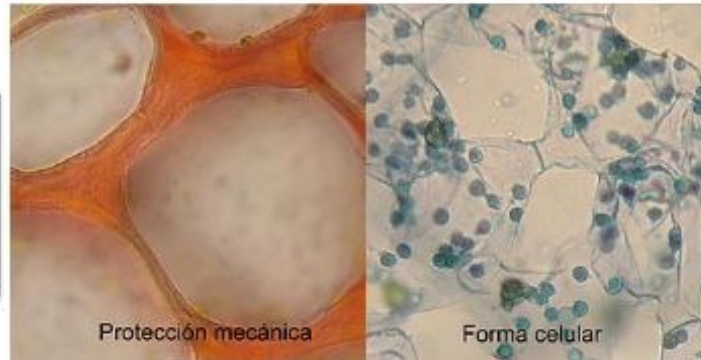
La pared celular cumple varias funciones, entre ellas:

Controla la **forma y el tamaño de la célula** (los protoplastos aislados son esféricos).

Protección mecánica.

Permite una **expansión irreversible** (plástica) de la célula durante el crecimiento.

Permeabilidad: permite el paso de muchas moléculas solubles.



Permite una **expansión reversible** (elástica) de la célula.

Evita la rotura del protoplasto por aumento de la presión de turgencia.

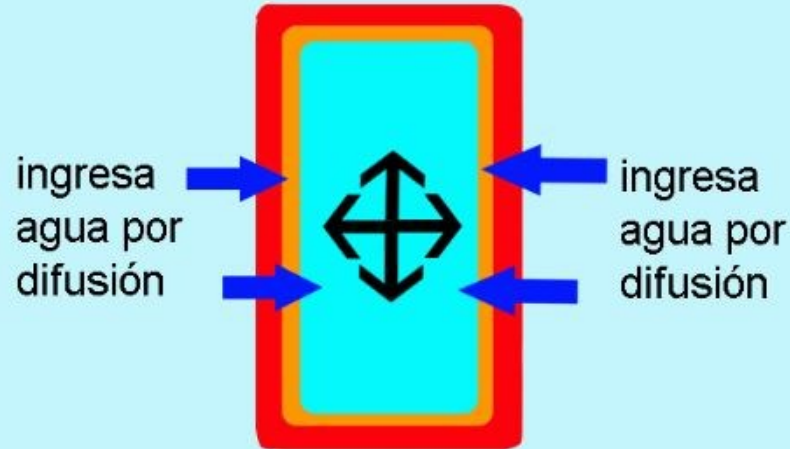
Permite la comunicación entre células vecinas.

Proporciona una fase acuosa en la cara externa de la membrana plasmática facilitando los intercambios.

Presión de turgencia

La siguiente animación representa la generación de la presión de turgencia. La célula vegetal representada está rodeada de agua destilada. La pared celular está representada con rojo, la membrana plasmática con naranja y la vacuola con celeste.

Agua destilada



El ingreso de agua en la vacuola genera una presión hacia la pared celular:
la presión de turgencia.



Cuando deseamos observar las células y tejidos de un órgano vegetal realizamos cortes microscópicos a mano alzada o con un aparato específico denominado micrótopo. Asimismo, para mejorar la observación podemos teñirlos con colorantes. Veamos algunos ejemplos:

Para comenzar, veremos dos **cortes microscópicos sin teñir** e intentaremos identificar el tipo de pared celular y su aspecto, así como si son paredes delgadas, gruesas, muy gruesas y si los engrosamientos son desiguales o uniformes en el contorno celular.

1. Corte transversal con micrótopo de tallo de glicina

2. Corte transversal a mano alzada de peciolo de begonia

Ahora veamos un corte microscópico teñido sólo con **safranina** e identifiquemos las paredes celulares:

3. Corte transversal a mano alzada de peciolo de redondita de agua

Continuemos y veamos el corte a mano alzada de begonia coloreado con con **azul de toluidina**:

4. Corte transversal a mano alzada de peciolo de begonia



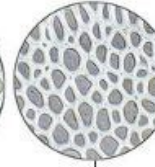
1. Corte transversal con micrófono de tallo de glicina



Observa el siguiente corte y mira cómo identificando las características de las paredes celulares podemos fácilmente reconocer los tipos celulares y tejidos.

Células con **paredes celulares primarias con engrosamientos desiguales.**

Tejido: colénquima
Función: sostén.



Células con **paredes celulares secundarias gruesas.**

Tejido: esclerénquima
Función: sostén

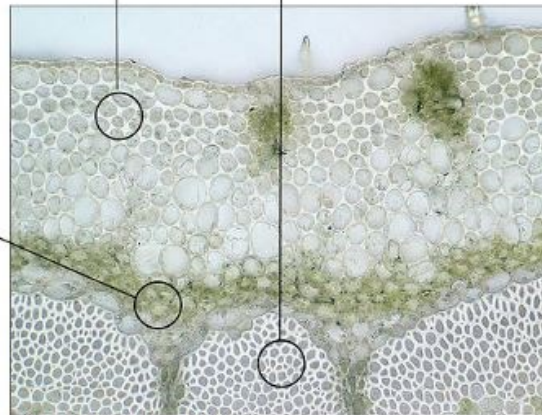


Flores de glicina



Células con **paredes celulares primarias** sin engrosamientos desiguales.

Tejido: clorénquima
Función: fotosíntesis



Corte transversal de tallo de *Wisteria sinensis*, glicina.

Aumento 200 X
Sin tinción

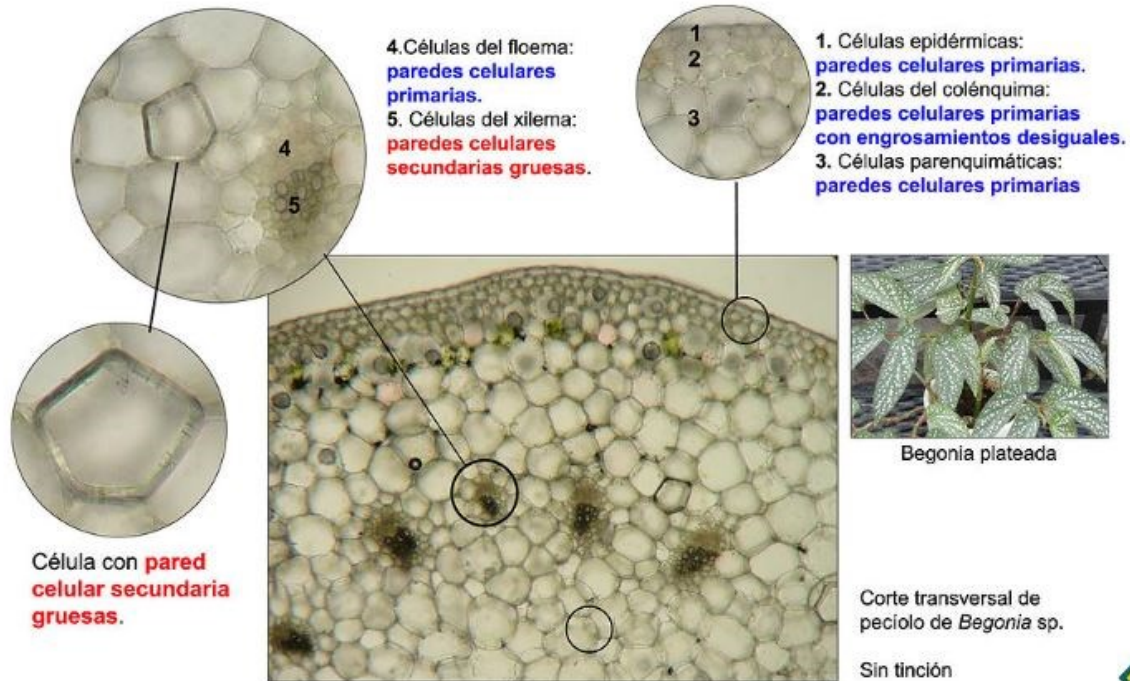
Fuente: Mikroskopisches Kollegium Bonn



2. Corte transversal a mano alzada de peciolo de begonia



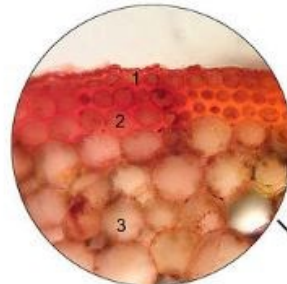
Este corte está realizado a mano alzada y aún así es posible distinguir las diferencias de grosor de las paredes celulares de las células de los distintos tejidos.



3. Corte transversal a mano alzada de peciolo de redondita de agua



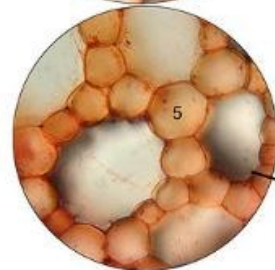
Es frecuente que para realizar una primera observación de un material vegetal fresco procedamos a realizar cortes a mano alzada y teñirlos con **safranina**, que es un colorante vital, es decir, que no mata las células y montarlos en agua. La safranina tiñe con un color rojo, particularmente intenso la lignina y con color rosado o rojo suave, la celulosa. El siguiente corte es hecho a mano alzada y teñido únicamente con safranina acuosa, observa las coloraciones de las paredes celulares y el grosor.



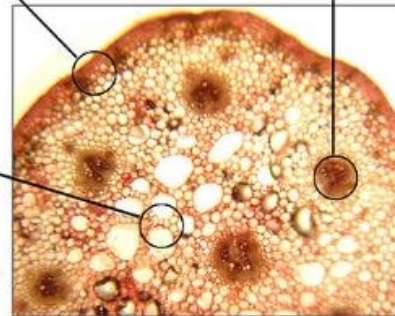
1. Células de la epidermis, con paredes celulares primarias.
2. Células del colénquima, con paredes celulares primarias desigualmente engrosadas.
3. Células parenquimáticas, con paredes celulares primarias delgadas



4. Células del xilema, las paredes celulares secundarias se tiñen de rojo intenso por la presencia de lignina.



5. Células parenquimáticas con paredes celulares primarias delgadas.



Redondita de agua

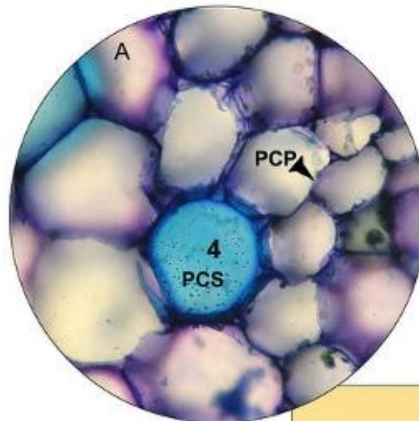
Corte transversal de tallo de *Hydrocotyle bonariensis*, redondita de agua. Tinción: safranina



4. Corte transversal a mano alzada de peciolo de begonia



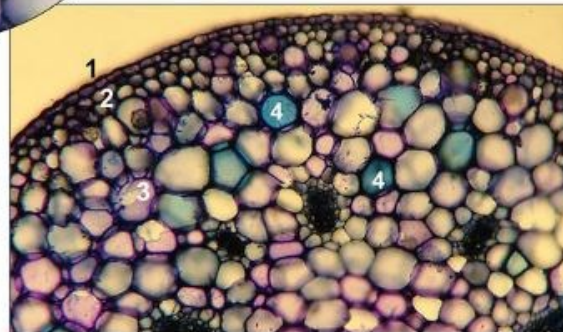
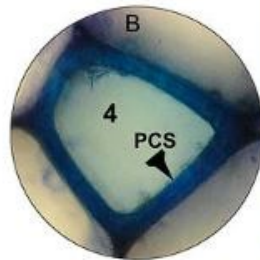
El siguiente corte es realizado a mano alzada y teñido con azul de toluidina, observa cómo se tiñen las paredes celulares y cómo la diferencia de coloración facilita la identificación de los tipos de paredes celulares. Compara los cortes sin teñir y teñidos con azul de toluidina.



El colorante **azul de toluidina** tiñe color púrpura-rosáceo los ácidos pécticos de las paredes celulares primarias y color celeste o azul-verdoso la lignina de las paredes celulares secundarias.

Observa la diferencia de coloraciones en el corte, la epidermis (1), el colénquima (2) y el parénquima (3) están teñidos de púrpura-rosáceo porque las paredes celulares de sus células son primarias.

Mientras que las esclereidas (4), que son las células aisladas y dispersas teñidas de celeste presentan también pared celular secundaria gruesa como se ve claramente en A y B.



Begonia plateada

Corte transversal de
peciolo de *Begonia* sp.
Tinción: azul de toluidina
acuosa





Glosario de términos utilizados en este sitio

Almidón: Polisacárido compuesto de cadenas de glucosa, utilizado por las plantas como sustancia de reserva. Se reconoce mediante la tinción con lugoldando un color violáceo.

Amiloplasto: Plasto donde se acumula almidón.

Aparato de Golgi: Conjunto de dictiosomas de una célula. Interviene en la terminación de proteínas, síntesis de algunos polisacáridos, generación de orgánulos y tráfico intracelular.

Campo de puntuaciones: Zona delgada de la pared celular primaria y de la laminilla media por medio de la cual se comunican las células vecinas.

Celulosa: Polisacárido insoluble formado por cadenas largas de glucosa. Es un material estructural, que proporciona sostén y rigidez, y es mayoritario en las paredes celulares de las células de las plantas.

Clorénquima: Parénquima clorofílico, formado por células con cloroplastos encargadas de realizar la fotosíntesis.

Cloroplasto: Orgánulo citoplasmático de la célula vegetal, rodeado por dos membranas, que contiene clorofila y realiza la fotosíntesis.

Colénquima: Tejido vegetal formado por células poligonales, alargadas, con paredes celulares primarias de grosor irregular, vivas a la madurez y que proporciona sostén y resistencia a los órganos jóvenes de las plantas.

Cutícula: Recubrimiento orgánico parte externa de la pared de células epidérmicas de las partes aéreas de las plantas terrestres. Formada mayoritariamente por cutina y ceras. Sirve de protección y para evitar la pérdida de agua.

Cutina: Lípido incrustante presente en las paredes externas tangenciales y radiales de las células epidérmicas en las plantas superiores.

Diferenciación: Proceso de especialización en el que una estructura viva (célula, tejido u órgano) pasa de un estado juvenil o embrionario a uno maduro y característico.

Difusión: movimiento espontáneo de las moléculas en un espacio disponible que tiende a igualar las concentraciones en dicho volumen.

Epidermis: Tejido adulto que recubre la superficie de la planta joven.

Esclereida: Célula corta del esclerénquima, con forma variada y pared celular secundaria lignificada y con puntaduras ramificadas. Pueden encontrarse aisladas o formar gruesas capas como la cubierta de las semillas y frutos.

Esclerénquima: Tejido vegetal de sostén formado por esclereidas y fibras, células en general muertas en su madurez y con paredes celulares gruesas y lignificadas. Proporciona gran resistencia a la tensión por la abundancia de celulosa y a la compresión por la abundancia de lignina.

Fibra: Célula del esclerénquima alargada y estrecha, con extremos afilados y paredes secundarias gruesas, normalmente lignificadas. Cuando está totalmente diferenciada, es una célula muerta, sin protoplasma. Pueden estar asociadas a elementos conductores del xilema o del floema, o formar haces compactos en la corteza del tallo.

Floema: Tejido conductor de las plantas vasculares que transporta una solución concentrada de azúcar procedente de la fotosíntesis (savia elaborada) por toda la planta.

Fotosíntesis: Serie compleja de reacciones químicas en las que la energía de la luz se usa para sintetizar moléculas orgánicas de alto nivel energético, por lo común, glúcidos, a partir de moléculas inorgánicas de bajo nivel de energía como dióxido de carbono y agua.

Glicoproteína: Proteína que lleva unido un grupo glucídico.

Gloioxisoma: Orgánulo citoplasmático rodeado por una membrana que interviene en el metabolismo del ácido gloioxílico.

Glúcido: Compuesto formado por carbono, hidrógeno y oxígeno con la fórmula química aproximada de $(CH_2O)_n$. Incluye entre otros los azúcares y el almidón.

Glucosa: Monosacárido más común, con la fórmula molecular $C_6H_{12}O_6$. Es el elemento constituyente de la mayor parte de los polisacáridos, incluyendo la celulosa, el almidón y el glucógeno.

Hemicelulosa: Grupo de polisacáridos de la pared celular compuestos por diferentes monosacáridos en distintas combinaciones y que no forman microfibrillas.

Hoja: Órgano de las plantas, generalmente plano y fotosintético que presentan lateralmente los tallos.

Laminilla media: Estrato delgado rico en pectinas y otros glúcidos adhesivos, que separan y unen a las paredes primarias de las células vecinas de la planta.

Lignina: Polímero fenilpropanoide de estructura compleja que se deposita generalmente en las paredes celulares secundarias, especialmente en el xilema. Es responsable de la dureza e impermeabilización de la madera.

Lípido: Molécula orgánica insoluble en agua que contiene largas cadenas compuestas exclusivamente de carbono e hidrógeno. Incluye los aceites, las grasas, las ceras, los fosfolípidos y los esteroides. Sirven de compuestos estructurales y para reserva de energía entre otras funciones.

Lumen: Luz. Espacio central o canal. se usa para referirse al hueco dejado por la muerte del protoplasto en el esclerénquima y en los elementos conductores de agua.

Matriz: Sustancia en la que se deposita o embebe otra sustancia.

Actividades

Identifica

Interpreta

Para realizar las actividad tenemos que tener en cuenta los siguientes puntos:

1



Analizaremos las células vegetales a través de fotografías de observaciones con **microscopio óptico**.

2



En cada observación debemos tener presente el **tipo de preparado** (temporario, permanente, con o sin tinción) y el **tipo de corte** (transversal, longitudinal, paradermal o peeling) que se realizó.

3



Si se utilizaron **colorantes**, sabemos que la **safranina** tiñe de rojo la lignina, presente en la pared celular secundaria, el **verde rápido** tiñe de azul-verdoso la celulosa, presente en la pared celular primaria.

4



Es importante conocer el **órgano** del cual estamos observando las células y tejidos para poder relacionar las características de la pared celular con el tipo celular y la función.

Identifica

Objetivo: lograr identificar los tipos de paredes celulares (PCP y PCS) a partir de fotografías de cortes microscópicos y relacionar las características de la pared celular identificada con la función celular y tisular.

Inicio de la actividad: viernes 5 de septiembre

Finalización de la actividad: viernes 12 de septiembre

Paso 1 **Elige** una fotografía de una observación microscópica de células vegetales disponible en alguno de los siguientes sitios

Atlas de Curtis

Atlas de Mauseth

Paso 2 Presta atención al tipo de preparado, al tipo de corte y al órgano vegetal al cual corresponde la fotografía que elegiste.

Paso 3 **Identifica** las paredes celulares primarias (PCP) y secundarias (PCS) y relaciona el tipo de pared con la función de la célula.

Paso 4 Sube a la cuenta de [facebook](#) de la cátedra la foto con tus observaciones escritas. Señala en la foto las PCP y PCS. Indica a qué órgano vegetal corresponde la foto y de qué atlas la obtuviste.

En la evaluación se tendrán en cuenta:

- * la correcta identificación de las PCP y PCS en la fotografía y la relación tipo de pared-función celular.
- * el uso del vocabulario específico.



Photographic Atlas of Plant Anatomy*

Nels Lersten and John Curtis, his student, were involved in plant anatomy teaching and research for more than 60 aggregate years. In the transition to retirement, it has been their intent to make images from their work available [without restriction](#) to other teachers and plant anatomy. Michael Nowak, a third generation student of John Curtis, was primarily responsible for implementing the website. Since 2002, the University of Wisconsin at Stevens Point has generously provided support and technical assistance for this unique academic. Most elements of plant structure are represented in this atlas, but the image set does reflect Lersten's and Curtis's research emphasis on plant secretory structures.

John D. Curtis Ph.D.
Professor Emeritus, Biology Department, University of Wisconsin - Stevens Point

Nels R. Lersten Ph.D.
Professor Emeritus, Department of Botany, Iowa State University

Michael D. Nowak Ph.D.
Postdoctoral Research Fellow, Stockholm University

Contents

Parenchyma	Gymnosperm Wood	Gymnosperm Leaves
Collenchyma	Dicot Wood	Monocot Leaves
Sclerenchyma	Petrified Wood	Bamboo Leaves
Xylem Development	External Wood Features	Leaf External Morphology
Primary Xylem	Bark	Dicot Leaf Cross-Sections
Early Secondary Xylem	Periderm	Dicot Leaf Paradermal Sections
Vascular Cambium	Root System	Dicot Leaf Veins
Phloem	Root Apex	Epidermis and Stomates
Stele Types	Endodermis	C3-C4 Anatomy
Tracheoid Anatomy of <i>Campsis radicans</i>	Root Hairs	Leaf Development
Stem Morphology	Root Secondary Growth	Leaf Abscission
Nodal Anatomy	Lateral Roots	Insert Symbiosis with Leaves
Bud Anatomy	Dicot Root Cross-sections	External Secretory Structures
Reproductive Anatomy	Monocot Root Cross-sections	Secretory Cavities and Canals
Nectaries	Haustoria	Secretory Cells
Trichomes with Spiral Primary Cell Wall	Crystal Cells	Secretory Glands
Non-secretory Trichomes	Internal Idioblasts	Resin Glands
Carnivorous Plants	Hydathodes	Laticifers

This atlas is currently being revised and updated by David Hillier Ph.D., Professor Emeritus, and John Hardy B.A., Lab Manager and Lecturer, both from the Biology Department, University of Wisconsin - Stevens Point. As of June 25, 2015, revision is complete through [Hydathodes](#).

[\[Home\]](#)
[\[Table of contents\]](#)

Plant Anatomy Laboratory
Micrographs of plant cells and tissues, with explanatory text.

James D. Mauseth
Integrative Biology
University of Texas

Objective:

This web site is being developed as supplemental material for people studying plant anatomy. Its objective is to provide light micrographs of the types of cells and tissues that students typically examine in a plant anatomy course. All micrographs are accompanied by figure legends to help the viewer interpret and understand the structures presented. Whenever possible, the microscope slides that were photographed were obtained from companies such as Triarch or Carolina Biological so that they will be similar to slides that students are examining in their college courses. This web site is designed to complement a plant anatomy course, whether that is offered through a college or through individual study at home. The descriptions here emphasize objects and concepts that might arise as a person examines samples of plant tissues, and theoretical topics are given less attention. For more comprehensive treatment of all details and theories of plant anatomy, the viewer should consult a plant anatomy text. This site is being developed by James D. Mauseth in the Section of Integrative Biology, School of Biological Sciences at The University of Texas, and the site's organization follows his textbook Plant Anatomy.

Organization:

This site is organized into 21 chapters with the same titles as those in the textbook Plant Anatomy by J. D. Mauseth. Each chapter in this web site consists of numerous pages, each with a micrograph and an explanatory text. Where appropriate, some micrographs can be enlarged by clicking on them.

Development:

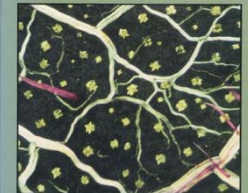
Many parts, especially the later chapters, are currently under construction (spring 2001). From time to time, even the "finished" chapters will have more micrographs added to them, and when improved images become available, they will be inserted to replace current micrographs. Additions and improvements will be flagged as "new." Viewers are welcome to re-examine the site as often as desired; hopefully, it will be more informative and enjoyable each time.

Feedback:

Suggestions to improve the site are welcome, and feedback that points out errors and ambiguities will be appreciated.
[Contact me at jmauseth@mail.utexas.edu](mailto:Contact_me_at_jmauseth@mail.utexas.edu)

PLANT ANATOMY

JAMES D. MAUSETH





Interpreta

Inicio de la actividad: viernes 5 de septiembre
Finalización de la actividad: lunes 15 de septiembre

Objetivo: comprender el papel particular de cada uno de los componentes de la pared celular y la contribución global de la pared celular en la biología de las plantas.

Si observamos con el microscopio cortes transversales de tallos, hojas y raíces, a primera vista podemos advertir **variaciones en el grosor de las paredes celulares** y podemos identificar áreas definidas con paredes celulares con rasgos similares. Podríamos decir entonces que hay variación entre las paredes celulares pero esa variación sigue algunas reglas generales.

Preguntas:

- 1) ¿en qué radica esa variación y cuáles son esas reglas generales?
- 2) ¿cómo imaginás que sería una planta que tuviera su cuerpo formado por células con la misma pared celular? ¿qué ventajas y limitaciones tendría esa planta?

Tarea:

Discute las respuestas a estas preguntas en el **foro** implementado en el espacio de la cátedra en la plataforma Moodle. Luego, **en forma individual**, escribe cuáles consideras que son las reglas generales de la variación de las paredes celulares en un documento de texto y envíalo al docente en el espacio que dice: "entregar trabajo" en la plataforma.

Para la evaluación se tendrán en cuenta:

- * la participación en el foro con aportes que denoten reflexión y análisis
- * la utilización de vocabulario específico
- * la tarea entregada en word.



Profesora Adjunta

Asignatura Biología II

Lic. Bárbara Corró Molas

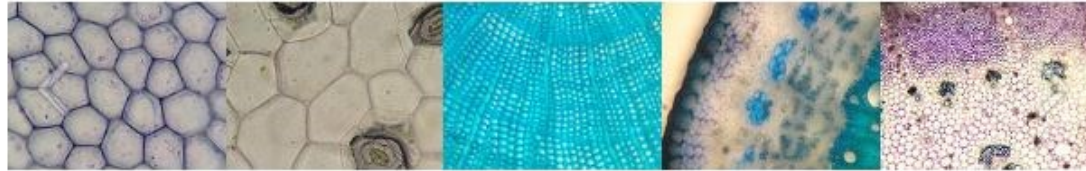
email:bmcorromolas@cpenet.com.ar

Hola,
envia tus comentarios,
consultas, aportes y dudas
a mi correo personal

Nombre	Mensaje
Email	
Asunto	

Enviar

La frontera de la célula vegetal



Elaborado por Lic. Bárbara Corró Molas, Asignatura Biología II, Departamento de Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de La Pampa. Santa Rosa, Provincia de la Pampa, Argentina.

Destinado a estudiantes de primer año de las carreras de Profesorado en Ciencias Biológicas y Licenciatura en Ciencias Biológicas.

Fotografías y esquemas:

- Bowes B. G. & J. D. Mauseth. 2008. **Plant Structure. A color guide.** Jones and Bartlett Publishers, USA. Segunda edición, 288 pág.

- <http://www.plantcellwalls.org.au/index.php?id=8>

- http://en.wikipedia.org/wiki/File:Plant_cell_wall_diagram.svg

- <http://www.euita.upv.es/varios/biologia/Temas/Pared%20celular%20ampliada.htm>

- <http://www.biologie.uni-hamburg.de/b-online/library/webb/BOT311/PlantCellWalls00/PCW00-11.htm>

- <http://cdn.intechopen.com/pdfs-wm/44414.pdf>

- <http://www.mikroskopie-bonn.de/bibliothek/botanik/index.html>

- <http://www.mikroskopie-forum.de/index.php?action=printpage;topic=6935.0>

- colección personal de Bárbara Corró Molas