

**APLICACIÓN DE IMÁGENES 3D PARA  
LA INTERPRETACIÓN DE LOS BRIÓFITOS  
EN LA DOCENCIA DE BOTÁNICA**

**APPLICATION OF 3D IMAGES  
FOR THE INTERPRETATION OF BRYOPHYTES  
IN THE TEACHING OF BOTANY**

Irene Emilia La Serna Ramos

[iserna@ull.edu.es](mailto:iserna@ull.edu.es)

Ana Losada Lima

[aosada@ull.es](mailto:aosada@ull.es)

M.<sup>ª</sup> Catalina León Arencibia

[mcleona@ull.es](mailto:mcleona@ull.es)

Elisa Vallejo Gutiérrez de Salamanca

[elisavallejog@hotmail.com](mailto:elisavallejog@hotmail.com)

Javier Hernández Borges

[jhborges@ull.edu.es](mailto:jhborges@ull.edu.es)

Antonio García Gallo

[agarcia@ull.es](mailto:agarcia@ull.es)

Universidad de La Laguna

## RESUMEN

Los dos «Proyectos de Innovación Educativa» concedidos, el primero por el Vicerrectorado de Calidad Institucional e Innovación Educativa de la Universidad de La Laguna (ULL) en la convocatoria 2014-2015 y el segundo por el actual Vicerrectorado de Docencia en la convocatoria 2015-2016, a tres profesoras del Área de Botánica, implicadas en la docencia de esta materia en 3 asignaturas («Botánica 1», «Botánica» y «Botánica y Fisiología Vegetal») de 3 titulaciones de la ULL (Grado en Biología, Grado en Ciencias Ambientales y Grado en Farmacia respectivamente), nos han permitido contratar los servicios de una diseñadora gráfica para la elaboración de las imágenes 3D de la parte del «Manual de prácticas de Botánica on-line» correspondiente a los «Briófitos». En el primer proyecto (octubre 2014-noviembre 2015) abordamos los «Briófitos foliosos» y en el segundo (octubre 2015-noviembre 2016) los «Briófitos talosos».

Dado que el alumnado, en el entorno virtual, ya dispone de la primera parte del manual dedicada a los «Briófitos foliosos», en este trabajo además de dar a conocer este nuevo recurso didáctico, presentamos la valoración inicial de su uso y acogida por parte del alumnado en las prácticas de laboratorio de la asignatura «Botánica» del Grado de Ciencias Ambientales. Dicha evaluación se realizó mediante un cuestionario anónimo, usando sistemas de respuesta personal (clickers).

Los resultados obtenidos nos permiten afirmar que las ilustraciones 3D para las cuales se pidió la financiación han despertado el interés del alumnado, les han servido para comprender mejor la terminología y conceptos del manual, y éste a su vez está estructurado de acuerdo con las prácticas y les ha sido útil en su proceso de aprendizaje.

**PALABRAS CLAVE:** enseñanza-aprendizaje semipresencial; enseñanza virtual; innovación docente; autoaprendizaje; sistemas de respuesta personal (clickers); botánica; briófitos.

## ABSTRACT

The two «Educational Innovation Projects» awarded by the Vice-chancellor for Institutional Quality and Educational Innovation of the University of La Laguna (ULL) in the 2014-2015 call, and by the current Vice-chancellor for Teaching in the 2015-2016 call to three professors of the Botany area involved in the teaching of this discipline in 3 subjects («Botany 1», «Botany» and «Botany and Plant Physiology») of 3 ULL degrees (Degree in Biology, Environmental Sciences and Pharmacy, respectively), have allowed us to hire the services of a graphic designer for the elaboration of the 3D images of the part of the «Manual of practices of Botany on-line» corresponding to the «Bryophytes». In the first project (October 2014-November 2015) we addressed the «foliate bryophytes»

while the «Thallose bryophytes» were addressed in the second (October 2015-November 2016).

Since the students already had the first part of the manual dedicated to the «Foliose bryophytes» in their virtual classroom, in this work, apart from presenting this new didactic resource, we present the initial assessment of its use and acceptance by part of the students in the laboratory practices of the subject «Botany» of the Degree of Environmental Sciences. This evaluation was developed using an anonymous questionnaire carried out with personal response systems (clickers).

The obtained results allow us to affirm that the 3D illustrations for which funding was requested, have aroused students' interest, have helped them to better understand the terminology and concepts of the manual which is structured in accordance with the practices and has been useful to them in their learning process.

**KEYWORDS:** blended teaching-learning; e-learning; teaching innovation; self-learning; personal response systems (clickers); botany; bryophytes.

## INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Los briófitos son plantas terrestres basales que comparten un ciclo de vida con alternancia de generaciones heteromórfica en el que domina el gametófito mientras que el esporófito depende nutricionalmente de éste. Se estudian en los programas de distintas asignaturas de contenido botánico. Concretamente en la Universidad de La Laguna (ULL), esta materia se imparte en tres asignaturas (Botánica 1, Botánica y Botánica y Fisiología Vegetal) de tres titulaciones (Grado en Biología, Grado en Ciencias Ambientales y Grado en Farmacia, respectivamente). En todas ellas, las clases magistrales se complementan con las prácticas de laboratorio, cuyas competencias van encaminadas a que el alumnado aprenda primero a describir, caracterizar y reconocer diverso material de briófitos, y en algunas titulaciones, a identificar sus propios especímenes mediante el uso de claves analíticas.

El hecho de que en algunos casos sean escasas las ilustraciones de algunos aspectos de los organismos de este grupo y que estén dispersas en diferentes publicaciones, nos ha motivado a la elaboración de un «manual de prácticas» digital, con el objetivo de reunir en esta herramienta didáctica una serie de ilustraciones 3D que sirvan de orientación al alumnado.

Los gametófitos de los briófitos pueden ser, básicamente, de dos tipos (figura 1).





Figura 1. Tipos morfológicos del gametófito.

La representación gráfica de una parte de la diversidad morfológica de cada uno de los tres grandes grupos incluidos en los briófitos (antocerotes, hepáticas y musgos) requiere la realización de numerosos infogramas cuya financiación solo ha sido posible gracias a los dos Proyectos de Innovación Educativa (PIE) concedidos, el primero por el entonces llamado Vicerrectorado de Calidad Institucional e Innovación Educativa de la ULL (convocatoria 2014-2015) en el que abordamos los «Briófitos foliosos» con 112 infogramas y el segundo por el actual Vicerrectorado de Docencia (convocatoria 2015-2016), dedicado a los «Briófitos talosos» con 40 infogramas (figura 2).



Figura 2. Número de infogramas 3D elaborados con cada uno de los proyectos de innovación educativa (PIE).

Dado que el alumnado en el entorno virtual (figura 3), además de los cuatro objetos de aprendizaje (OA) o partes del manual dedicados a los módulos de aprendizaje (MA) correspondientes a espermatófitos (tres) y a helechos (uno), ya dispone de la parte del manual dedicada a los «Briófitos foliosos», el objetivo del presente trabajo es, además de dar a conocer este nuevo recurso didáctico, presentar la valoración de la acogida y opinión por parte del alumnado en las prácticas de laboratorio de la asignatura «Botánica» del Grado en Ciencias Ambientales (figura 4).



Figura 3. Aula virtual de la asignatura Botánica del Grado de Ciencias Ambientales de la ULL.



Figura 4. Objetos de aprendizaje (OA) disponibles en las aulas virtuales. Los tres primeros componen el módulo de aprendizaje (MA) dedicado a los espermatófitos, el cuarto es el único que conforma el MA correspondiente a los helechos y el quinto es el primero de los dos que constituirán el MA dedicado a los briófitos.

## METODOLOGÍA

Para la realización de los infogramas en 3D, todos originales, que acompañan a los textos de las dos partes del manual, se utilizó el software 3DSTUDIOMAX (figura 5).

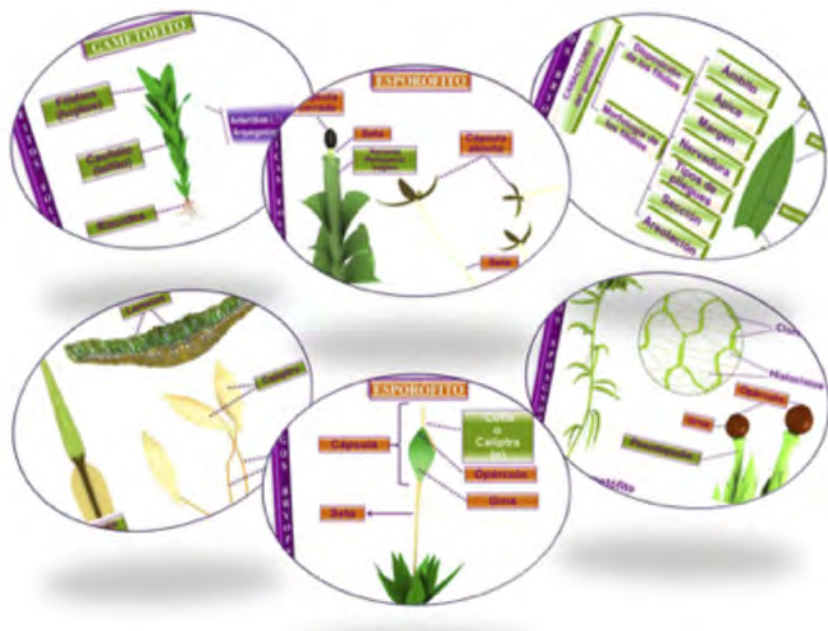


Figura 5. Algunas de las imágenes 3D realizadas.

La encuesta de opinión se llevó a cabo, mediante un cuestionario anónimo con el uso de sistemas de respuesta personal, comúnmente denominados clickers (tecnología Turning Technologies), una vez realizada la práctica de los briófitos, en los 10 primeros minutos de la siguiente sesión. Este recurso, desde hace varios cursos académicos, lo venimos utilizando en la docencia como método para evaluar el trabajo autónomo o de autoaprendizaje que el alumno debe realizar antes de las sesiones presenciales de prácticas de laboratorio (La Serna Ramos, Acebes Ginovés, Hernández Padrón, Hernández Borges y Quijada Fumero 2013 y 2015; La Serna Ramos, Acebes Ginovés, Hernández Padrón y Hernández Borges 2016).

Constó de 10 ítems (figura 6), de los cuales 6 fueron sobre el uso, estructuración y comprensión del manual multimedia (ítems 1, 2, 3, 7, 8 y 10) y los 4 restantes sobre las ilustraciones (ítems 4, 5, 6 y 9).

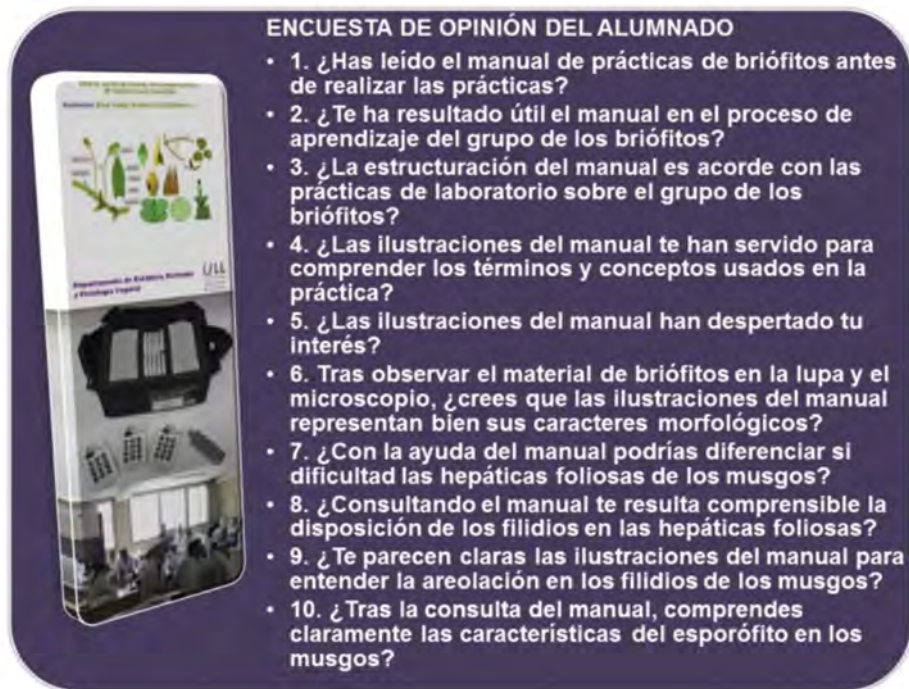


Figura 6. Ítems de la encuesta de opinión.

## RESULTADOS

En las figuras 7, 8, 9, 10, 11, 12 y 13 se muestran los resultados de las 10 preguntas formuladas a los 35 alumnos (20 del grupo 1 y 15 del grupo 2) que realizaron las prácticas en el curso 2015-2016.

El trabajo de autoaprendizaje antes de la realización de las prácticas (figura 7) solo fue llevado a cabo por el 42% de los alumnos y de ellos algo más de la mitad (el 24%) lo leyó completo (18%) o casi (6%). Al 73% le ha resultado útil en el proceso de aprendizaje de este grupo de plantas y a más de la mitad (41%) entre mucho (26%) y muchísimo (15%).

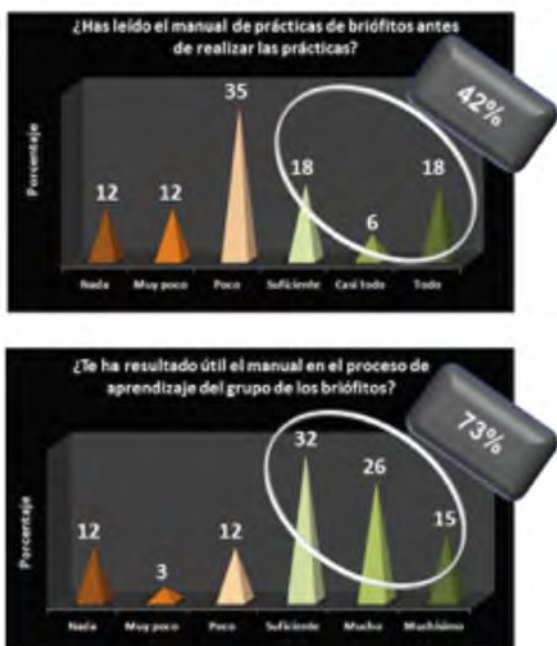


Figura 7. Resultado de los ítems 1 y 2 en la encuesta de satisfacción, referentes al uso y utilidad del manual.

Para una amplia mayoría (82%), el manual está de acuerdo con los contenidos de las prácticas de laboratorio (figura 8 superior) e incluso el 46% lo califica con notable (29%) o sobresaliente (17%). Análogamente (figura 8 inferior), al 88% las ilustraciones le han servido para comprender los términos y conceptos usados en prácticas y de ese 88% más del 50% valora este aspecto muy positivamente.

También (figura 9 superior) a la gran mayoría (85%) dichas ilustraciones le han despertado interés. Al 43% lo justo y al 42% restante, mucho al 31% y muchísimo sólo a 11%. Así mismo (figura 9 inferior), el 88% de los alumnos consideran que las ilustraciones representan bien los caracteres morfológicos que se observan tanto a la lupa como al microscopio, e incluso el 62% le dan una alta calificación. Y al 77% (figura 10) le sirvió para entender la morfología y disposición de las células en los filidios (hojitas) de los musgos, aunque solo aproximadamente a un tercio (27%) les sirvió mucho (24%) o muchísimo (3%) y los otros dos tercios (47%) suficiente.



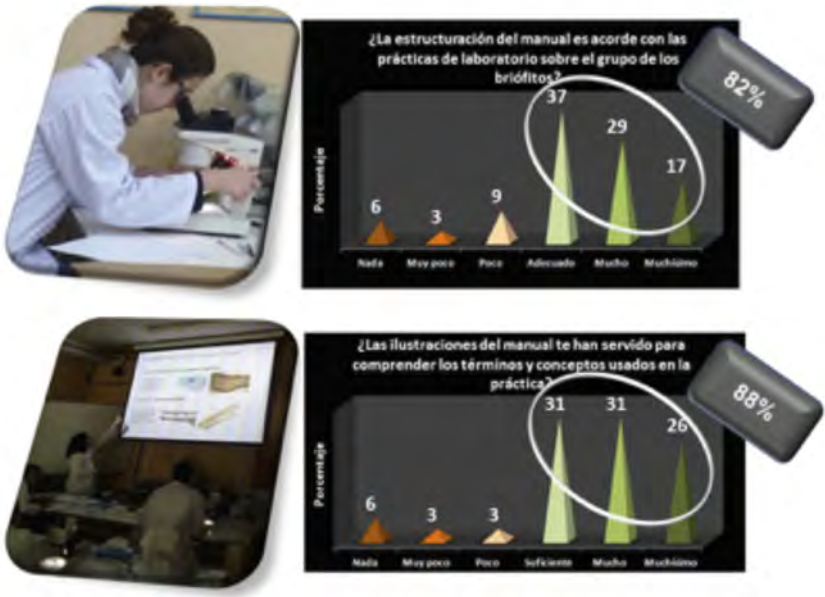


Figura 8. Resultado de los ítems 3 y 4 en la encuesta de satisfacción. El primero se refiere a la estructuración del manual y el segundo, a las ilustraciones

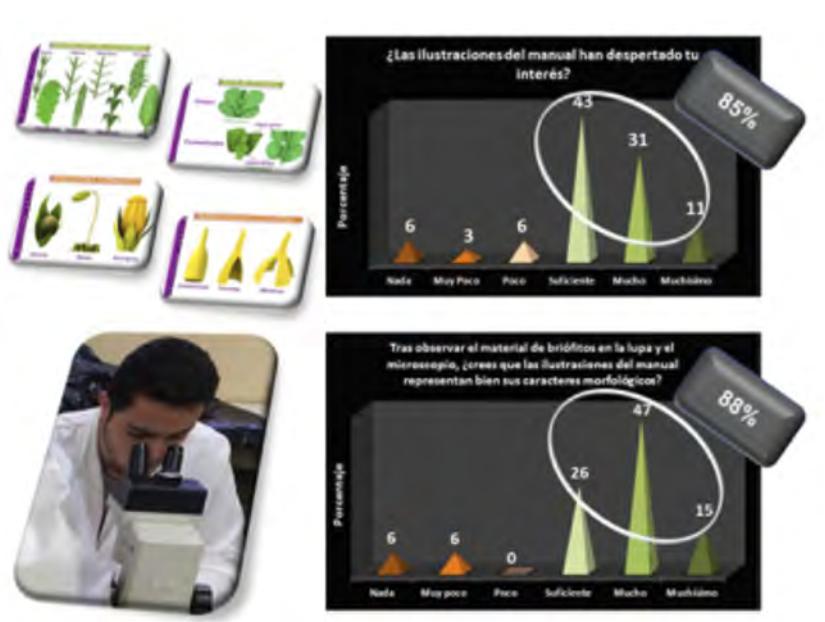


Figura 9. Resultado de los ítems 5 y 6 en la encuesta de satisfacción, ambos referidos a las ilustraciones.



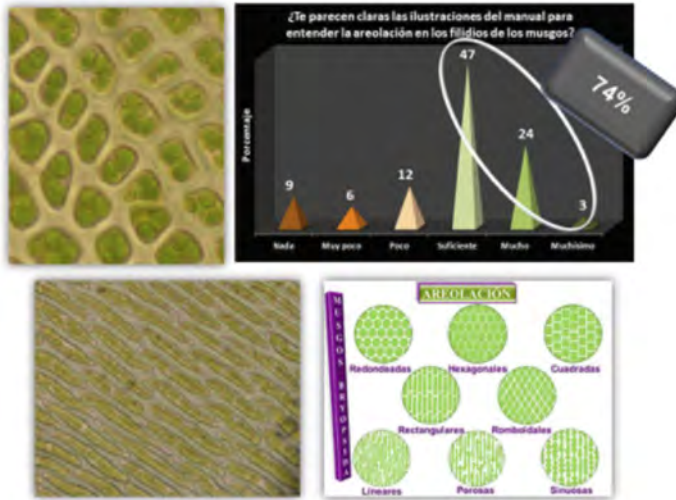


Figura 10. Resultado del ítem 9 de la encuesta de satisfacción referente a la utilidad de las ilustraciones para entender la morfología y disposición de las células en los filidios (hojitas) de los musgos.

Con la ayuda del manual la gran mayoría (el 82%) pueden diferenciar sin dificultad las hepáticas foliosas de los musgos (figura 11). Al 65% le resulta comprensible la disposición de los filidios (hojitas) en las hepáticas (figura 12). También a una gran mayoría (al 79%) le ha sido útil para comprender las características del esporófito (figura 13), de los cuales al 53% entre mucho (35%) y muchísimo (18%).



Figura 11. Resultado del ítem 7 en la encuesta de satisfacción que valora la utilidad del manual para diferenciar en la práctica los dos grandes grupos de briófitos foliosos.

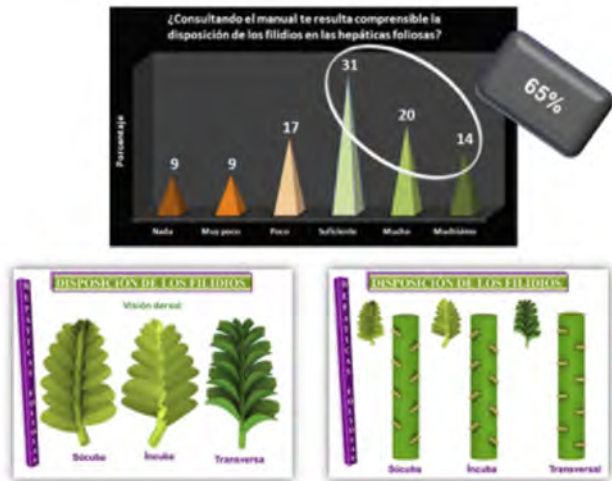


Figura 12. Resultado del ítem 8 en la encuesta de satisfacción que valora la utilidad del manual a la hora de comprender la disposición de los filidios en las hepáticas.

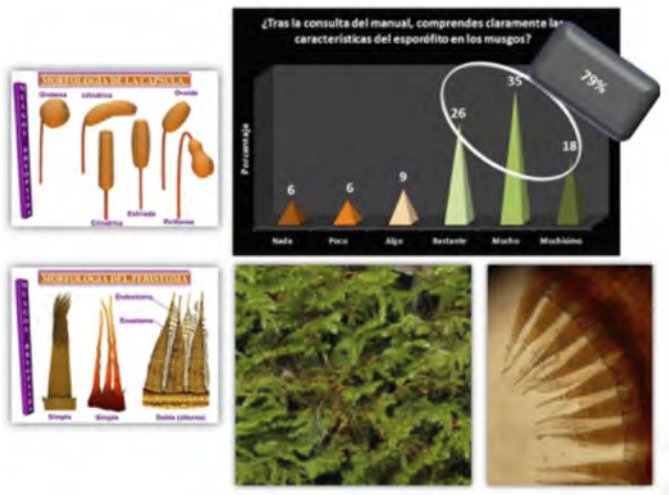


Figura 13. Resultado del ítem 10 de la encuesta de satisfacción que valora la utilidad del manual para comprender las características del esporófito.

## CONCLUSIONES

A la vista de los resultados obtenidos en la encuesta de opinión realizada al alumnado estamos en disposición de afirmar que las ilustraciones 3D para las cuales se pidió la financiación, al igual que para los



otras partes del manual (La Serna Ramos et al. 2013 y 2015) siguen despertando el interés del alumnado, les han servido para comprender mejor los términos y conceptos del manual, y éste a su vez está estructurado de acuerdo con las prácticas y les ha sido útil en su proceso de aprendizaje.

Finalmente, hemos de destacar que nuestra meta en un futuro inmediato es divulgar estas imágenes fuera de las aulas virtuales, mediante la grabación de los correspondientes video-tutoriales de corta duración (píldoras formativas) en ULL-media y publicarlos en los canales que la ULL tiene en Youtube y Itunes, que complementarían la colección «Aprendiendo Botánica» que ya cuenta con 10 video-tutoriales (La Serna Ramos et al. 2016).

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS

- LA SERNA RAMOS, I. E., ACEBES GINOVÉS, J. R., HERNÁNDEZ PADRÓN, C. E., y HERNÁNDEZ BORGES, J. (2016). *Las píldoras formativas como recurso didáctico para facilitar el autoaprendizaje teórico-práctico de la Botánica*. En: Vega Navarro, A. & O'Dwyer Acosta, J. (coords.). *Innovación docente para convencidos*. VI Jornadas de Innovación Educativa de la Universidad de La Laguna. pp. 199-222. Vicerrectorado de Docencia. Formación del Profesorado e Innovación Docente de la Universidad de La Laguna. ISBN 978-84-617-6450-1. Recuperado de: <http://www.ull.es/Private/folder/institucional/ull/calidad/libros/Libro%206%20jornadas%202016.pdf>.
- LA SERNA RAMOS, I. E., ACEBES GINOVÉS, J. R., HERNÁNDEZ PADRÓN, C. E., HERNÁNDEZ BORGES, J., y QUIJADA FUMERO, L. (2013). *Manual multimedia de prácticas de Botánica: Valoración inicial de la experiencia*. En: C. I. RUIZ DE LA ROSA y J. O'DWYER ACOSTA (coords.). *Innovación docente en la educación superior: una recopilación de experiencias prácticas aplicadas*. pp. 261-308. Vicerrectorado de Calidad Institucional e Innovación Educativa de la Universidad de La Laguna. ISBN: 978-84-695-9951-8. Recuperado de: [http://www.ull.es/Private/folder/institucional/ull/calidad/innovacion/libro\\_innovacion\\_docente.pdf](http://www.ull.es/Private/folder/institucional/ull/calidad/innovacion/libro_innovacion_docente.pdf).
- LA SERNA RAMOS, I. E., ACEBES GINOVÉS, J. R., HERNÁNDEZ PADRÓN, C. E., HERNÁNDEZ BORGES, J., y QUIJADA FUMERO, L. (2015). *Manual multimedia de prácticas de Botánica: Nueva estrategia evaluativa y valoración comparada de la experiencia*. En: J. O'DWYER ACOSTA (coord.). *Innovación en las enseñanzas universitarias. Experiencias presentadas en las V Jornadas de Innovación Educativa de la ULL*. pp. 191-229. Vicerrectorado de Calidad Institucional e Innovación Educativa de la Universidad de La Laguna. ISBN: 13-978-84-606-7540-2. Recuperado de: [http://www.ull.es/Private/folder/institucional/ull/calidad/innovacion/ebook\\_2015.pdf](http://www.ull.es/Private/folder/institucional/ull/calidad/innovacion/ebook_2015.pdf).