

EDUCANDO EN LO NUESTRO

Prácticas de alto impacto y aprendizaje activo para la adquisición de competencias específicas en botánica

Carmen Acedo¹, Estrella Alfaro-Saiz, Yasmina Alonso, Ana B. Fernández-Salegui, Darío Fernández-Santos, Graciela González-Sierra, Carmen Lence, Raúl Lois, Alicia Pérez-Llamazares, Sara Santamarina, Sonia Trobajo

Grupo de Innovación Docente ACBoSCo, Dpto. de Biodiversidad y Gestión Ambiental, Área de Botánica, Facultad de CC. Biológicas y Ambientales. Universidad de León, E-24007. León.

1. c.acedo@unileon.es

Resumen

Una gran variedad de tareas cooperativas y de aprendizaje activo son parte de las actividades formativas de las asignaturas en las que estamos involucrados los profesores del Grupo de Innovación Docente para la Adquisición de Competencias en Botánica Sistemática y Conservación (GID ACBoSCo). Cada actividad se organiza y construye para incentivar a los estudiantes en el proceso de aprendizaje, así como para ayudar a desarrollar habilidades útiles para su futuro profesional (docente, técnico o de investigación). La organización y la planificación de estas tareas, son vitales, al igual que trabajar en grupos pequeños y los incentivos adecuados para completarlas. Entre las actividades destacadas, las tareas de aprendizaje servicio, como la preparación de materiales formativos que se ponen a disposición del curso, el diseño de actividades virtuales de laboratorio, para conocer, aunque sea de forma básica, protocolos específicos a distancia, la gamificación, para despertar interés y curiosidad por las disciplinas, u otras actividades educativas de alto impacto como la formación avanzada con expertos, actividades al aire libre, o tareas de microlearning, complementan la formación tradicional, y resultan esenciales. Además, muchas de estas actividades demostraron ser una herramienta potente para adaptar algunos contenidos de las asignaturas al entorno formativo virtual y con ello poder hacer frente a la docencia Covid-19 fomentando el aprendizaje activo de los alumnos, lo que se puso de manifiesto en los excelentes resultados obtenidos en estas asignaturas.

Palabras clave: botánica, Covid-19, gamificación, materias STEM, microlearning, prácticas en línea.

Introducción

Las prácticas de alto impacto (HIP) y aprendizaje activo (AA) son un conjunto de actividades formativas de enseñanza y aprendizaje cuya repercusión positiva en los estudiantes se ha demostrado mediante investigaciones sobre edu-

Forma de mencionar este artículo: Acedo, C., Alfaro-Saiz, E., Alonso, Y., Fernández-Salegui, A.B., Fernández-Santos, D., González-Sierra, G., Lence, C., Lois, R., Pérez-Llamazares, A., Santamarina, S., Trobajo, S. 2020, Prácticas de alto impacto y aprendizaje activo para la adquisición de competencias específicas en Botánica. *AmbioCiencias*, 18, 106-120. ISBN: 1998-3021 (edición digital), 2147-8942 (edición impresa). Depósito legal: LE-903-07.

cación (Kuh, 2008). Desde hace unos años nos venimos cuestionando por qué los estudiantes de biología, muestran poco interés por materias esenciales cuyo conocimiento es básico tanto en el desarrollo de la propia disciplina, como en otras, y además vertebraba los contenidos de muchas titulaciones relacionadas con el medio natural: es el caso de estudiantes de los Grados en Biología, Ciencias Ambientales, o Ingeniería Forestal y del Medio Natural, y es fundamental en materias de los Grados en Educación Infantil (Medio Ambiente y Sostenibilidad), Educación Primaria (Ciencia, Tecnología y Ambiente), Educación Social (Medio Ambiente y Educación) o en Másteres universitarios, como Estudios Avanzados en Flora y Fauna, Riesgos Naturales o el Máster de Educación.

Cada vez son más comunes las propuestas didácticas basadas en recursos tecnológicos orientados al aprendizaje de la botánica (Wo Ching Wong, 2019) y más concretamente, al uso de herbarios (Avalos *et al.*, 2011; Flannery, 2013). Se trata de una actividad muy útil para el apoyo de la docencia presencial (Alfaro *et al.*, 2019) pero que, además, se presenta como una herramienta muy valiosa para complementar la docencia a distancia y/o adaptarla a las exigencias de la actual pandemia.

La gamificación es una de las metodologías activas más populares en el ámbito de la enseñanza. Consiste en el uso de conceptos, técnicas y dinámicas propias de los juegos en contextos no lúdicos (Deterding *et al.*, 2011). Entre las múltiples propuestas destacan los *EscapeRooms* o los *Breakouts* (una variante de los mismos), juegos inmersivos con un hilo conductor en los que un grupo de personas son encerradas en una sala de la que deben escapar trabajando en equipo en la resolución de enigmas y acertijos, antes de que termine el tiempo disponible (Rosales-Peláez *et al.*, 2019).

Está documentado que, a pesar de que son esenciales para nuestra propia existencia, muchas personas solo ven las plantas como un marco/escenario en el que se desarrolla la vida en la Tierra (Knap, 2019; Acedo *et al.*, 2019; Acedo, 2020). Por ello para describir esta actitud y llamar la atención sobre la reducción en la atención a las plantas en la educación se acuñó el término "ceguera por las plantas" (Wandersee & Schussler, 1999). Algunos autores consideran que este es un problema más generalizado, que abarca cualquier organismo que no sea un vertebrado (como nosotros), pero no cabe duda, que combatir la ceguera por las plantas es un buen punto de partida para comenzar a mejorar la educación, la conciencia y el cuidado de los otros organismos con los que compartimos el planeta y en ello incidimos en nuestro grupo de innovación docente.

En el GID-ULE ACBoSCo organizamos anualmente diversas actividades de Enseñanza-Aprendizaje Activo (AA+) en Ciencias, combinadas con otras me-

todologías (Aprendizaje basado en Proyectos ABP, Aprendizaje-Servicio AS, etc.). Son actividades formativas programadas en asignaturas dirigidas a la formación y adquisición de competencias de estudiantes de Grado (semestres avanzados: 3º y siguientes) y Máster. Además, colaboramos en la formación, preferentemente práctica, en otros niveles educativos con el fin de fomentar el interés por carreras STEM (*Sciences, Technology, Engineering, Mathematics*) y en particular, aquellas que profundizan en el estudio de la biodiversidad. Este último curso, 2019-20, se hizo más necesario que nunca, llamar la atención sobre los grupos objeto de estudio, al tener que prescindir de actividades, como las prácticas en campo, esenciales en cualquier disciplina que se refiere al medio natural.

Actividades de Aprendizaje Activo en ACBoSCo

Resumimos a continuación algunas de las actividades implementadas en el GID ULE ACBoSCo tanto con alumnos de Grado y Máster, como de niveles preuniversitarios.

Aprendizaje Activo en las Jornadas de Prácticas de Gestión de Flora

Fomentar el aprendizaje activo de estudiantes de Grado y Máster, que adquieren o refuerzan competencias colaborando en diversas actividades que se llevan a cabo en el GID para incentivar la vocación científica (AA, AS), a la vez que participan en la elaboración y desarrollo de la propia formación: es el enfoque desde el aprendizaje colaborativo, en el que mediante tareas en grupo, además de adquirir la formación que requiere una disciplina, se cumple el objetivo de aprender a trabajar y resolver problemas en compañía de otros. En este sentido, y a modo de ejemplo destacamos la organización de siete ediciones de las Jornadas de Prácticas de *Gestión de Flora* (**Fig. 1**) durante los cursos 2013-14 al 2019-20, desarrollándose en este último curso de forma virtual, por coincidir con el periodo de confinamiento Covid-19; hasta la colaboración de estudiantes interesados, en proyectos e investigaciones cooperativas, en las que toman contacto con técnicas de trabajo, protocolos y líneas de investigación no previstas, al menos con esa profundidad, entre las competencias de los estudios.

ActivaLEB: Actividad formativa de Aprendizaje Servicio (AS)

Para documentar la biodiversidad se requieren imágenes digitales, que muestren todas aquellas características esenciales, que permitan una identificación certera. Es necesario que las fotografías contengan toda la información posible sobre las especies para que muestren sus características de la manera más eficiente y sirvan a estudiantes, expertos y otras personas a identificar correc-



Figura 1. Grupo de estudiantes participantes en las VI Jornadas de Prácticas de Gestión de Flora celebradas durante el curso 2018-19. Las VII JPGFLO se celebraron en formato virtual

tamente la especie. Los herbarios científicos son una importante fuente de recursos de apoyo a la investigación y a la docencia, susceptibles de utilizarse para numerosos objetivos y en diversos ámbitos (Funk, 2007). Se encuentran asociados a instituciones científicas o educativas e incluyen colecciones naturales muy valiosas, aunque públicas de uso restringido. Por ello, utilizar las colecciones que albergan con objetivos docentes, requiere la búsqueda de opciones alternativas a la manipulación reiterada. En la dinámica de aprendizaje activo del grupo de innovación, el herbario del estudiante es una herramienta imprescindible para implicar y motivar a los estudiantes y adquirir competencias. ActivaLEB es un proyecto de aprendizaje colaborativo activo basado en el desarrollo de un herbario docente digital de referencia para los estudiantes de la Facultad de Ciencias Biológicas y Ambientales de la Universidad de León en colaboración con el Herbario LEB Jaime Andrés Rodríguez, que alberga diversas colecciones científicas. Consiste en una colección de fotografías en línea que ilustran los grupos botánicos objeto de estudio en asignaturas de Grado y Máster. Esta colección fotográfica es desarrollada por estudiantes y asesorada tanto por los profesores de las asignaturas implicadas como por el personal del Herbario. Con ello se renovará el desaparecido “Herbario digital – Botánica en la Web” del que procede una importante base documental inicial de más de 1000 imágenes, con detalles característicos y aspectos microscópicos de los grupos botánicos. La dinámica consiste en (**Fig. 2**): las fotografías, tomadas en el campo durante las prácticas o durante el desarrollo del curso, se ordenan taxonómicamente y la colección puede complementarse, además, con imágenes de muestras de las

colecciones científicas del Herbario LEB. Como objetivo, perseguimos la adquisición de competencias específicas y habilidades necesarias para el estudio de la biodiversidad y en paralelo, competencias transversales relacionadas con herramientas digitales y otras como Colaboración, Creatividad, Comunicación, Ciudadanía, educación del Carácter y pensamiento Crítico, (conjunto de habilidades conocidas como competencias “6C”). La fortaleza principal de este proyecto es el beneficio que obtienen los participantes, que adquieren conocimientos de taxonomía botánica y además, elaboran un producto útil en su formación que genera un recurso para la comunidad universitaria (aprendizaje-servicio), incluso para generaciones venideras.

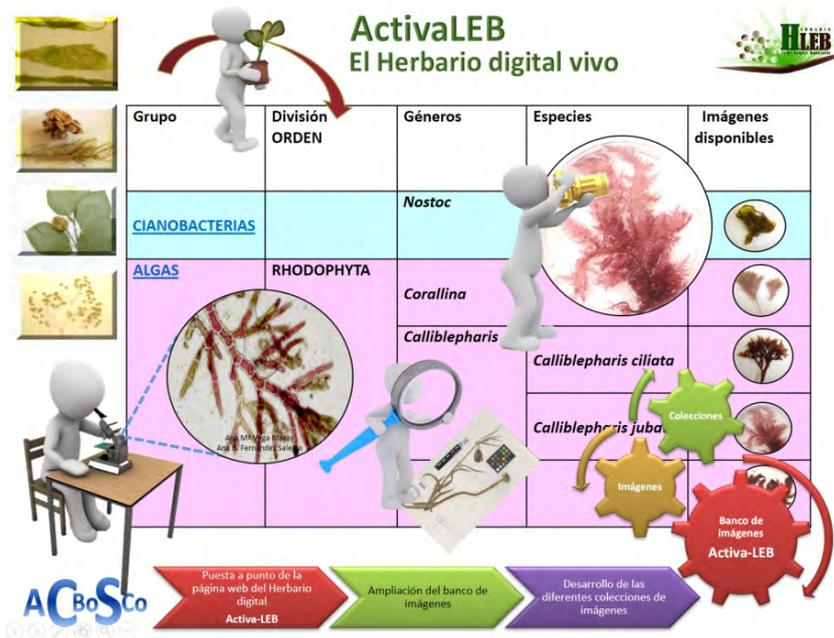


Figura 2. Esquema-presentación de la web y flujo de trabajo del proyecto colaborativo de Aprendizaje – servicio ActivaLEB, un herbario digital vivo

Incentivando materias y estudios STEM en niveles preuniversitarios: El Bachillerato de Investigación - Excelencia en Ciencias

El Bachillerato de Investigación-Excelencia (BIE) es un proyecto formativo regulado en Castilla y León por la Orden EDU/551/2012 de 9 de julio, que en la Universidad de León (ULE) está vinculado al Convenio Marco suscrito entre la Junta de Castilla y León y la ULE, y al convenio específico de colaboración establecido desde 2013, el que, dada la importancia de la oferta educativa y en cumplimiento del Art. 3 de la Orden EDU/443/2016, se renovó recientemente para dar continuidad al proyecto. En la provincia de León se desarrollan 3 de los 21 proyectos BIE de Castilla y León, uno de ellos, es el del IES Gil y Carrasco en el Campus de Ponferrada. El BIE se programa, igual que otras enseñanzas univer-

sitarias, coordinando desde el GID ACBoSCo cuatro departamentos, ocho áreas de conocimiento, veinte profesores universitarios y nueve del IES, que colaboran en el desarrollo de las actividades formativas de este bachillerato, tanto de las actividades complementarias en el primer curso BIE (**Fig. 3**) como diseñando o tutorando los proyectos de investigación en 2º curso. Todas las actividades formativas se gestionan en dos cursos de la plataforma educativa externa de la ULE Moodle Ariadna. El BIE ha sido cursado, hasta el momento, por 84 alumnos entre 2014-15 y 2019-20, incluidos los 18 están matriculados en 2º año BIE y realizarán su proyecto de investigación este curso y 15 nuevos estudiantes han optado por esta modalidad de bachillerato y se incorporaron en este curso 2020-21 para la realización de las actividades formativas de primer curso BIE. El proyecto, pone a disposición de los alumnos recursos y posibilidades que les permitan habituarse a la investigación como principio esencial y adquirir una formación actualizada que les estimule para los máximos retos en sus posteriores estudios universitarios (Acedo & González Sierra, 2020).



Figura 3. Grupo de trabajo de estudiantes BIE (1º de Bachillerato) durante una práctica fuera del entorno educativo: Módulo Botánica: Simulacro de Censo de especies amenazadas

Prácticas virtuales en tiempos del Covid-19

Adaptar las actividades formativas clásicamente presenciales a la docencia en línea en tiempo récord, como consecuencia de la pandemia del Covid-19, supuso uno de los mayores desafíos para la docencia en los últimos tiempos. En el GID diseñamos actividades virtuales que garantizaron a los alumnos la adquisición de competencias propias de las sesiones de laboratorio, pero también de competencias transversales como las 6C, mediante tareas colaborativas y de aprendizaje-servicio (AS). Las metodologías diseñadas están destinadas a ser impartidas en diversas asignaturas de Botánica, pero son extrapolables a otras

de titulaciones diversas del ámbito de las Ciencias, en particular, aquellas relacionadas con la diversidad y conservación de especies.

Para practicar y adquirir habilidad en la identificación científica de especies, trabajamos con problemas o “QUIZs botánicos”, proporcionando imágenes con la información taxonómica necesaria para la identificación con claves, y procurando que se observaran en detalle todos los caracteres vegetales necesarios para llevar a cabo la identificación (**Fig. 4**). Este material, sustituyó la disección en laboratorio que requiere la identificación avanzada de muestras. Como complemento, una vez que los estudiantes se familiarizaron con la dinámica, y si tenían acceso a muestras en su entorno, colaboraron en la preparación del grupo de fotografías científicas necesarias para identificar una especie, que pusieron a disposición de sus compañeros. La colección final de QUIZs o problemas botánicos, presentados y resueltos para cada sesión práctica semanal, constituyó un especial “Herbario del alumno”, y el contenido de la prueba práctica de reconocimiento. En otras materias, estos problemas botánicos sirvieron para valorar la capacidad de los estudiantes, para reconocer caracteres diagnósticos a medida que avanzaba su formación botánica, por ejemplo, Botánica, Botánica Avanzada y Aplicada y Botánica Forestal, de los Grados en Ciencias Ambientales, Biología e Ingeniería Forestal y del Medio Natural respectivamente. Con estas tareas alternativas, los estudiantes prepararon contenidos de la asignatura, adquirieron competencias básicas relacionadas con el manejo y preparación del material para su observación, practicaron la identificación científica y el reconocimiento de especies, y elaboraron un banco de imágenes para las sesiones y pruebas prácticas (Fernández-Salegui *et al.*, 2020).

Gamificación: *Escape Room* y *Breakout*

Dado el gran interés que suscitan las actividades de gamificación entre el alumnado, así como las múltiples ventajas que reportan (desarrollo de competencias transversales, fomento del aprendizaje activo y significativo, mejora de la participación, etc.), desde el GID, hemos puesto en marcha durante el curso 2019-2020 un proyecto para comparar los resultados entre utilizar una metodología *Breakout* “Líquenes: decodificadores del entorno” (**Fig. 5**) frente a otra más tradicional en la enseñanza de los líquenes y sus aplicaciones. Con este *Breakout* virtual se retó a los alumnos de 4º curso de los Grados en Educación Social y Educación Primaria a buscar la documentación que acredita dónde es seguro construir un área residencial tras el análisis de la calidad del aire a través de los líquenes. Dichos documentos se habían perdido por la Facultad de Biología y debían buscarlos a través de la resolución de diferentes enigmas escondidos



Figura 4. Parte de un problema sencillo de botánica de identificación virtual – prácticas Covid -19, para el estudio de caracteres taxonómicos, el entrenamiento en la identificación con claves, y el reconocimiento de especies. Se muestran los detalles necesarios para identificar el madroño: *Arbutus unedo* L. (Ericaceae). Fuente imágenes (excepto superior derecha) Asociación Flora Catalana URL: <http://www.floracatalana.net/arbutus-unedo-l>

en diferentes escenarios de la Facultad. Los resultados fueron muy positivos y los alumnos participantes se mostraron altamente satisfechos, especialmente con la actividad de *Breakout*, cuya valoración, como era de esperar, en cuanto a interés y disfrute fue considerablemente mayor que para la actividad tradicional de laboratorio, encontrándole además una alta aplicabilidad en su futuro laboral (Trobaño *et al.*, 2020). Con ello se consiguió incentivar el interés de los alumnos por los líquenes, grupo de la biodiversidad que a menudo suele pasar desapercibido, pero cuya importancia y aplicabilidad como indicadores de cambios ambientales (contaminación del aire, cambio climático, fragmentación de los bosques, etc.) puede ponerse de relieve, involucrando al alumno a través de la gamificación, lo cual puede hacerse extensible a otros organismos botánicos.

Internado de estudiantes en grupos de investigación

Otro tipo de formación activa es el internado de estudiantes en grupos de investigación, que son colaboraciones voluntarias o mediante la participación en residencias de verano con profesores senior, y constituyen complementos excepcionales que en los últimos semestres de formación del estudiante proporcionan experiencias que permiten empezar a aplicar los conocimientos adquiridos durante los estudios reglados, y les ofrecen formación supervisada y *coaching*, que,



Figura 5. Portada inicial del *Breakout* “Líquenes: decodificadores del entorno”

en ocasiones, permiten encauzar o decidir el tema de sus trabajos fin de estudios, e incluso iniciar y tomar contacto con técnicas y protocolos que tendrán que aplicar durante su trabajo (**Fig. 6**).



Figura 6. Muestreo y seguimiento de Flora Amenazada como actividad formativa de alto impacto: con la colaboración de personal investigador en formación y estudiante de Grado. Entre las competencias que fomentan: la práctica de metodologías de muestreo avanzado para tareas de investigación, o el conocimiento de la diversidad vegetal, además del interés y responsabilidad hacia el medio natural

Actividades educativas al aire libre (AA+ AS)

Las actividades educativas al aire libre son preferibles para enseñar identificación y conceptos botánicos, y a pesar del esfuerzo que supone desde el punto

de vista docente, seguimos utilizándolas como actividad esencial en la formación. Existen diversas tareas que realizamos entre grupos colaborativos de profesores, como los muestreos para la elaboración del herbario del estudiante, muestreos científicos dirigidos (**Fig. 7**), o trabajos académicos adaptados al nivel (semestre en que se imparte la materia) en la que grupos colaborativos de estudiantes realizan trabajos con un componente práctico importante. Son importantes las visitas formativas científico-técnicas a centros de interés, donde profesionales expertos muestran su actividad o tareas como el BioBlitz “Botánico por un día” en el que los estudiantes de Grado y Máster participan como monitores-instructores de grupos en niveles educativos previos. En estas tareas, los estudiantes de Grado o Máster son formados e instruidos por sus profesores en los contenidos que forman parte de las asignaturas de su currículo, y posteriormente ellos realizan un servicio a la comunidad, desarrollando actividad práctica fuera del entorno formativo habitual.



Figura 7. Momentos durante prácticas de muestreo en campo, dirigida por el Profesor Félix Llamas, miembro del GID ULE ACBoSCo, con el objetivo de la elaboración del Herbario del Alumno, herramienta esencial para complementar las actividades teóricas en la asignatura Botánica Avanzada y Aplicada

Otras Actividades formativas AA+ en ACBoSCo

Otras tareas formativas complementarias consistieron en la preparación de informes técnicos individuales, basados en el manejo de información específica, tanto documental como recursos digitales, la difusión de resultados mediante “vídeos domésticos”, una alternativa a la tradicional exposición de trabajos, y la elaboración de una síntesis conjunta de difusión de los trabajos individuales, mediante un póster colaborativo en el que participó todo el alumnado del curso de Biología de la Conservación, asignatura optativa del octavo semestre del Grado en Biología.

Ciencia y divulgación

Divulgar la ciencia persigue la transferencia de conocimiento, mediante su difusión a la sociedad, para lo que se diseñan actividades y tareas adaptadas al público a quien van dirigidas. Es el caso de las “Ferias de Aprendizaje” donde se toma contacto con plantas, hongos u otros grupos de la biodiversidad, o la colaboración en los Campus Científicos de verano para estudiantes de educación primaria (E.P.) (**Fig. 8**) o bachillerato. Talleres como “Identificando seres vivos en la Universidad” están orientados a favorecer la motivación por estudios STEM y el aprendizaje: en ellos los alumnos se familiarizan con la identificación científica de muestras y observan estructuras de diferentes grupos de organismos con microscopía óptica (desde bacterias simbiotes y fotosintéticas, a los hongos, algas y plantas) que no tienen la oportunidad de estudiar en las instalaciones de su centro de estudio habitual.



Figura 8. Talleres como “¿Conocemos la biodiversidad?” (Bachillerato) o el mostrado en la imagen “Biodiversidad mágica” (E.P.) acercan en conocimiento de la extensa diversidad botánica (algas, hongos y plantas) a estudiantes de diversos niveles formativos

Cada taller se adecúa a un nivel diferente de dificultad. Durante la XVI Semana de la Ciencia en Castilla y León (que coordinó el Parque Científico Universidad de Valladolid), se desarrollaron los talleres “Biodiversidad mágica” (E.P.) y “¿Conocemos la biodiversidad?” (bachillerato) con el objetivo de acercar la universidad a los estudiantes y ofrecerles la posibilidad de estudiar la biodiversidad vegetal a partir de ejemplos fascinantes de las colecciones docentes de Botánica del Campus de Ponferrada.

En el *Escape Room* “Botánico por un día” con el lema “conocer para conservar” organizamos una actividad alrededor del árbol de la vida (**Fig. 9**), para mostrar el interés de conservar los hongos, algas y plantas para conseguir un

mundo sostenible, y mostrar nuestra preocupación por la situación actual de la biodiversidad, y cómo trabajamos en la catalogación y evaluación del estado de conservación de las especies. Mediante esta actividad de gamificación se consigue el acercamiento voluntario del público en general y estudiantes de cualquier nivel educativo a la diversidad botánica y su conservación. En ella, estudiantes de Grado, Máster o Doctorado, participan como monitores-instructores de grupos visitantes en diversas pruebas diseñadas para descubrir características, identificar especies, conocer los métodos del censo científico, o ser capaces de reconocer las amenazas que presionan a las especies, poniendo en riesgo no solo su conservación sino el equilibrio en la naturaleza y nuestra propia seguridad.



Figura 9. Grupo de participantes en el *EscapeRoom* “Botánico por un día: Conocer para conservar” adaptado para la celebración de la Expo-Universidad 2020

Conclusión

Las actividades presentadas demostraron ser potentes herramientas formativas y de especialidad, y algunas permitieron adaptar los contenidos de las asignaturas a un entorno virtual formativo y con ello poder hacer frente a la docencia Covid-19 fomentando el aprendizaje activo de los alumnos, lo que se puso de manifiesto en los resultados obtenidos en estas asignaturas. Hay que mencionar que las tareas de aprendizaje activo, requieren una alta implicación y dedicación tanto de los profesores que las organizan como de los estudiantes en formación, lo que redonda tanto en los resultados como en la autonomía adquirida (**Fig. 10**).

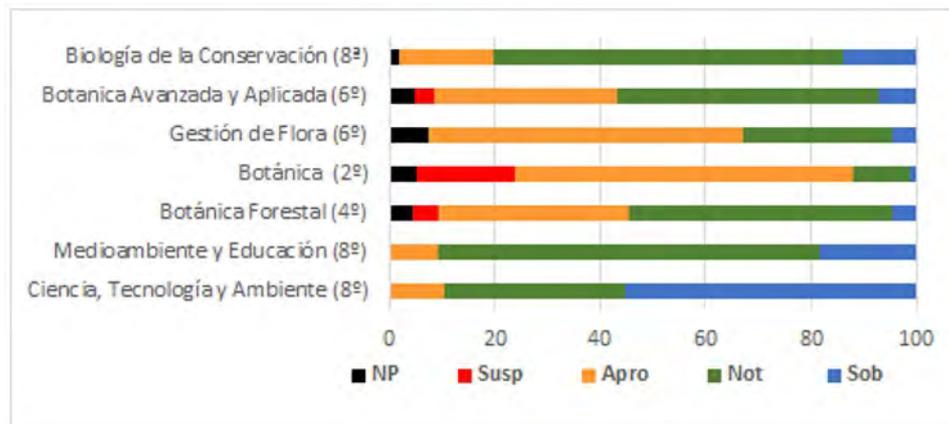


Figura 10. Resultados finales (%) obtenidos por los estudiantes de asignaturas que incorporan aprendizaje activo y enseñanzas virtuales desarrolladas durante el periodo Covid-19 (curso 2019-20). Se indica, entre paréntesis, al lado de cada asignatura, el semestre de Grado en el que se imparte

Todas las actividades comentadas, forman parte de los proyectos permanentes de innovación docente del GID ULE ACBoSCo: tanto las tareas colaborativas de aprendizaje servicio, como las actividades Divulga-Ciencia. Si tu pasión son las plantas, hongos o algas, y quieres formar parte de alguno de estos proyectos, participando como voluntario en nuestro grupo de innovación docente, no dudes en ponerte en contacto con nosotros.

Agradecimientos

Queremos expresar nuestro profundo agradecimiento por su labor continuada a otros miembros del GID que han participado y colaborado permanentemente en todas las actividades formativas organizadas en ACBoSCo: Arsenio Terrón y Félix Llamas, compañeros de la Universidad de León. Para algunas actividades contamos con la disponibilidad e inestimable participación del Servicio Universitario de Investigación de la Universidad de León Herbario LEB Jaime Andrés Rodríguez. Además, colaboradores externos participaron en algunas actividades formativas: Ana Fernández [Jardín Botánico Atlántico de Gijón, Asturias], Ana Molina [IES Gil y Carrasco. Ponferrada, León], Hilda R. Mosquera Mosquera [Universidad del Tolima, Colombia], y a todos los estudiantes participantes de Máster, Grados, y otros niveles educativos.

Bibliografía

Acedo, C. 2020. Plantas y hongos sustento de la vida sobre la tierra en riesgo. Tribuna: Diario de León. URL permanente: articulo/tribunas/plantas-hongos-sustento-vida-tierra-estan-riesgo/202007291043432033823.html

- Acedo, C. y González Sierra, G. 2020. Acercamiento de los alumnos de bachillerato a materias y carreras STEM mediante experiencias de investigación del proyecto Bachillerato de Investigación y Excelencia: Análisis de aprendizajes y resultados. En: *Investigación en Ciencias, Ingeniería y Arquitectura*. Ed. Dykinson. En prensa
- Acedo C., Alfaro-Saiz, E. y Fernández-Salegui, A.B. 2019. El Aprendizaje Activo (AA+) como herramienta para alcanzar mejor capacitación en Gestión de Flora de estudiantes de Ciencias Ambientales. En *Innovación Docente e Investigación en Ciencias, Ingeniería y Arquitectura*. Egea González, F.J., Gázquez Linares, J.J., Molero Jurado, M.M., Simón Márquez, M.M., Martos Martínez, A., Barragán Martín, A.B., Oropesa Ruiz, N.F. y Soriano Sánchez, J.G. Capítulo 30: 371-373. Ed. Dykinson. Madrid. ISBN: 978-84-1324-559-1
- Alfaro-Saiz, E., Fernández-Salegui, A.B. y Acedo, C. 2019. ActivaLEB Herbario digital activo: Herramienta de Aprendizaje Activo y de Servicio. En *Innovación Docente e Investigación en Ciencias, Ingeniería y Arquitectura* Egea González, F.J., Gázquez Linares, J.J., Molero Jurado, M.M., Simón Márquez, M.M., Martos Martínez, A., Barragán Martín, A.B., Oropesa Ruiz, N.F. y Soriano Sánchez, J.G. Capítulo 37: 445-455. Ed. Dykinson. Madrid. ISBN 978-84-1324-559-1
- Avalos, A., Barrera, A., Gabriel y Galán, J.M., Gallardo, T., Gómez, A., Hernández, J.M., Lahoz, R., López, P., Marcos, N., Martín, L., Moreno, *et al.* 2011. UCM-MACB 2.0: A complutense university virtual herbarium project. *Proceedings of Edulearn*, 11
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R. y Nacke, L. 2011. From game design elements to gamefulness: defining gamification. En ACM (ed.), *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments* (pp. 9-15). New York: Association for Computing Machinery
- Fernández-Salegui, A.B., Alfaro-Saiz, E. y Acedo C. 2019. El entorno inmediato como espacio de aprendizaje activo: Bioblizt. En *Innovación Docente e Investigación en Ciencias, Ingeniería y Arquitectura*. Egea González, F.J., Gázquez Linares, J.J., Molero Jurado, M.M., Simón Márquez, M.M., Martos Martínez, A., Barragán Martín, A.B., Oropesa Ruiz, N.F. y Soriano Sánchez, J.G. Capítulo 36: 433-443. Ed. Dykinson. Madrid. ISBN: 978-84-1324-559-1
- Fernández-Salegui, A.B., Trobajo S., Pérez-Llamazares A., Santamarina S., Alfaro E. y Acedo C. 2020. Docencia práctica de laboratorio en tiempos de la Covid-19: Las fichas botánicas y el banco de imágenes. En: *Investigación en Ciencias, Ingeniería y Arquitectura*. Ed. Dykinson. En prensa
- Flannery, M.C. 2013. Plant Collections Online: Using Digital Herbaria in Biology Teaching. *Bioscene: Journal of College Biology Teaching*, 39(1), 3-9



- Funk, V. 2007. 100 Uses for a Herbarium: well at least 72. *American Society of Plant Taxonomists Newsletter*
- Heaslip, G., Donovan, P. y Cullen, J. G. 2014. Student response systems and learner engagement in large classes. doi: 10.1177/1469787413514648.
- Knapp, S. 2019. Are humans really blind to plants? *Plants, People & Planet* 1: 164–168. doi.org/10.1002/ppp3.36
- Kuh, G.D. 2008. High-Impact Educational Practices: What They Are, Who Has Access to Them, and Why They Matter. AAC&U eBooks, Curriculum, Faculty, LEAP, Making Excellence Inclusive. ISBN 978-0-9796181-4-7
- Rosales-Peláez, P., Beltrán, F. R., Ruiz-Santaquiteria, M., Díaz-Lorente, V. M., Conde, M. M. y Ramírez, J. 2019. Desarrollo y aplicación de un escape room sobre la tabla periódica. Trabajo presentado en el V Congreso CINAIC, Octubre, Madrid.
- Trobajo, S., Fernández-Salegui, A.B., Pérez-Llamazares, A., Santamarina, S., Alfaro, E. y Acedo, C. 2020. Los líquenes como decodificadores del entorno: breakout vs. metodologías tradicionales. En: *Investigación en Ciencias, Ingeniería y Arquitectura*. Ed. Dykinson. En prensa
- Wandersee, J.H., y Schussler, E.E. 1999. Preventing plant blindness. *The American Biology Teacher*, 61: 82–86
- Wo Ching Wong, A.V. 2019. Planeta Planta: Una propuesta de apoyo didáctico para los estudiantes de Botánica General de la carrera de Manejo de Recursos Naturales de la Universidad Estatal a Distancia. Universidad Estatal a Distancia, San José, Costa Rica