

Multimedia Planeta Planta: Recursos educativos tecnológicos para el aprendizaje y la enseñanza de Botánica en un ambiente de educación a distancia.

Planet Plant Multimedia: Technological educational resources for learning and teaching Botany in a distance education environment

Multimídia Planeta Planta: Recursos educacionais tecnológicos para aprendizagem e ensino de Botânica em um ambiente de ensino a distância

Ana Victoria Wo Ching Wong

Universidad Estatal a Distancia

San José, Costa Rica

awo@uned.ac.cr

 ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6288-6802>

Recibido – Received – Recebido: 29/01/23 - Corregido – Revised – Revisado: 15/05/23 - Aceptado – Accepted – Aprovado: 25/05/23

DOI: <https://doi.org/10.22458/ie.v25i39.4602>

URL: <https://revistas.uned.ac.cr/index.php/innovaciones/article/view/4602>

Resumen: La presente sistematización se relaciona con el desarrollo del multimedia “Planeta Planta”, propuesta que se inscribe en la gestión de recursos tecnológicos para la enseñanza y aprendizaje a distancia de la asignatura Botánica General, de la carrera de Manejo de Recursos Naturales de la Universidad Estatal a Distancia (UNED), Costa Rica. La primera etapa del proyecto comprendió un diagnóstico de los factores que afectaron el rendimiento estudiantil en el curso de Botánica General en 2017. Con base en los resultados del diagnóstico se crea el multimedia Planeta Planta, fundamentado en un paradigma constructivista y un enfoque epistemológico cognitivista para fomentar el aprendizaje significativo. El multimedia se caracteriza por contener una variedad de actividades formativas, mapas conceptuales, imágenes de estructuras anatómicas de los vegetales, esquemas conceptuales y videos sobre procesos fisiológicos de las plantas, entre otros recursos. La validación del producto se llevó a cabo con estudiantes y expertos docentes. Ambos grupos consideraron que Planeta Planta es un recurso educativo con gran usabilidad y que puede incrementar la motivación hacia el aprendizaje de la botánica.

Palabras claves: botánica, educación a distancia, recursos educacionales, tecnología de la información, tecnología educacional

Abstract: This systematization is related to the development of the multimedia “Planeta Planta” (in Spanish), a proposal that is part of the management of technological resources for distance teaching and learning of the General Botany course of the Natural Resources Management career of the Universidad Estatal a Distancia (UNED), Costa Rica. The first stage of the project included a diagnosis of the factors that affected student performance in the General Botany course in 2017. Based on the results of the diagnosis, the multimedia “Planeta Planta” was created, based on a constructivist paradigm and a cognitivist epistemological approach to promote meaningful learning. Multimedia is characterized by containing a variety of training activities, concept maps, images of plant anatomical structures, conceptual diagrams, and videos on plant physiological processes, among other resources. The validation of the product was carried out with students and teaching experts. Both groups

considered that “Planeta Planta” is an educational resource with great usability and that it can increase motivation towards learning botany.

Keywords: botany, distance education, educational resources, information technology, educational technology

Resumo: Esta sistematização está relacionada ao desenvolvimento do multimídia “Planeta Planta”, uma proposta que faz parte da gestão de recursos tecnológicos para o ensino e aprendizagem a distância da disciplina Botânica Geral, no curso de Gestão de Recursos Naturais da Universidad Estatal a Distancia (UNED), Costa Rica. A primeira etapa do projeto envolveu um diagnóstico dos fatores que afetaram o desempenho dos alunos no curso de Botânica Geral em 2017. Com base nos resultados do diagnóstico, foi criada a multimídia Planeta Planta, baseada em um paradigma construtivista e em uma abordagem epistemológica cognitivista para promover a aprendizagem significativa. A multimídia é caracterizada por uma variedade de atividades educacionais, mapas conceituais, imagens de estruturas anatômicas de plantas, diagramas conceituais e vídeos sobre processos fisiológicos de plantas, entre outros recursos. A validação do produto foi realizada com alunos e especialistas em ensino. Ambos os grupos consideraram que o Planeta Planta é um recurso educacional de grande usabilidade e que pode aumentar a motivação para o aprendizado de botânica.

Palavras-chave: botânica, educação a distância, recursos educacionais, tecnologia da informação, tecnologia educacional, tecnologia educacional

INTRODUCCIÓN

En la Universidad Estatal a Distancia (UNED), la asignatura Botánica General forma parte del plan de estudios de la carrera de Manejo de Recursos Naturales. Se acompaña de un curso de laboratorio denominado Laboratorio de Botánica General. Para cursar esta materia, se necesita haber aprobado Biología General y Laboratorio de Biología General. Asimismo, la aprobación del curso es un requisito para cursar tres asignaturas: Ecología General, Flora General y Fisiología Vegetal Aplicada (UNED, 2018a).

El bajo rendimiento estudiantil verificado en la asignatura Botánica General incide significativamente en la prosecución académica de sus estudiantes. Según la información obtenida de la base de datos del Sistema de Administración de Estudiantes (SAE) de la UNED, en el año 2017 solo el 44,79 % de los estudiantes que matricularon la asignatura logró aprobar el curso; es decir, más de la mitad reprobó.

Por lo general, la educación a distancia se desarrolla en un modelo de aprendizaje híbrido (“blended learning” en inglés) que combina la instrucción en línea con interacciones presenciales (Schunk, 2012). La modalidad a distancia hace posible que quienes tengan dificultad para asistir a clases convencionales puedan acceder a la educación superior. Sin embargo, una vez dentro del sistema, los estudiantes encuentran una serie de retos que afectan su desempeño académico (Sánchez, 2015). Algunos factores que influyen en el rendimiento son las características personales de los alumnos, las interacciones sociales y sobre todo los atributos de los recursos didácticos y de los cursos.

Por otro lado, y a pesar de la gran importancia que tienen las plantas para mantener la vida en el planeta, la botánica ha sido bastante ignorada en el currículo educativo desde la escuela a la universidad, tanto en los cursos como en los libros de texto (Stagg y Donkin, 2013), por lo que se ofrecen relativamente pocas alternativas a los estudiantes para aumentar su conocimiento sobre las plantas.

Así pues, distintos estudios han resaltado que, en comparación con otras asignaturas de ciencias biológicas (como la zoología o la biología humana), la botánica genera poco interés (Uno, 2009). Este bajo nivel de interés no solo es presentado por los estudiantes, sino también por los docentes. Más aun, los

alumnos que han llevado cursos de botánica muestran un conocimiento deficiente sobre las plantas y manejan errores conceptuales (Jäkel, 2013; Prokop y Fancovicová, 2014).

Los estudiantes de botánica encuentran muchas dificultades para asimilar los contenidos de esta disciplina. Esto se puede deber a que, tradicionalmente, la asignatura se enseña de manera teórica y poco interesante para los alumnos (Santos da Silva, Guimaraes y Takeo, 2016). Sobre este punto, varios especialistas en docencia han cuestionado la manera cómo en las instituciones educativas “se enseñan aprendizajes abstractos y descontextualizados, conocimientos inertes, poco útiles y escasamente motivantes, de relevancia social limitada” (Díaz-Barriga y Hernández, 2002, citados en Díaz-Barriga, 2003, p. 3).

En contraste, las actividades contextualizadas, como aquellas que se efectúan en el campo, tienen la capacidad de estimular el interés por las plantas (Tirado, 2015). La metodología de la indagación también contribuye mucho a la enseñanza y el aprendizaje de temas de biodiversidad y ecología (Jäkel, 2013). Los cursos a distancia suponen el reto de no ofrecer al estudiante tantas opciones para desarrollar actividades contextualizadas, como laboratorios o efectuar trabajos de campo bien planificados (Hallyburton y Lunsford, 2013).

Ahora bien, la mayoría de las personas que se dedican a la investigación en didáctica considera que el marco teórico desarrollado por Ausubel es el más apropiado para fundamentar el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias (Novak *et al.*, 1971). El eje central del trabajo de Ausubel (1976) es el aprendizaje significativo, el cual se caracteriza como la relación sustancial (no al pie de la letra) de ideas expresadas simbólicamente con los conocimientos previos del estudiante.

El principio de asimilación de Ausubel fundamenta el aprendizaje significativo. Este principio enuncia que el estudiante asimila nuevos conocimientos al incorporarlos en su estructura cognitiva de manera sustancial, consciente y no arbitraria por medio de ideas, proposiciones o conceptos subsumidores (generales, que abarcan otros conceptos) capaces de anclar la nueva información y transformarla (Flores *et al.*, 2013). En otras palabras, la asimilación se produce cuando un nuevo conocimiento se integra en los conocimientos existentes.

Una estrategia instruccional para lograr el aprendizaje significativo es hacer uso de un organizador previo (Ausubel, 1976). Este consiste en un material introductorio que se le proporciona al estudiante antes de una lección en forma de texto, imágenes o hipermedia, y que contiene información resumida relacionada con los contenidos que se estudiarán. Esto permite que los alumnos integren los conocimientos previos con la información nueva y, de esta manera, mejoren la retención de los conceptos. Novak y sus colaboradores sugirieron que las relaciones entre conceptos se podían representar por medio de mapas conceptuales (Novak y Cañas, 2006); Schwendimann (2015) sugiere que estos mapas se utilicen como organizadores previos para dar una reseña de las ideas principales que contendrá una lección.

Los materiales o recursos didácticos pueden influir en la estructura cognitiva del estudiante (Ausubel *et al.*; 1983, citados en Flores *et al.*, 2013), por lo que su calidad es un factor determinante en el rendimiento de los estudiantes del modelo de educación a distancia (Sánchez, 2015). Los alumnos de todas las edades se benefician de la información bien organizada y que se presenta en una variedad de formas. Esta variedad permite captar la atención del estudiante y mantenerla (Schunk, 2012).

Por otra parte, los modelos de educación a distancia son cada vez más populares, al mismo tiempo que la Internet y la tecnología se vuelven imprescindibles en el aprendizaje a distancia. Al digitalizar los recursos de aprendizaje por medio de técnicas y dispositivos multimedia, los contenidos educativos

se pueden acceder, reproducir y distribuir con facilidad a los estudiantes, salvando la barrera de la distancia (Çengel y Kocaman, 2015). En este contexto, las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) podrían ayudar a hacer más visibles las plantas y contextualizarlas en su entorno (Tirado, 2015). Se ha observado que las TIC contribuyen no solo a mejorar el aprendizaje, sino también a incrementar la satisfacción del estudiante (Schunk, 2012); asimismo, en la educación a distancia, las interacciones entre estudiantes, entre alumnado y docentes, y entre alumnos y contenido, ayudan a mejorar el rendimiento académico.

Por tanto, los recursos didácticos deben ser potencialmente significativos para la persona estudiante (Ausubel *et al.*, 1983, citados en Flores *et al.*, 2013), quien tiene un papel preponderante como centro del proceso de aprendizaje en el paradigma constructivista y en el enfoque epistemológico cognitivista. En estos se considera que el aprendizaje es producto de la construcción mental, de la participación activa del estudiante y que se construye conocimiento a partir de la integración de nueva información con la experiencia (Bada y Olusegun, 2015; Mendoza, 2017).

Así, con fundamento en lo anterior, se planteó como objetivo de la sistematización: analizar los factores que influyen en el desempeño académico de los estudiantes de la asignatura Botánica General de la UNED, mediante el diagnóstico de las circunstancias que incidieron en los resultados obtenidos por el estudiantado en el año 2017, con el fin de elaborar una propuesta de apoyo didáctico desde la tecnología educativa. Se formularon los siguientes objetivos específicos: reconocer algunos aspectos que influyen en el desempeño académico en la educación a distancia, distinguir los factores que afectan el rendimiento académico de las personas estudiantes en el proceso de aprendizaje de la botánica e identificar recursos TIC que contribuyen a incrementar el interés de los estudiantes hacia la botánica. Para el logro del último objetivo, se plantea un multimedia educativo con base en un paradigma constructivista y un enfoque epistemológico cognitivista.

DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA

Contexto

En el año 2017, la UNED cumplió cuatro décadas como institución pionera de Costa Rica en educación universitaria a distancia. Tiene un modelo de acceso abierto, es decir, que no requiere examen de admisión. Asimismo, existen aproximadamente 40 sedes universitarias en todo el país. Aunque no es una universidad virtual, cada vez cuenta con más carreras y programas que tienden a la virtualización (Mora, 2017). En el modelo se insta a “encontrar metodologías y estrategias de educación a distancia apropiadas que permitan aprovechar todo el potencial de las tecnologías al servicio de una formación más autónoma de todos aquellos que deseen hacerlo” (UNED, 2005, p. 6).

La asignatura Botánica General es de naturaleza híbrida y consta de tres tutorías presenciales de dos horas que no son de asistencia obligatoria. Los alumnos disponen de un entorno virtual en la plataforma Moodle®, administrado por el Programa de Aprendizaje en Línea (UNED, 2018b). El curso es teórico y no incluye práctica; sin embargo, se lleva paralelamente a la asignatura Laboratorio de Botánica General, la cual consta de tres sesiones de laboratorio y una gira de campo.

Las personas docentes suelen emplear presentaciones elaboradas con el *software* Microsoft® PowerPoint® para las tutorías presenciales. La plataforma Moodle® ofrece material complementario

como láminas con imágenes; además, se usa para hacer pruebas cortas a los estudiantes, recibir tareas de los alumnos y enviar comunicaciones masivas como recordatorios. En los primeros tres cuatrimestres de la carrera, se dan los mayores porcentajes de deserción de estudiantes de la UNED, por lo que en este periodo es necesario reforzar las medidas para lograr la retención de los alumnos (Sánchez, 2015).

Como parte del proceso de sistematización, se efectuó un diagnóstico de los factores que inciden en el rendimiento académico en el curso de Botánica General. El enfoque del estudio es cuantitativo mixto (Hernández *et al.*, 2014); esto quiere decir que la investigación tiene una preponderancia cuantitativa, pero incorpora elementos de un enfoque cualitativo.

El diagnóstico se realizó en una población de 96 estudiantes de la carrera de Manejo de Recursos Naturales que matricularon el curso en 2017. Un total de 68 alumnos de la población censada respondió un cuestionario autoadministrado. De estos estudiantes, el 70,59 % se identificó con el género femenino, mientras que el 29,42 % se identificó con el género masculino. Sus edades varían entre los 19 y los 53 años.

METODOLOGÍA

El desarrollo del proyecto se dividió en dos etapas: la primera comprendió un diagnóstico de factores que influyen en el rendimiento académico de los estudiantes del curso de Botánica General. La segunda etapa consistió en la elaboración del multimedia Planeta Planta con recursos como imágenes, texto, audio y video para fomentar el aprendizaje de los estudiantes y su interés por la asignatura.

Diagnóstico de factores que influyen en el rendimiento académico en la educación a distancia y en el proceso de aprendizaje de la botánica

Para conocer los factores que influyen en el rendimiento académico de los estudiantes matriculados en el curso de Botánica General, se elaboró un cuestionario autoadministrado elaborado con la aplicación LimeSurvey™. El cuestionario comprendió preguntas cerradas, abiertas y mixtas, y estaba compuesto por ocho secciones (Tabla 1).

Además del cuestionario, se hizo uso de datos suministrados por la cátedra de Ciencias Biológicas de la Escuela de Ciencias Exactas y Naturales en relación con las calificaciones del grupo de estudiantes del año 2017. Se procedió al consentimiento informado por medio de invitaciones para contestar el cuestionario autoadministrado, enviadas por correo electrónico a los estudiantes que cursaron Botánica General en el año 2017. Se utilizó la opción de "Respuestas anónimas" para resguardar la identidad de los usuarios y sus respuestas, y se recurrió al juicio de cuatro expertos (biólogos y tutores activos de la asignatura Botánica General) para determinar la validez del cuestionario autoadministrado en una evaluación de usabilidad (los jueces completaron el instrumento con el fin de comprobar si todos los ítems se podían contestar).

Tabla 1

Tipo de preguntas y contenido evaluado en el cuestionario autoadministrado a los estudiantes del curso de Botánica General en el año 2017

Sección	Tipos de pregunta	Contenido evaluado
Información general	Cerrada, abierta y mixta	Género, edad, motivo para estudiar manejo de recursos
Aprobación del curso	Cerrada y mixta	Cantidad de veces que repitió el curso y si hizo examen
Opiniones sobre la asignatura	Cerrada (Escala Likert)	Percepción de los estudiantes sobre la asignatura
Material didáctico y su aprovechamiento	Cerrada (Escala Likert)	Percepción de los estudiantes sobre el libro <i>Botánica General. Desde los Musgos hasta los Árboles</i> (Vargas, 2011)
Nivel de dificultad de los contenidos de la	Cerrada (Escala Likert)	Percepción de los estudiantes sobre los contenidos que
Asistencia a tutorías de Botánica General	Cerrada y mixta	Cantidad de veces que los estudiantes asistieron a las
Gusto por aprender sobre las plantas	Cerrada (Escala Likert)	Interés de los estudiantes por estudiar botánica
Motivación brindada por la persona do-	Cerrada (Escala Likert)	Percepción de los estudiantes sobre el docente
Uso de dispositivos electrónicos para el aprendizaje	Cerrada (Escala Likert)	Preferencia de los estudiantes por el uso de dispositivos electrónicos en el proceso de aprendizaje
Recursos de apoyo didáctico para la teoría de la Botánica Genera	Cerrada (Escala Likert) y mixta	Otras fuentes de información empleadas por los estudiantes para aprender sobre la botánica

Resultados del diagnóstico

En el año 2017, un 44,79 % de los estudiantes aprobó la asignatura Botánica General, en contraste con un 55,21 % que reprobó. El 44,12 % (menos de la mitad del grupo) logró aprobar la asignatura la primera vez que la matriculó, mientras que un 55,88 % tuvo que repetir el curso.

Para los estudiantes encuestados, las tres principales motivaciones para estudiar la carrera de Manejo de Recursos Naturales fueron: la protección de los recursos naturales (97 %), la obtención de un título universitario (35,29 %) y la consecuente mejora en el salario (13,24 %). Estos motivos se asocian con el perfil de estudiantes que ya se desempeñan en algún campo laboral vinculado a los recursos naturales, en donde probablemente deban poner en práctica sus conocimientos como profesionales. Cabe destacar que la mayoría de los estudiantes consideró que la asignatura es de su agrado y que puede aplicarse a la vida diaria.

A pesar de que el material didáctico vinculado al curso se enfoca principalmente en nociones básicas sobre las plantas, los estudiantes entrevistados lo consideran útil, con recursos como esquemas e ilustraciones que permiten el aprendizaje de los contenidos. Un 70,59 % de los estudiantes entrevistados consideró que el libro de texto aborda los contenidos con un nivel de complejidad adecuado, mientras que un 26,47 % opinó que el nivel es alto, y un 2,94 %, bajo.

Algunos temas como la clasificación de los organismos del reino Plantae y su evolución fueron identificados como los contenidos más complejos, mientras que otros como las adaptaciones de las plantas y la

restauración de ambientes degradados fueron señalados como fáciles de aprender, posiblemente por su estrecha relación con el manejo de los recursos naturales.

El 78 % de los estudiantes consultados asistió al menos a dos de las cuatro tutorías que la asignatura ofrece; el 22% asistió solo a una o a ninguna clase. Entre los alumnos que no asistieron a lecciones o solo fueron a una de ellas, la mayor parte de las ausencias (46,67 %) se debió a que el horario de trabajo entró en conflicto con el horario de la tutoría.

El 41,18 % consideró que la persona docente es un factor determinante en su proceso de aprendizaje; el resto considera que su motivación por aprender no depende de quien imparta las tutorías. También el 41,18 % de los estudiantes utilizó recursos de apoyo didáctico, debido: a que consideraron que en el libro de texto no se explican bien ciertos conceptos, tienen mayor facilidad para aprender mediante videos, requieren más ejemplos, su estilo de aprendizaje es más visual, necesitan imágenes a color y desean comprender mejor la materia, entre otras razones.

En el caso de que se ofrecieran recursos de apoyo didáctico complementarios, el 72 % expresó predilección por sitios web que contengan recursos gráficos y videos y que refuercen los contenidos de la asignatura. También manifestaron preferencia por talleres de inducción (38 %), laboratorios virtuales (36,76 %) y sesiones virtuales mensuales para resolver dudas (29,41 %).

Elaboración del multimedia Planeta Planta

Considerando que más de un tercio de los estudiantes manifestó utilizar material de apoyo didáctico, preferir el aprendizaje mediante videos, requerir más ejemplos, tener un estilo de aprendizaje más visual y necesitar mayor cantidad de actividades como tareas complementarias y trabajos de campo, se determinó que el uso de TIC podría ser útil para atender las necesidades indicadas, debido a que estas tecnologías contribuyen no solo a mejorar el aprendizaje, sino también a incrementar la satisfacción del estudiante (Schunk, 2012). Asimismo, se ha evidenciado que en la educación a distancia las interacciones que se producen entre alumnos y contenido, gracias a las TIC, influyen positivamente en el mejoramiento del rendimiento académico (Bernard *et al.*, 2009, citados en Schunk, 2012).

La incorporación de estas tecnologías en el proceso instruccional se puede lograr por medio de sistemas multimedia (Roblyer, 2006, citado en Schunk, 2012). El término multimedia se refiere a la combinación de varios medios como texto, imagen, sonido, música, animación y video para la difusión de información con el fin de impactar varios sentidos a la vez y fomentar una mayor comprensión del mensaje (Pagani, 2013 y Smaldino, 2014, citados en Zepeda y Méndez, 2016).

De esta manera, con base en los resultados del diagnóstico, se seleccionaron diversos tipos de recursos TIC que podrían ser útiles para el aprendizaje de la botánica para ser consolidados en un multimedia educativo: Planeta Planta. Se decidió que el multimedia tendría las siguientes características técnicas:

- Sitio web temático educativo: el recurso tiene las características de un sitio web y contiene un tema específico, en este caso, las plantas; por tanto, dentro de la tipología de Marquès (2000), Planeta Planta es un sitio web temático educativo.
- Facilidad de uso (usabilidad) y de navegación fácil e intuitiva, ya que es como un sitio web con opciones de accesibilidad, pues es posible que algunos estudiantes no estén familiarizados con el uso de material didáctico digital.
- Contenido multimedia (imagen, audio, video y texto).

- Posibilidad de acceso desde computadoras y dispositivos móviles.
- Lenguaje técnico básico, de manera que pueda ser comprendido por una audiencia amplia.
- Presencia de información descargable.

Para hacer realidad las ideas teóricas del paradigma constructivista y el enfoque epistemológico cognitivista, se definieron las siguientes características:

- Mapas conceptuales al inicio de cada tema que, como sugiere Schwendimann (2015), sirven para reseñar las ideas principales que se abordarán en el tema. Estos cumplen con la función de organizadores previos, lo cual es consistente con la teoría de aprendizaje significativo de Ausubel, al permitir que los alumnos asocien sus conocimientos previos con información nueva, para una mejor retención de conceptos.
- Contenidos organizados de lo general a lo particular, de acuerdo con la unidad didáctica del curso, y agrupados según su relación entre sí. De esta manera, se lleva a la práctica lo expresado por Novak *et al.* (1971) sobre los beneficios de una organización jerárquica de conceptos para el aprendizaje de contenidos subordinados.
- Contenidos y actividades que se relacionan con la vida cotidiana o con la carrera de Manejo de Recursos Naturales. Así se abordan situaciones significativas para los estudiantes y permiten que asocien sus conocimientos previos con situaciones que afecten sus emociones. Esto contribuye a aumentar el interés de los alumnos hacia la asignatura y hace más accesible el conocimiento estructurado (Jäkel, 2013; Pozo y Gómez, 2010).
- Lenguaje ameno y vocabulario técnico amigable para audiencias que no han realizado ningún curso de botánica previamente. De esta manera, se evita el estrés, lo que a su vez facilita el aprendizaje (Schunk, 2012).
- Contenido multimedia diverso, especialmente gran cantidad de imágenes a color para atender al estilo de aprendizaje visual. La variedad de formas en que se presenta la información tiene la capacidad de captar la atención del estudiante y aumentar su comprensión (Schunk, 2012). De esta manera, se proporcionan recursos potencialmente significativos para el estudiante.
- Variedad de actividades formativas que acompañan cada contenido y que contienen imágenes o videos que muestran las plantas en su hábitat natural, con el fin de que el estudiante relacione el contenido abordado con organismos que conoce de su entorno.

El desarrollo del multimedia se llevó a cabo en seis fases, de acuerdo con el modelo ASSURE y considerando los aspectos propuestos por Marquès (2000) para el diseño de un sitio web educativo, de la siguiente manera:

1. Análisis de las características de los estudiantes de Botánica General. Mediante el diagnóstico (cuestionario autoadministrado), se determinaron algunos atributos de los destinatarios, tales como el género, la edad, los intereses, los temas de botánica que consideran más difíciles, los estilos de aprendizaje y las necesidades.
2. Establecimiento de objetivos de aprendizaje que se pretenden alcanzar con el multimedia.
3. Selección de los contenidos a presentar y su nivel de profundidad, el tipo de actividades, la tecnología para desarrollar y editar las páginas y aplicaciones web, los medios (texto, tipos de imágenes, multimedia, audio, video) y los materiales de apoyo (aplicaciones, laboratorios virtuales en línea, entre otros). Inicialmente se utilizó el gestor de contenidos WordPress® para ensamblar el multimedia y el servicio de alojamiento o hosting de edumovil.com.
4. Organizar el escenario de aprendizaje, es decir, estructurar los contenidos y determinar su secuencia mediante menús y submenús, hipervínculos y esquemas.

5. Fomentar la participación activa de los estudiantes mediante el diseño de actividades formativas que promuevan el trabajo de campo o experimental y la colaboración entre pares.
6. Evaluar la implementación y los resultados mediante un proceso de validación, a fin de introducir mejoras. Las evaluaciones efectuadas tuvieron el propósito de comprobar si todos los enlaces del sitio eran funcionales. Se validó la usabilidad del multimedia con estudiantes y expertos. La forma en que se seleccionó a los participantes fue un muestreo no probabilístico por conveniencia, el cual consiste en utilizar muestras dirigidas, formadas por individuos a quienes se tiene acceso (Battaglia, 2008, citado en Hernández *et al.*, 2004).

Para evaluar el multimedia resultante, se utilizaron cuatro tipos de instrumentos aplicados a los estudiantes y a un grupo de expertos:

- Sistema de Escala de Usabilidad [SUS] (Preciado *et al.*, 2014)
- Evaluación de satisfacción del usuario
- Evaluación del multimedia Planeta Planta
- Evaluación de los resultados de las actividades de evaluación

Para obtener el grado de confiabilidad interevaluador, se obtuvo el APPA de Larsson (Bjurström *et al.*, 2014), el cual es una medida del porcentaje promedio de concordancia entre pares de evaluadores.

El objetivo del SUS es medir la facilidad de uso del recurso; contiene 10 enunciados tipo escala de Likert (Tabla 2).

Tabla 2

Enunciados del Sistema de Escala de Usabilidad aplicados para evaluar el multimedia Planeta Planta

Enunciado	En completo desacuerdo					Muy de acuerdo
1. Creo que me gustará visitar con frecuencia el sitio web	1	2	3	4	5	
2. Me pareció que el sitio web era innecesariamente complejo	1	2	3	4	5	
3. Me pareció un sitio web fácil de usar	1	2	3	4	5	
4. Creo que se necesita soporte técnico o experto para utilizar el sitio web	1	2	3	4	5	
5. Encontré las funciones de este sitio web bien integradas	1	2	3	4	5	
6. Pensé que había mucha inconsistencia en el sitio web	1	2	3	4	5	
7. Imagino que la mayoría de las personas aprendería rápidamente a utilizar el sitio	1	2	3	4	5	
8. Al recorrer el sitio web, este me pareció muy grande	1	2	3	4	5	
9. Me sentí muy confiado (a) en el manejo del sitio web	1	2	3	4	5	
10. Tuve que aprender muchas cosas antes de poder manejar el sitio web	1	2	3	4	5	

Nota: Los enunciados impares contienen afirmaciones positivas sobre el sitio, mientras que la redacción de los pares tiene una connotación negativa. El puntaje que se asigne a cada enunciado se procesa de la siguiente manera: a los resultados de los cinco enunciados impares (1, 3, 5, 7 y 9), se le resta un punto a la posición marcada en la escala (posición - 1). En cada uno de los cinco enunciados pares (2, 4, 6, 8 y 10), se debe restar a 5 la posición marcada en la escala (5 - posición). Posteriormente, se suman los resultados y se multiplica esa suma por 2,5 para obtener la calificación global de SUS.

En general, se puede calificar la usabilidad de un sitio según el puntaje global obtenido en el instrumento SUS. Los estudiantes asignaron al prototipo de Planeta Planta un puntaje global de usabilidad

de 75,75, lo cual corresponde a una calificación de bueno. Los expertos asignaron a Planeta Planta un puntaje global de usabilidad de 73,25, que también corresponde a una calificación de bueno (Tabla 3).

Tabla 3

Rangos de calificaciones en el instrumento SUS

Rango de puntaje	Calificación
0-50	Terrible
51-68	Pobre
68	Aceptable
68-80,3	Bueno
80,3-84	Excelente
84,1-100	Sobresaliente

Para evaluar la satisfacción de los estudiantes sobre el multimedia, se suministró una encuesta que consta de nueve secciones con tres enunciados, tipo escala de Likert cada una. Cada sección evalúa un componente distinto del sitio web (aparición, contenidos textuales, imágenes, videos, actividades, recursos educativos abiertos, sitios de interés, navegación y utilidad del sitio). La calificación promedio de satisfacción otorgada por los estudiantes fue de $98,52 \pm 0,03$ (APPA de Larsson= 98,94 %), es decir, sobresaliente para los parámetros indicados en la Tabla 4.

También se recurrió al juicio de siete expertos (los mismos docentes y encargados de cátedra que participaron en la evaluación de usabilidad), con el propósito de documentar su percepción de la calidad del multimedia desde un punto de vista más técnico. El instrumento suministrado es una encuesta que consta de seis secciones con tres enunciados tipo escala de Likert cada una; cada sección evalúa un componente distinto del sitio web (calidad del contenido, capacidad para la motivación, diseño y presentación, usabilidad, accesibilidad y valor educativo de la propuesta).

La calificación promedio otorgada por los expertos, docentes y encargados de cátedra, fue de $92,00 \pm 9,92$; es decir, en general perciben la calidad del sitio web como sobresaliente (APPA de Larsson= 60,32 %). Se obtuvieron los siguientes resultados para los criterios evaluados (Tabla 5).

El multimedia contiene nueve páginas de actividades de evaluación correspondientes a nueve grupos de contenidos temáticos y evalúan el logro de los objetivos de aprendizaje. Estas evaluaciones se aprueban con una nota mínima de 70 sobre 100, siguiendo el mismo criterio de calificación utilizado en la universidad. Estos instrumentos se aplicaron a las personas estudiantes participantes.

Los promedios de los resultados fueron superiores a 85. Las calificaciones más altas se obtuvieron en las evaluaciones del tema de las células vegetales, ya que el promedio de notas fue de 100. En segundo lugar, por promedio, se encuentran los temas de tejidos vegetales y fotosíntesis (97,6), seguidos de ambiente y conservación (97,4), órganos vegetales (96,1) y clasificación y evolución (95,8). Se obtuvieron los promedios más bajos en los temas de respiración celular (86,9), biomas (89,6) y relaciones hídricas (91,4).

Tabla 4

Evaluación de la satisfacción de los estudiantes sobre el uso del multimedia Planeta Planta

Criterio	Descripción	Porcentaje de evaluadores satisfechos
Apariencia	Gusto por la apariencia del sitio web	100
Contenidos textuales	Motivación para leer los textos, la cantidad de texto de cada página estaba dosificada y la redacción era amigable y comprensible	100
Imágenes	Las imágenes se pueden ver sin problema	85,70
Videos	Los videos se pueden ver sin problema, tienen relación con los temas tratados y ayudan en la comprensión del contenido	100
Actividades	Las actividades del sitio web se relacionan con los temas tratados, ayudan a la comprensión de los temas y eran agradables	100
Mapas conceptuales	Los mapas conceptuales ayudaron a relacionar los conceptos de cada tema	100
Sitios de interés	Los vínculos externos facilitan el estudio de la botánica, son agradables y adecuados para el aprendizaje	100
Navegación	Se puede navegar dentro del recurso con facilidad, la organización de los elementos de cada página es adecuada y que en el menú principal hay una adecuada selección de temas	100
Utilidad del sitio web	Los contenidos del sitio web refuerzan el aprendizaje de los temas de la asignatura Botánica General	100

Tabla 5

Evaluación de la satisfacción de los docentes sobre el multimedia Planeta Planta

Enunciado	Porcentaje de docentes que estuvieron de acuerdo o muy de acuerdo
Contenido sin errores u omisiones que pudieran confundir la interpretación de los conceptos	85,70
Los contenidos se apoyan en evidencias o argumentos lógicos	99,71
El sitio web tiene la capacidad de motivar y generar interés en la botánica	100
El sitio web ofrece una representación de sus contenidos basada en la realidad; con multimedia, interactividad u otros recursos que estimulan el interés del estudiante	100
El estudiante puede mostrar mayor interés por la botánica después de usar el sitio	100
Los videos y las animaciones incluyen narración	85,70
El color y el diseño del sitio son estéticos y no interfieren con el propósito del sitio web	100
La escritura del sitio es clara, concisa y sin errores	100
La navegación por el sitio web es fácil, intuitiva y ágil	100
La interfaz de usuario es clara y libre de errores	85,74
Las instrucciones de uso de los recursos del sitio web son claras e intuitivas	85,60
El sitio web es accesible mediante dispositivos móviles	100
La propuesta puede ser adaptada para su uso con estudiantes con necesidades especiales	57,20
El sitio web contiene recursos que pueden ser utilizados por estudiantes con discapacidades sensoriales o motoras	42,90
El contenido es relevante para el tema que se presenta	100
El sitio web presenta la información en forma clara y precisa, y es útil para generar aprendizajes con respecto a las plantas	100

En las evaluaciones se sugirieron los siguientes aspectos de mejora:

- Incluir estudios de caso.
- Ofrecer la opción de chat.
- Incluir galerías de fotografías.
- Agregar el nombre del autor de los mapas conceptuales.
- Eliminar la necesidad de registrarse para poder usar el multimedia.
- Adjuntar documentos en PDF, por ejemplo, de procesos bioquímicos.
- Agregar una sección que permita al visitante conocer quiénes están detrás de la elaboración del multimedia.
- Incluir en la bibliografía documentos elaborados por autores nacionales, como el *Manual de Flora o La Planta* (Eugenia Flores).
- Agregar nuevas perspectivas sobre el tema de restauración ecológica en el mapa conceptual sobre restauración de ambientes degradados. Actualizar el tema.

Presentación del multimedia Planeta Planta

Posterior a la validación del multimedia, en el año 2019 se estableció contacto con el Programa de Producción Electrónica Multimedial [PEM] de la Universidad Estatal a Distancia con el fin de iniciar la producción del multimedia Planeta Planta a partir del prototipo creado e incluir cambios pertinentes para atender e incorporar las observaciones y recomendaciones realizadas por usuarios estudiantes y expertos. No se incluyeron algunas sugerencias como la opción de chat ni los estudios de caso por la poca practicidad, ya que el multimedia no cuenta con un moderador. Además, no será necesario registrarse para utilizar el recurso.

Figura 1

Pantalla inicial del multimedia Planeta Planta



A continuación, se describen algunas características del producto final.

1. Acceso al multimedia. Se accede al recurso multimedia con el siguiente enlace: https://multimedia.uned.ac.cr/pem/planeta_planta/page/presentation.html
2. Pantalla inicial del multimedia. La pantalla inicial (Figura 1) da la bienvenida a la persona usuaria y refuerza la metáfora pedagógica en la que se basa el multimedia, la cual enfatiza la noción de que el planeta Tierra es único en el universo, gracias en gran parte a las plantas.
3. Menús emergentes. Al hacer clic sobre los íconos, se despliegan diferentes menús emergentes (Figura 2) o *pop-ups* con temas pertinentes a las siguientes tres categorías: Estructura de las plantas, Fisiología vegetal y Diversidad y conservación.
4. Mapas conceptuales. Al hacer clic sobre cualquiera de las opciones desplegadas en los menús emergentes de alguna de las categorías, se muestra una pantalla con un mapa conceptual (Figura 3). Este recurso está disponible para descargar en formato PDF. En la parte superior izquierda, se resumen, de manera breve, los aspectos más importantes sobre el tema de estudio; y en la parte inferior, se muestran otras opciones disponibles que permiten ampliar el tema. Los mapas conceptuales al inicio de cada tema se utilizarán como sugiere Schwendimann (2015), para reseñar las ideas principales que se abordarán en el tema. Así, los mapas conceptuales cumplirán la función de organizadores previos, lo cual es coherente con la teoría de aprendizaje significativo de Ausubel, al permitir que los alumnos asocien sus conocimientos previos con información nueva para una mejor retención de conceptos.

Figura 2

Menús emergentes del multimedia Planeta Planta

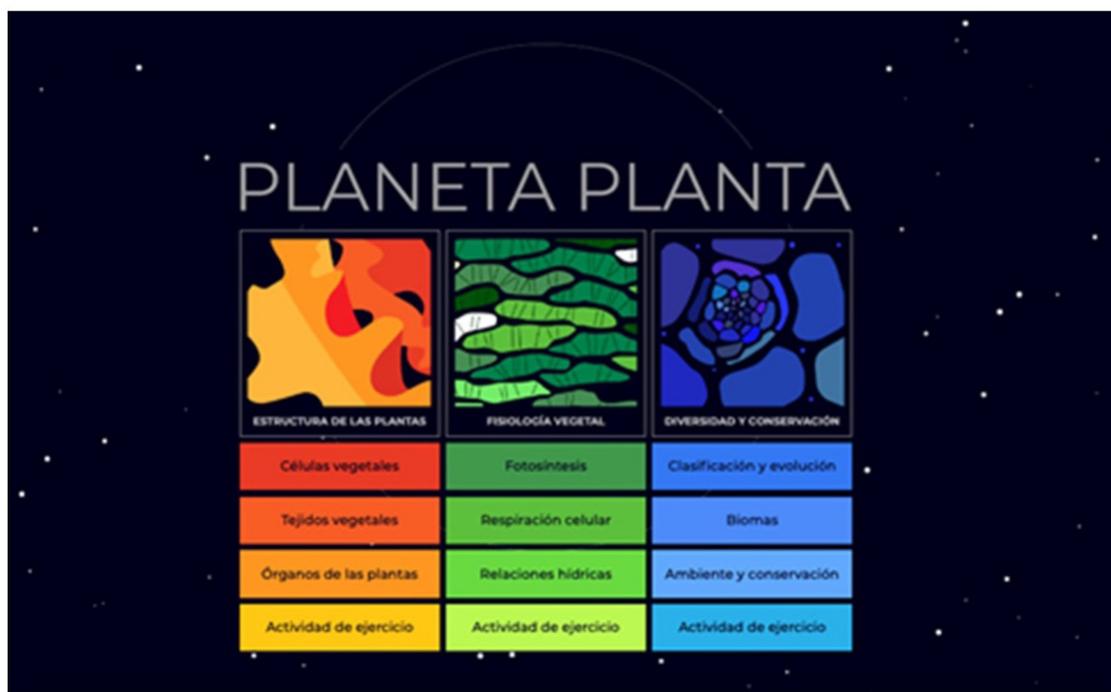
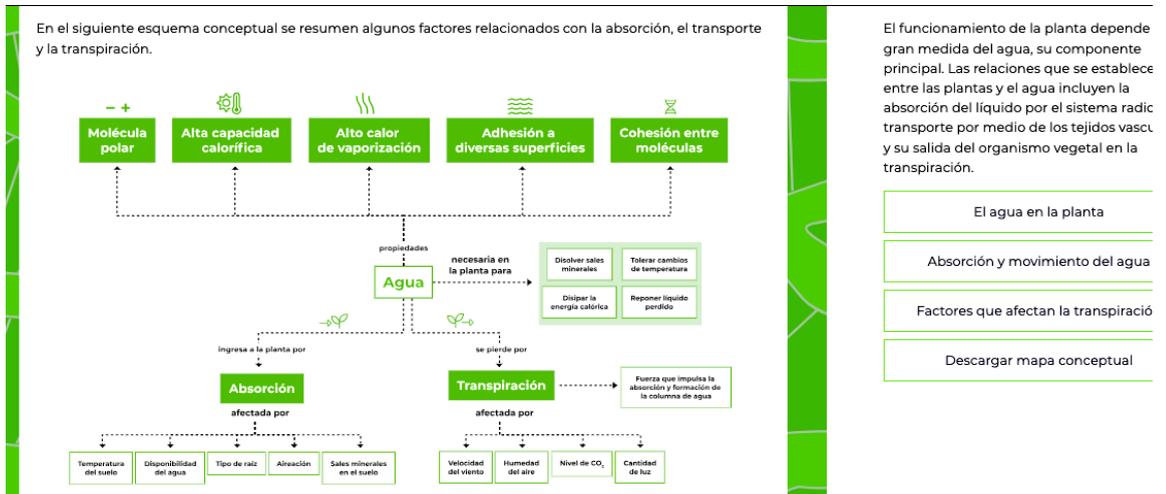


Figura 3
Mapa conceptual del temade relaciones hídricas en la plata



5. Conocimientos previos relacionados con contenidos organizados de lo general a lo particular. Al hacer clic sobre alguna de las opciones disponibles para ampliar el tema, se despliega una actividad corta para medir el conocimiento previo al estudio del tema de interés (Figura 4).

Figura 4
Actividad para evaluar el conocimiento previo que tiene la persona estudiante sobre ambiente y conservación

PP Diversidad y conservación **Ambiente y conservación** Sucesión ecológica

Sucesión eco

La sucesión ecológica producen cambios sec cuando sucede una alt establecen, primero, u transformaciones son t Hay dos tipos de suces

Conocimiento previo

Antes de estudiar el **Ambiente y conservación**, compruebe cuánto conoce de este tema. Al finalizar puede intentarlo de nuevo.

1. Indique si el enunciado es falso o verdadero.

Un jardín con plantas nativas puede contribuir a la restauración del ambiente de la comunidad.

Falso

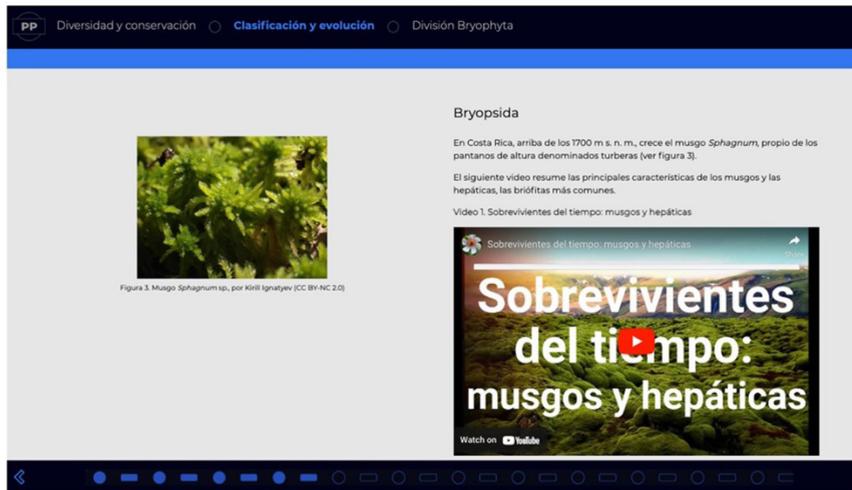
Verdadero

El multimedia permite al usuario navegar para revisar láminas con información relevante en formato de texto, ilustración, audio y video. Los contenidos están organizados de lo general a lo particular y

agrupados según su relación entre sí (Figura 5). De esta manera, se lleva a la práctica lo expuesto por Novak *et al.* (1971), en cuanto a los beneficios de una organización jerárquica de conceptos para el aprendizaje de contenidos subordinados.

Figura 5

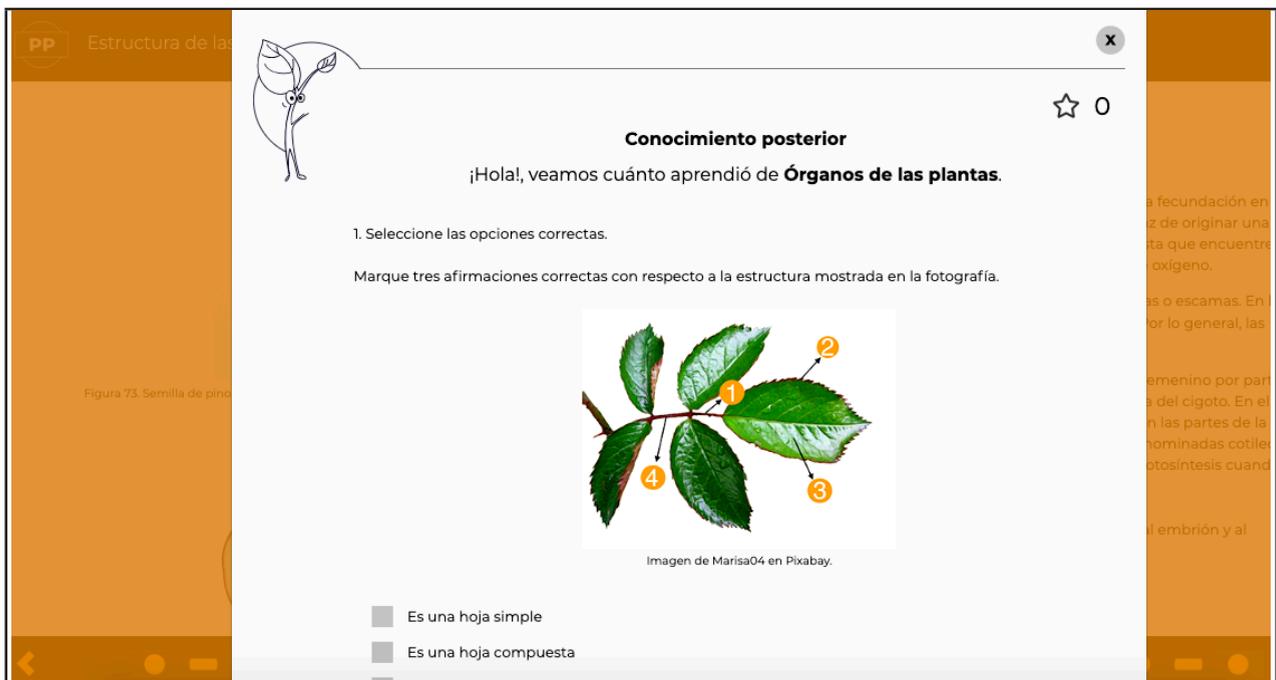
Sección del desarrollo del contenido sobre musgos.



Al finalizar el desarrollo de cada contenido se incluye otra actividad, en este caso para comprobar los conocimientos adquiridos (Figura 6).

Figura 6

Actividades para comprobar los conocimientos adquiridos sobre los órganos vitales.



6. Navegación eficiente. Al terminar de estudiar un contenido, el multimedia ofrece la opción de continuar con el estudio del tema siguiente o regresar a la pantalla inicial para continuar explorando otros temas.

7. Contenidos y actividades que se relacionan con la vida cotidiana o la carrera de Manejo de Recursos Naturales. Con estos contenidos y actividades se abordan situaciones significativas para los estudiantes, lo cual permite que asocien sus conocimientos previos con situaciones que afecten sus emociones. Esto contribuye a aumentar el interés de los alumnos hacia la asignatura y hace más accesible el conocimiento estructurado (Jäkel, 2013; Pozo y Gómez, 2010).

8. Lenguaje ameno y vocabulario técnico apropiado para audiencias que no han realizado ningún curso de botánica previamente. De esta manera, se favorece un clima positivo al evitar el estrés en los estudiantes, lo que a su vez facilita el aprendizaje (Schunk, 2012).

9. Contenido multimedia, sobre todo imágenes a color. La variedad de formas en que se presenta la información (Figura 7) captará la atención del estudiante y aumentará su comprensión (Schunk, 2012). De esta manera, se proporcionan recursos potencialmente significativos para el alumno.

Figura 7

Contenido desarrollado mediante la integración de información en forma de texto, imágenes y video

vegetal Relaciones hídricas Transpiración

Varios factores afectan la transpiración:

- La transpiración es mayor cuando el aire está seco o la velocidad del viento es alta, ya que se crea un gradiente de humedad. También, es elevada cuando hay altas temperaturas, ya que aumenta la velocidad de salida del agua.
- Un incremento en la cantidad de luz abre los estomas (para la fotosíntesis) y aumenta la transpiración.
- Un aumento en la humedad atmosférica o una elevada humedad del suelo también podrían favorecer la transpiración, ya que contribuyen a la turgencia de las células oclusivas de los estomas y, en consecuencia, los poros estomáticos pueden permanecer más abiertos.
- Una concentración alta de dióxido de carbono hace que el estoma tenga menor apertura, por cuanto habrá menos transpiración. No obstante, lo mismo sucede cuando hay una concentración alta de oxígeno (ver figura 1) y video 2).

Figura 1. Estomas de *Nerium* en suros protegidos con tricomas para evitar la transpiración, por Fayette A. Reynolds, Berkshire Community College Bioscience Image Library (CC0 1.0)

Video 2. La transpiración y el xilema

Adaptado y traducido por UNED a partir de video hecho por FuseSchool - Global Education (CC-BY).

10. Variedad de actividades de evaluación que acompañan cada tema y que contienen imágenes o videos que muestran las plantas en su ambiente natural, con el fin de que el estudiante relacione el contenido abordado con organismos que conoce de su entorno inmediato.

SÍNTESIS Y REFLEXIONES FINALES

El proceso de diagnóstico involucrado en la creación del multimedia fue clave para conocer diversos aspectos sobre el estudiantado de Manejo de Recursos Naturales en cuanto a sus necesidades académicas y preferencias de recursos de apoyo didáctico para el estudio de la botánica. Sin embargo, es necesario llevar a cabo un diagnóstico más amplio, por ejemplo, de los estudiantes de los últimos cinco años, con

el fin de profundizar en sus necesidades y conocer más sobre su realidad, explorar la influencia de la motivación intrínseca y la motivación extrínseca en los resultados de las evaluaciones y observar los estilos de aprendizaje predominantes. Así se podrían identificar más recursos útiles a mayor cantidad de usuarios.

Con los resultados de la etapa inicial, se logró crear multimedia con buena usabilidad, adecuada para estudiantes de la carrera. Esto se evidenció durante el proceso de validación, el cual reflejó aceptación por parte de los estudiantes hacia Planeta Planta. Las TIC hicieron posible la aplicación de teorías de aprendizaje en los distintos componentes del multimedia. Estas tecnologías contribuyen al aprendizaje significativo de la botánica, al ofrecer actividades contextualizadas, ajustadas a la realidad del estudiante de UNED. Además, motivan a los nativos digitales, quienes conforman gran parte de la población estudiantil, y pueden incrementar la satisfacción del estudiante y ayudar a mejorar el aprendizaje. Los contenidos multimedia incluidos en Planeta Planta hacen posible la conexión de los ámbitos físico y teórico, especialmente al ofrecerle al estudiante imágenes reales de especies o de procesos que se describen en el libro de texto con cierto nivel de abstracción, ya que no se ilustran de manera gráfica.

Asimismo, Planeta Planta se ajusta a distintos estilos de aprendizaje, como el visual, por contar con variedad de imágenes; el auditivo, por el enlace a *podcasts* y videos; el de lectoescritura, por los textos de cada página; y el kinestésico, por el enlace a laboratorios virtuales y *webquests*. El diseño responsivo de Planeta Planta facilita su acceso a los estudiantes de la modalidad de estudio a distancia, ya que pueden acceder a los contenidos desde una computadora o un dispositivo móvil.

Un multimedia como Planeta Planta permite incluir diversidad de actividades prácticas que el estudiante puede llevar a cabo a su propio ritmo. La variedad de actividades de aprendizaje formativas promueve la interacción entre pares, de manera que se pueda construir el conocimiento de manera colaborativa. Esto es coherente con las ideas de Vygotsky (Schunk, 2012), Bernard *et al.* (2009, citado en Schunk, 2012) y Sánchez (2015), quienes enfatizan en la necesidad de que existan espacios de socialización para que los alumnos cooperen en su aprendizaje.

Al ofrecerle la opción de escoger entre una variedad de actividades académicas motivadoras, el estudiante se autorregula, y la autorregulación promueve un mejor aprendizaje (Schunk, 2012; Ramdass y Zimmerman, 2011). Algunas de estas prácticas promueven que el estudiantado realice investigaciones para dar respuesta a diversas interrogantes sobre las plantas. Los resultados obtenidos en las actividades evaluativas del sitio apuntan a que Planeta Planta no solo contribuye a reforzar la asimilación de los conocimientos, sino también a su adquisición.

El proceso de validación fue clave para detectar errores de contenido, actividades con respuestas erróneas y problemas de usabilidad; por tanto, fue indispensable para poder efectuar ajustes para solucionarlos. La validación mostró cuáles tipos de recursos gozaban de mayor aceptación por parte de los estudiantes. Los esquemas, las imágenes y los videos no solo tienen valor didáctico, sino que también constituyen un elemento que incrementa el interés hacia las plantas. Esto fue destacado durante la validación, al expresar los estudiantes su opinión sobre la utilidad de estos recursos y en su motivación por explorar la totalidad del multimedia. Aun así, de manera periódica se debería revisar que la información se mantenga actualizada e idealmente, efectuar más pruebas de usabilidad con estudiantes de los distintos centros universitarios del país.

Aunque el uso del multimedia es intuitivo, Cabero-Almenara y Valencia-Ortiz (2021) afirman que los modelos híbridos de formación (aquellos que combinan lo mejor del aprendizaje a distancia y del aprendizaje presencial) pueden contribuir exitosamente en el proceso de formación. Por tanto, es recomendable

en el futuro desarrollar una propuesta didáctica del uso del multimedia para que las personas tutoras guíen a sus estudiantes en la utilización del recurso, a fin de que puedan aprovecharlo al máximo. Para ello, se podría ofrecer una inducción a los docentes que imparten Botánica General sobre el multimedia e invitarlos a desarrollar propuestas audiovisuales (para ser incluidas en el sitio) orientadas a la práctica; por ejemplo, realización de laboratorios virtuales y excursiones virtuales a distintos ambientes del país para observar las particularidades de las plantas de cada lugar.

Finalmente, es deseable que más personas docentes desarrollen aplicaciones para el estudio de las plantas adaptadas al contexto nacional, ya que la mayoría de las existentes se enfocan en las plantas de otras regiones.

REFERENCIAS

- Ausubel, D. (1976). *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. Editorial Trillas.
- Bjurström, A., Rasmussen, N. y Schreil, E. (2014). Barriers and enablers to organizational integration in cross-border mergers & acquisitions. <http://lup.lub.lu.se/student-papers/record/4294731>
- Bada, S. O. y Olusegun, S. (2015). Constructivism learning theory: A paradigm for teaching and learning. *Journal of Research & Method in Education*, 5(6), 66-70. <https://iosrjournals.org/iosr-jrme/papers/Vol-5%20Issue-6/Version-1/I05616670.pdf>
- Cabero-Almenara, J. y Valencia-Ortiz, R. (2021). Reflexionando sobre la investigación educativa en TIC. *Revista Innovaciones Educativas*, 23, 7-11. <https://revistas.uned.ac.cr/index.php/innovaciones/article/view/3761>
- Çengel, M. y Kocaman, O. (2015). Investigation of the factors that affect the success and satisfaction of the students in distance education: Sample of Sakarya University. *Turkish Online Journal of Educational Technology, publicación especial*, 282-291. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED585217.pdf>
- Díaz-Barriga, F. (2003). Cognición situada y estrategias para el aprendizaje significativo. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 5(2), 105-117. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=15550207>
- Flores, J., Caballero, M. y Moreira, M. (2013). Una interpretación de la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel en el contexto del laboratorio didáctico de ciencias. *Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review*, 3(3), 41-54. https://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID77/v3_n3_a2013.pdf
- Hallyburton, C. y Lunsford, E. (2013). Challenges and opportunities for learning biology in distance-based settings. *Bioscene*, 39(1), 27-33. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1020526.pdf>
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill/Interamericana Editores.
- Jäkel, L. (2013). Interest and learning in plant biodiversity, as influenced by teaching contexts. En *E-Book Proceedings of the ESERA 2013 Conference: Science Education Research for Evidence-based Teaching and Coherence in Learning* (pp. 1-12). European Science Education Research Association. https://www.ph-heidelberg.de/fileadmin/ms-institute/institut-ngt/dokumente/Interest_in_plant_biodiversity2013.pdf
- Marquès, P. (2000). *Tipos de página web aplicables en educación*. <http://peremarques.net/disdesaw.htm>
- Mendoza, A. (2017). *Los saberes de la era digital: Aprendizaje, nuevas tecnologías y artes expresivas (Estudio teórico y aplicación práctica)* [Tesis inédita doctoral en Metodologías humanísticas en la era digital]. Universidad de Alicante. https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/85888/1/tesis_alejandro_silvestre_mendoza.pdf
- Mora, F. (2017). Bimodalidad, ¿necesidad u obligación para una educación a distancia democratizadora y accesible? El caso de la UNED de Costa Rica. *Revista Ensayos Pedagógicos*, 12(2), 145-167. <https://doi.org/10.15359/rep.12-2.7>
- Novak, J., Ring, D. y Tamir, P. (1971). Interpretation of research findings in terms of Ausubel's theory and implications for science education. *Information Visualization Journal*, 5(3), 175-184.

- Novak, J. y Cañas, A. (2006). *La teoría subyacente a los mapas conceptuales y a cómo construirlos. Reporte Técnico IHMC CMapTools 2006-01*. https://cmapspublic.ihmc.us/rid=1229115907587_777127723_17144/TeoriaSubyacenteMapasConceptuales.pdf
- Pozo, J. y Gómez, M. (2010). Por qué los alumnos no comprenden la ciencia que aprenden. Qué podemos hacer nosotros para evitarlo. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, (66), 73-79. https://iespoman-cat.infed.edu.ar/sitio/upload/Por_que_los_alumnos_no_comprenden_Pozo.pdf
- Preciado, F., Arcega, A. y Pedraza, O. (2014). Propuesta de un simulador de negocios para estudiantes de facultades económico-administrativas. *Tecnología Educativa Revista CONAIC, primer número especial-Congreso ANIEI 2014*, 60-70. <https://doi.org/10.32671/terc.v1i2.183>
- Prokop, P. y Fančovičová, J. (2014). Seing coloured fruits: Utilisation of the theory of adaptive memory in teaching botany. *Journal of biological education*, 48(3), 127-132. <https://doi.org/10.1080/00219266.2013.837407>
- Ramdass, D. y Zimmerman, B. (2011). Developing self-regulation skills: The important role of homework. *Journal of Advanced Academics*, 22(2), 194-218. <https://doi.org/10.1177/1932202X1102200202>
- Sánchez, E. (2015). Deserción estudiantil en la UNED: Seguimiento de una cohorte de estudiantes de primer ingreso. *Revista Electrónica Calidad En La Educación Superior*, 6(1), 289-324. <https://doi.org/10.22458/caes.v6i1.878>
- Santos da Silva, J., Guimaraes, F. y Takeo, P. (2016). Teaching of Botany in higher education: representations and discussions of undergraduate students. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 15(3), 380-393. https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/44500/1/REEC_15_3_4_ex1044.pdf
- Schunk, D. (2012). *Learning theories: An educational perspective* (6.ª ed.). Allyn & Bacon.
- Schwendimann, B. (2015). Concept maps as versatile tools to integrate complex ideas: From kindergarten to higher and professional education. *Knowledge Management & E-Learning*, 7(1), 73-99. <https://bit.ly/Schwendimann>
- Stagg, B. y Donkin, M. (2013). Teaching botanical identification to adults: Experiences of the UK participatory science project 'Open Air Laboratories'. *Journal of Biological Education*, 47(2), 104-110. <https://doi.org/10.1080/00219266.2013.764341>
- Tirado, F. (2015). Entornos educativos: Educación en contextos. *Revista Virtual Redipe*, 4(7), 6-15. <https://revista.redipe.org/index.php/1/article/view/368>
- Universidad Estatal a Distancia. (2005). *Modelo pedagógico*. Vicerrectoría Académica. <https://www.uned.ac.cr/academica/images/igesca/materiales/24.pdf>
- Universidad Estatal a Distancia. (2018a). *Manejo de Recursos Naturales*. Escuela Ciencias Exactas y Naturales. <https://www.uned.ac.cr/ecen/carrera/manejo-de-recursos-naturales/inicio>
- Universidad Estatal a Distancia. (2018b). *Orientaciones académicas: Botánica General (Teoría)*. Código: 00856. Vicerrectoría Académica. <http://orientacionesacademicas.uned.ac.cr/documentos/2018400856.pdf>
- Uno, G. E. (2009). Botanical literacy: What and how should students learn about plants? *American Journal of Botany*, 96(10), 1753-1759. <https://doi.org/10.3732/ajb.0900025>
- Zambrano, D. y Gómez, J. (2017). Actividades prácticas que propician el aprendizaje del concepto de microbiología en el aula. *Revista Bio-grafía. Escritos sobre la Biología y su enseñanza*, 957-965. <https://doi.org/10.957.10.17227/bio-grafia.extra2017-7261>
- Zepeda, H. y Méndez, M. E. (2016). Aplicaciones multimedia para el fortalecimiento de competencias laborales. *Revista Iberoamericana de Contaduría, Economía y Administración*, 5(10), 1-16. <https://doi.org/10.23913/ricea.v5i10.85>