



2022
Lleida

27 · 1
junio · juny
juliol · juliol

Cataluña
Catalunya

8º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

La **Ciencia forestal** y su contribución a
los **Objetivos de Desarrollo Sostenible**

8CFE

Edita: Sociedad Española de Ciencias Forestales

Cataluña | Catalunya · 27 junio | juny - 1 julio | juliol 2022

ISBN 978-84-941695-6-4

© Sociedad Española de Ciencias Forestales



Organiza

EducaWood: una herramienta digital para fomentar la educación forestal

RUANO, I.¹, ANDRADE-HOZ, J.², VEGA-GORGOJO, G.², BOTE-LORENZO, M.L.², ASENSIO-PÉREZ, J.I.², BRAVO, F.^{1,3}, y ORDÓÑEZ, C.¹

¹ Instituto Universitario de Investigación Gestión Forestal Sostenible. Universidad de Valladolid.

² Grupo de Sistemas Inteligentes y Cooperativos / Educación, Medios, Informática y Cultura (GSIC/EMIC). Universidad de Valladolid

⁴ Departamento de Producción Vegetal y Selvicultura. Universidad de Valladolid

Resumen

El Inventario Forestal Nacional (IFN) y el Mapa Forestal Español (MFE) son dos conjuntos de datos clave en procesos de gestión, planificación e investigación forestal. A pesar de la calidad de estos datos y de su relevancia para la educación medioambiental, apenas hay iniciativas que los hayan utilizado con fines educativos. La principal razón es la dificultad en el acceso a estas fuentes, por lo que en nuestro trabajo previo hemos publicado como datos abiertos enlazados el MFE y el IFN. Esto se aprovecha en la aplicación web EducaWood, que presentamos en este congreso, permitiendo explorar la información del MFE e IFN de cualquier zona del territorio español y enriquecerla con anotaciones de árboles y otras estructuras del ecosistema como madera muerta y microhábitats. El principal objetivo de EducaWood es impulsar las actividades de aprendizaje medioambiental activo y contextualizado, uno de los aspectos principales de la «Educación para los Objetivos de Desarrollo Sostenible» de la UNESCO. EducaWood está pensado para ser utilizado en diferentes contextos, para lo que el profesorado propondrá actividades de aprendizaje medioambiental adaptadas al nivel educativo y a la zona de interés. EducaWood ofrece una interfaz de usuario sencilla basada en formularios con la que los aprendices pueden fácilmente realizar anotaciones de árboles, madera muerta o microhábitats. Dichas anotaciones se publican también como datos abiertos enlazados para que puedan ser accesibles y reutilizables en beneficio de la comunidad.

Palabras clave

Educación ambiental, datos abiertos enlazados, Inventario Forestal Nacional, mapa forestal.

1. Introducción

El Banco de Datos de la Naturaleza del Ministerio para Transición Ecológica y el Reto Demográfico ofrecen una gran cantidad de datos publicados como datos abiertos a disposición de todos los ciudadanos y organizaciones públicas y privadas. En el sector forestal son ampliamente conocidos el Inventario Forestal Nacional (IFN) y el Mapa Forestal de España (MFE), dos conjuntos de datos clave en procesos de gestión, planificación e investigación forestal. El MFE es la cartografía forestal base del IFN. En él se recogen la distribución, tendencias y evolución de los ecosistemas forestales españoles. Tiene una periodicidad decenal, evaluando cada vez el estado y tendencias de los ecosistemas forestales con una metodología de trabajo basada en la fotointerpretación sobre ortofotos de alta resolución con comprobaciones de campo (MITECO, 2021). El IFN se realiza también cada 10 años y se está completando el cuarto inventario. Sus objetivos, sus métodos de muestreo y

los datos suministrados se han ido adaptando a lo largo del tiempo. Lo que empezó como un inventario para conocer el volumen de madera y los crecimientos de las principales especies forestales, ha terminado proveyendo información tan valiosa como la relacionada con madera muerta, las edades obtenidas con métodos dendrocronológicos, datos de copa o datos de biodiversidad (Alberdi et al 2016).

A pesar de la riqueza de los datos ofrecidos en abierto por el Banco de Datos de la Naturaleza, su acceso es complicado. Como ejemplo podemos ver la historia de este Congreso Forestal Español, en el que, desde su primera edición en 1993 hasta la última edición del 2017, únicamente se pueden encontrar 38 trabajos cuya palabra clave es «Inventario Forestal Nacional» (datos obtenidos en el buscador de publicaciones congresoforestal.es). En el proyecto europeo Cross-Forest (<https://crossforest.eu/>) hemos trabajado en la integración del IFN3 y el MFE50 utilizando tecnologías de la Web Semántica (Berners-Lee et al, 2002). Como resultado, hemos republicado estas dos fuentes como datos abiertos enlazados (Berners-Lee, 2007), disponibles en un almacén de triplas en el centro de supercomputación de Castilla y León (disponible en <https://crossforest.gsic.uva.es/sparql>). Este esfuerzo se aprovecha en aplicaciones como Forest Explorer (<https://forestexplorer.gsic.uva.es/>) que permite explorar fácilmente el MFE y el IFN a través de un mapa interactivo, incluyendo filtros de especie y diferente grado de detalle en la información mostrada según el zoom aplicado (Vega Gorgojo et al 2021, Vega-Gorgojo et al 2022).

La publicación de información forestal como datos abiertos enlazados y la propuesta de herramientas como Forest Explorer facilitan en gran medida su acceso no sólo a profesionales forestales, sino también a profesionales de otros sectores o a la ciudadanía en general. Esta mejora en la facilidad de acceso a información forestal supone una gran oportunidad para intentar mejorar la educación ambiental, fundamental para comprender mejor los ecosistemas y promover actitudes más responsables hacia la conservación y el uso consciente y sostenible de los recursos del planeta. La necesidad de la educación ambiental está presente en los objetivos de la agenda 2030 de nuestro país y en los objetivos de desarrollo sostenible de las Naciones Unidas. Además, múltiples investigaciones sostienen que se consigue una mayor y mejor comprensión de las ciencias ambientales a través de experiencias de aprendizaje activo basadas en entornos reales (Derevenskaia 2014, Cheng et al 2019).

2. Objetivos

Pretendemos facilitar la educación medioambiental a través de actividades de aprendizaje activo contextualizadas al entorno del estudiante y a su nivel educativo. Para apoyar este tipo de actividades, proponemos la aplicación web EducaWood. Actualmente está disponible un primer prototipo funcional en <https://educawood.gsic.uva.es/>. Se trata de un sistema socio-semántico con el que un participante en una actividad educativa medioambiental puede realizar anotaciones de árboles y otras estructuras de los ecosistemas como la madera muerta y los microhábitats. Además, EducaWood permite visualizar la información forestal disponible en una zona de interés, accediendo para ello a los datos abiertos enlazados del MFE y el IFN. Los profesores pueden consultar dicha información para proponer actividades contextualizadas de educación ambiental como, por ejemplo, buscar una encina en una dehesa cercana y anotarla. Los alumnos pueden ir de excursión y realizar las actividades propuestas utilizando EducaWood con sus teléfonos móviles para anotar los árboles (ubicaciones, especies, medidas, fotos...) según sea necesario. Estas anotaciones se publican a su

vez como datos abiertos enlazados y pueden ser reutilizadas para realizar nuevas actividades de aprendizaje como viajes virtuales al campo, revirtiendo así en el beneficio de la comunidad.

A efectos de ilustración, incluimos en la Tabla 1 algunas propuestas de actividades. Puede observarse que éstas son muy variadas, incluyendo alternativas para diferentes niveles educativos. Entre los objetivos de aprendizaje que pueden perseguirse destacan: (i) aprender a diferenciar grandes grupos de especies forestales (ii) descubrir la variabilidad de plantas y árboles que viven en un bosque y, potencialmente, aumentar su interés por la naturaleza, (iii) trabajar otras materias como las matemáticas al calcular los índices de diversidad estructural o el carbono fijado, (iv) trabajar en grupo. Además, los datos del IFN y del MFE podrían ser enriquecidos con otros conjuntos de datos abiertos como los de la Wikipedia.

Tabla 1. Ejemplos de posibles actividades a realizar con EducaWood, datos abiertos que se usarán y el nivel educativo de la actividad.

Actividad	Detalle	Datos	Nivel educativo
Identificación de especies	Encontrar un árbol de la especie dominante de la zona	MFE, IFN	Primaria, secundaria y bachillerato
	Encontrar un árbol de una especie diferente a la especie dominante de la zona	MFE, IFN	Primaria, secundaria y bachillerato
	Realización de un herbario forestal identificando la especie y fotografiando sus hojas y sus frutos	MFE, IFN	Grado: asignatura de botánica
Diversidad estructural	Estimación de la diversidad estructural en grupo midiendo todos los árboles y la distancia a sus tres vecinos, cubriendo entretodos una zona delimitada por el profesorado	MFE	Bachillerato y grado
Estimación de carbono fijado	Identificar un árbol. Medir su diámetro y su altura e identificar su especie. Utilizar las ecuaciones de biomasa para calcular cuánto carbono fija el árbol	MFE	Secundaria y bachillerato
Análisis de la biodiversidad	Identificación de microhábitats en una zona o en un número de árboles	MFE	Secundaria y bachillerato
	Identificación de madera muerta en una zona	MFE	Secundaria y bachillerato
Análisis de enfermedades	Localización de árboles con muestras de enfermedad o señales plagas. Identificación de la plaga o enfermedad	MFE	Grado: asignatura de plagas y enfermedades forestales

3. Metodología

La metodología para desarrollar EducaWood ha sido la iterativa e incremental, propia del Proceso Unificado de Desarrollo de Software (Jacobson 2000). En este marco de trabajo, el desarrollo del sistema se ha ido dividiendo en múltiples iteraciones, comprendiendo las fases de Inicio, Elaboración, Construcción y Transición. Fundamentalmente ha sido un proceso iterativo, en el que cada iteración finalizaba con una reunión del equipo de EducaWood, formado por personas expertas en el dominio forestal, en tecnología educativa y en Web Semántica. Cada una de las iteraciones suponía un

incremento de la funcionalidad de la aplicación desarrollada, mejorando el sistema en desarrollo. La selección de qué funcionalidad se ha de desarrollar en cada iteración ha sido impulsada por la mitigación de los riesgos del sistema y el establecimiento de prioridades en función del horizonte temporal. En las primeras iteraciones el foco principal estuvo en la planificación y análisis, mientras que, a medida que fue madurando la idea con la implementación, este análisis fue evolucionando hasta el resultado final. Para ello, se ha seguido la visión en cinco fases del Ciclo de Vida del Desarrollo de Sistemas, SDLC por sus siglas en inglés (Systems Development Life Cycle) (Valacich y George 2017), que son:

- Planificación. Esta fase consistió en la descripción detallada de una idea que identificase nuevas oportunidades de captar, analizar y utilizar los datos abiertos en el desarrollo de soluciones en el ámbito educativo.
- Análisis. Una vez desarrollada la idea, las siguientes iteraciones se centraron en analizar y discutir los requisitos y las funcionalidades que la aplicación debería cumplir. Esta fase fue recurrente a lo largo de todo el desarrollo.
- Diseño. Comprendió las iteraciones destinadas al diseño de la arquitectura del sistema completo, al diseño del modelo de datos y el diseño de la interfaz de usuario.
- Implementación. Consistió en el desarrollo del prototipo de la aplicación. En las diferentes iteraciones se fueron estableciendo prioridades sobre qué funcionalidades debían implementarse primero.
- Validación y lanzamiento. Se corresponde con las últimas iteraciones. Consistió en el despliegue en producción de la aplicación y la posterior comprobación de que los casos de uso especificados se lograban con éxito.

4. Resultados

4.1 La herramienta EducaWood

EducaWood es la herramienta que hemos concebido para alcanzar los objetivos señalados. Así, EducaWood está formado por dos grandes componentes:

- Un *frontend* que integra una interfaz web con la que tanto profesores como alumnos pueden interactuar. Cualquier usuario puede visualizar los datos forestales existente utilizando un mapa interactivo. El MFE se utiliza como base para obtener las teselas del terreno, mientras que la información de los árboles se obtiene tanto del IFN como de las anotaciones realizadas por los propios usuarios. Adicionalmente, se usa la DBpedia para mostrar información adicional de las especies arbóreas.
 - Los profesores pueden navegar por el mapa para proponer actividades de aprendizaje medioambiental como las de la Tabla 1, debidamente contextualizadas a la zona interés.
 - Además de navegar por el mismo mapa, los alumnos podrán realizar anotaciones de árboles, respondiendo así a las actividades propuestas por los profesores.
- Un *backend* que responde a las peticiones de información del *frontend*, utilizando para ello las fuentes de datos enlazados identificadas: MFE, IFN, DBpedia y las anotaciones sociales de

árboles. Los datos del MFE y el IFN son sólo de lectura, mientras que las anotaciones sociales de árboles se van construyendo con las aportaciones de los usuarios de EducaWood (que a su vez se almacenan también como datos abiertos enlazados). Para las peticiones de escritura el *backend* realiza control de acceso, sólo permitiendo realizarlo a los usuarios registrados.

Una parte importante del diseño de EducaWood corresponde a la definición de un modelo de datos para realizar anotaciones de árboles. Este modelo se ha construido por un equipo interdisciplinar de expertos forestales y expertos en datos (los firmantes de este artículo). Así, el modelo propuesto permite crear descripciones de árboles que contienen distintos tipos de datos: especie, ubicación, altura, diámetro, estado del árbol e imagen. No es necesario que un árbol incluya todos los tipos de anotaciones posibles y es factible que haya anotaciones contradictorias, por ejemplo, un árbol anotado con especies diferentes o con varias localizaciones. El modelo permite la resolución social de anotaciones contradictorias, indicando que una anotación de un tipo concreto es la primaria. La versión actual de EducaWood simplemente marca como anotación primaria la última que se ha hecho. En el futuro nos planteamos utilizar un sistema de *ránking* de usuarios para poder marcar una anotación como primaria.

Hemos completado un primer prototipo funcional de EducaWood, disponible en <https://educawood.gsic.uva.es/>. Este prototipo incluye la funcionalidad básica, permitiendo visualizar datos y realizar anotaciones a los usuarios registrados. Durante su desarrollo la idea se presentó en el desafío Aporta, organizado por el Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital y la Entidad Pública Empresarial Red.es. EducaWood ganó el tercer premio de la III edición, bajo el lema “El valor del dato en la educación digital”. Actualmente el proyecto Erasmus+ VirtualForests (2020-1-ES01-KA226-HE-095836) de innovación educativa, que persigue la virtualización de la docencia en el sector forestal, supone una oportunidad para seguir mejorando EducaWood.

4.2 Descripción de un escenario de uso

Para ilustrar el uso de EducaWood, se describe a continuación una actividad sencilla de identificación de especies combinada con una actividad de matemáticas para saber cuánto CO₂ fijan los árboles. El escenario comienza con el profesorado que da clase al alumnado de bachillerato en un instituto de Palencia. El profesor está tratando con sus alumnos las diferentes especies, familias y géneros que existen, por lo que se plantea realizar una actividad en la que los alumnos puedan identificar diferentes especies. Para hacerlo más interesante, el profesor decide que sería buena idea llevar a sus alumnos al Monte el Viejo, un monte muy cercano a la ciudad de Palencia con un valor forestal muy importante. Una vez allí, los alumnos podrían observar las diferentes especies, identificando cada una y compartiéndolo con sus compañeros. De esta manera, los alumnos podrán ayudarse unos a otros con las diferentes especies y corregirles si fuera necesario.

El profesor que desea realizar la actividad con sus alumnos debe conocer primero la zona donde realizarla, además de las especies que abunden en ella. Para ello, abre su navegador desde su dispositivo móvil y accede al mapa interactivo de EducaWood a través de la URL <http://educawood.gsic.uva.es/mapa>. A continuación, se mueve por el mapa hasta encontrar el Monte el Viejo. Una vez está situado allí, selecciona el botón de “Obtener teselas” para cargar las teselas de dicha zona (Figura 1).

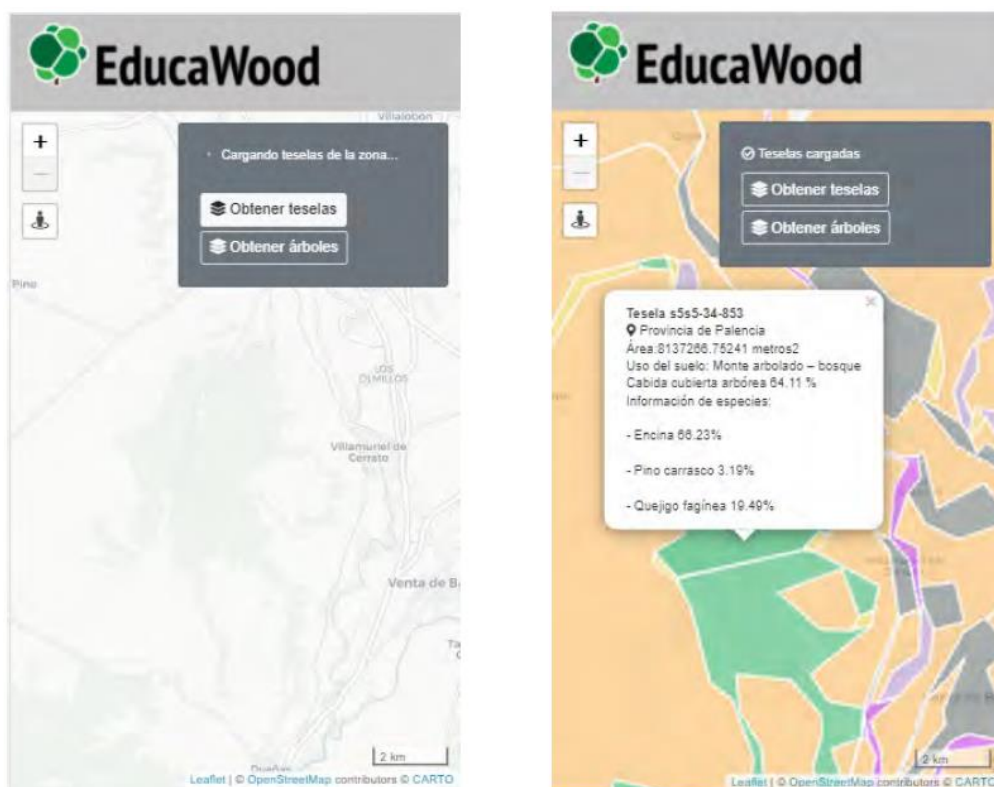


Figura 1. Navegación por el mapa para escoger la zona de interés. Izquierda: cargando teselas. Derecha: Selección de una tesela.

Una vez en el monte, el alumnado, que previamente se ha registrado en EducaWood (<http://educawood.gsic.uva.es/login>), tiene que localizar árboles que sean de las tres especies presentes como, por ejemplo, un quejigo. Para realizar las anotaciones en EducaWood, el alumnado navega por el menú principal desde su dispositivo móvil y selecciona el icono del árbol, tras el que se le abrirá el formulario de creación de un árbol nuevo, como se muestra en la Figura 2. El alumnado utiliza el botón de “Usar mi ubicación actual” para cargar las coordenadas donde está ubicado el árbol mediante el GPS del propio dispositivo móvil. Encuentra la especie deseada pulsando el botón de “Cargar especies” y completa el resto de campos disponibles (en este caso es necesario que midan el diámetro y la altura), como se muestra en la figura 2. Tras completar el formulario, el alumno selecciona el botón de “Crear” para registrar el nuevo árbol en la aplicación. Una vez creado el árbol, el usuario puede ver la interfaz de los detalles creados (figura 3).

EducaWood

CREAR NUEVO ÁRBOL

Ubicación

Especie

Cargar especies

Quejigo fagínea

Imagen

Medidas

Microhábitats

Medidas

Diámetro (en milímetros): 425

Altura (en metros): 8

Los números decimales se separan por punto

Microhábitats

Estado del árbol

Borrar todo Crear

Figura 2. Anotación de un nuevo árbol. Izquierda: anotación de la especie; Derecha: anotación de las medidas.

EducaWood

Datos básicos Imágenes Especie

Posición Microhábitats Más

Información básica del árbol

Especie: Quejigo fagínea

Diámetro: 425 milímetros

Altura: 8.9 metros

El estado del árbol es: Vivo

Creador: jimenaandradee

[41.956794, -4.565975]

EducaWood

Datos básicos Imágenes Especie

Posición Microhábitats Más

Anotaciones de especie

jimenaandradee

Quejigo fagínea

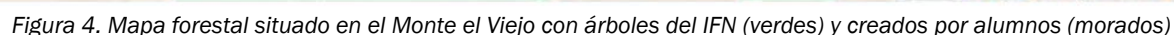
Su nombre científico es "Quercus fagínea"

Anotación primaria

Añadida el día 31/08/2021

Nueva anotación de especie

Figura 3. Anotaciones de un árbol creado. Izquierda: anotaciones primarias. Derecha: anotaciones de especie.



Una vez corregida la información relativa a las especies, se podrán utilizar las medidas recogidas en la aplicación para realizar otro tipo de actividades, como, por ejemplo, estimar el carbono fijado de cada uno de los árboles escogidos. En el caso del ejemplo presentado en Monte el Viejo (Palencia), con las ecuaciones de biomasa ajustadas por Ruiz-Peinado et al (2012) para *Quercus faginea* y *Quercus ilex* y las ecuaciones de biomasa ajustadas para *Pinus halepensis* ajustadas por Ruiz-Peinado et al (2011) se puede conocer la biomasa de cada árbol anotado en EducaWood. Suponiendo que un 50 % de biomasa es carbono (Slijepcevic, 2001), el alumnado puede conocer el carbono fijado por cada árbol calculando el 50% de la biomasa estimada. Finalmente, si el profesor quiere que comparen, por ejemplo, con los kilómetros de emisiones de un coche, pueden calcular el CO₂ multiplicando el carbono por 3,67, valor obtenido de la relación de 44 g/mol CO₂ y 12 g/mol de carbono.

5. Discusión

Con EducaWood podemos desarrollar múltiples actividades y a distintos niveles. No solo podemos trabajar con EducaWood en las titulaciones universitarias medioambientales sino también en otros grados aparentemente menos afines como los relacionados con la educación. También los niveles educativos son amplios, desde primaria o secundaria a master. Todo dependerá de la actividad planteada.

EducaWood utiliza fuentes de datos abiertos enlazados como base del aprendizaje medioambiental. Concretamente, datos del Mapa Forestal Español, que describe la cartografía de las masas forestales del territorio, datos del Inventario Forestal Español, el cual muestrea las especies arbustivas y arbóreas de todo el país y, por último, datos de la DBpedia, para aportar información enciclopédica. De esta manera se facilita el acceso a estas grandes fuentes de datos abiertos a personas no expertas a través de una visualización interactiva de los mismos.

Existen otras aplicaciones del ámbito medioambiental que se pueden usar también como herramientas educativas, como son *Observation.org*, la plataforma *e-Bird* o la aplicación *Integrate Tree Microhabitat*. *Observation.org* es una aplicación web de la *Observation International Fundation*, donde miles de usuarios recogen información de biodiversidad en todo el mundo, siendo una de las plataformas más importantes de observación de la naturaleza en Europa. En la plataforma *e-Bird* (<https://ebird.org/home>) se registran avistamientos de aves de todo el mundo. La aplicación *Integrate Tree Microhabitat* la desarrolló el *European Forest Institute* (<https://efi.int/>) dentro del proyecto *Integrate+* (<http://www.integrateplus.org/m-learning-tools.html>) como herramienta de apoyo de campo para identificar estructuras de microhábitats arbóreos relevantes para la biodiversidad en sitios *Integrate+* Marteloscope. Todas estas aplicaciones y plataformas se basan en la filosofía de ciencia ciudadana, como esperamos que sea EducaWood. Los usuarios generarán nuevos datos que a largo plazo serán a su vez una nueva fuente de datos abiertos.

Existe una necesidad de acercar el mundo forestal a la sociedad. Nos encontramos en una sociedad cada vez más urbanizada, que no es capaz de distinguir especies forestales o de fauna y con la idea generalizada de que en un bosque es un lugar salvaje donde no se debe intervenir. De ahí que las cortas en los últimos tiempos no tengan una buena aceptación social, ya que se relacionan con la deforestación, considerado uno de los principales problemas medioambientales del planeta. (Ayuga 2001; Breman 2003). Hay un incremento de proyectos que fomentan la pedagogía forestal en todos los niveles. El proyecto europeo con financiación del programa Leonardo PAW (siglas en alemán que significan “trabajo pedagógico en los bosques”) pretende formar a los forestales para que sepan enseñar y llegó a España como PAW-Med para adaptar el proyecto a los ecosistemas mediterráneos (Tolosana Esteban et al 2013a). También el programa Brotes de PROFOR es un proyecto educativo para integrar aspectos forestales en el curriculum de cuarto de primaria (Tolosana Esteban et al 2013b). El concepto de marteloscopia o aula de señalamiento surgió en Francia para enseñar a señalar los árboles a cortar. Consiste en una hectárea de bosque donde todos los árboles son identificados, medidos y posicionados, por lo que es un rico recurso para fomentar la investigación y la pedagogía forestal. Cada vez son más abundantes y sus datos se utilizan en investigación (Bravo-Oviedo et al 2020, Segalina et al 2020, Bravo et al 2021) pero también para pedagogía forestal, como los marteloscopios instalados dentro del proyecto BioEcoN (www.bioecon.eu) o las visitas virtuales desarrolladas por la Universidad de Valladolid en sus marteloscopios (<http://sostenible.palencia.uva.es/content/virtual-forest-tours>). Las nuevas tecnologías son una

herramienta que puede ayudar a la pedagogía forestal, desde sencillas páginas webs donde colgar recursos (por ejemplo la web de *Washington Forest Protection Association* <https://www.wfpa.org/learn-about-forestry-kids/>) a las comentadas visitas virtuales o aplicaciones como EducaWood. EducaWood puede ser una herramienta transversal a este tipo de proyectos donde el objetivo es fomentar la pedagogía forestal, ya sea desde colegios, institutos, universidad o formación de profesorado.

6. Conclusiones

- EducaWood está pensada para ser una herramienta educativa, que ayude a fomentar la educación medioambiental en prácticamente cualquier nivel educativo (principalmente desde primaria hasta master universitario).
- EducaWood saca el aula al bosque. Se basa en principios de aprendizaje activo y contextualizado, con el que se construye conocimiento a partir de experiencias en la vida real, reflexiones sobre esas experiencias y su posterior experimentación activa (en el bosque o en el aula).
- La educación ambiental es una buena herramienta no sólo para fomentar el aprendizaje sobre el funcionamiento de la naturaleza, sino también para promocionar la toma de conciencia ecológica. Con EducaWood se pretende fomentar la toma de conciencia del papel mitigador que tienen los bosques ante el cambio climático y su importancia para la biodiversidad, en línea con el Objetivo 15.2 de la Agenda 2030.
- EducaWood fomenta el uso de las TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación) en la educación.
- EducaWood permite la generación de más datos medioambientales (nuevos árboles, microhábitats, madera muerta, etc.), de manera que se enriquecen las fuentes de datos abiertos enlazados utilizadas con nuevas anotaciones sociales.
- EducaWood fomentará la calidad de vida de colectivos vulnerables. Estará prevista para su uso en cualquier dispositivo con un navegador web (incluidos móviles), por lo que los requisitos de uso son bastante modestos y asumibles por una gran parte de la ciudadanía. Además, estudiantes con movilidad reducida o de zonas aisladas podrán realizar visitas virtuales del bosque y ver las anotaciones que hayan hecho otros estudiantes de los árboles de su entorno más próximo (o lejano). Las actividades podrán realizarse de manera remota aprovechando las anotaciones creadas por la comunidad. Estas actividades se adaptarán adecuadamente a escenarios como el que actualmente tenemos como consecuencia de la COVID, en los que las actividades de educación presencial puedan no ser factibles.

EducaWood sigue en desarrollo. Se pretende transformar EducaWood en una herramienta de autoría de actividades educativas para los profesores, de manera que la aplicación de soporte a los docentes para que puedan subir las actividades a la aplicación. Además, se está trabajando en las mejoras oportunas en la aplicación web, para añadir más funcionalidades a la misma.

La primera versión de EducaWood cuenta con un modelo de anotaciones de árboles que permite su uso social por parte de la comunidad. Además, EducaWood incluye un *backend* semántico que integra todos los conjuntos de datos abiertos utilizados de manera transparente para los usuarios. La aplicación web para la visualización de datos y creación de anotaciones se encuentra en

marcha, a partir de la cual ya es posible publicar anotaciones forestales en forma de datos abiertos enlazados.

7. Agradecimientos

Los autores quieren agradecer la participación y el tercer premio en la III edición del Desafío Aporta (Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital y Entidad Pública Empresarial Red.es - <https://datos.gob.es/es/acerca-de-la-iniciativa-aporta>). Esta investigación ha sido financiada por los proyectos europeos Cross-Forest (CEF 2017-EU-IA-0140) y VirtualForests (Erasmus+ 2020-1-ES01-KA226-HE-095836).

8. Bibliografía

ALBERDI, I., SANDOVAL, V., CONDÉS, S., CAÑELLAS, I., VALLEJO, R.; 2016. El Inventario Forestal Nacional español, una herramienta para el conocimiento, la gestión y la conservación de los ecosistemas forestales arbolados. *Ecosistemas* 25(3): 88-97 Doi.: 10.7818/ECOS.2016.25-3.10

AYUGA TELLEZ, F. (dir); 2001. Gestión sostenible de paisajes rurales: técnicas e ingeniería. Fundación Alonso Martín Escudero, Madrid.

BERNERS-LEE, T., HENDLER, J., LASSILA, O., 2002. The Semantic Web. *Scientific American* 284(5), 34–43. <https://doi.org/10.1038/scientificamerican0501-34>

BERNERS-LEE, T., 2007. Linked Data. <https://www.w3.org/DesignIssues/LinkedData.html>

BRAVO, F.; MARTÍN ARIZA, A.; DUGARSUREN, N.; ORDÓÑEZ, C.; 2021. Disentangling the Relationship between Tree Biomass Yield and Tree Diversity in Mediterranean Mixed Forests. *Forests*, 12, 848

BRAVO OVIEDO, A., MARCHI, M., TRAVAGLINI, D., PELLERI, F., MANETTI, M. C., CORONA, P., CRUZ, F., BRAVO, F., NOCENTINI, S.; 2020. Marteloscope data and marked trees according to systemic and traditional thinning regimes by raters and experts (Appennino Pistoiese, Italy). *Annals of Forest Science* 77: 48

BREMAN P.; 2003. Comment la prise en compte du paysage répond aux enjeux sociaux multiples de la forêt française. Actas del XII Congreso Forestal Mundial, Québec City, Canadá.

CHENG, S.C., HWANG, G.J., CHEN, C.H.; 2019. From reflective observation to active learning: A mobile experiential learning approach for environmental science education. *British Journal of Educational Technology* 50(5), 2251-2270

DEREVENSKAIA, O.; 2014. Active learning methods in environmental education of students. *Procedia-Social and Behavioral Sciences* 131, 101-104

JACOBSON, I., BOOCH, G., RUMBAUGH, J., SÁNCHEZ, S. 2000. El proceso unificado de desarrollo de software. Addison Wesley, Madrid

MITECO; 2021. Primer informe sexenal del Inventario Español del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO). Madrid, España.

RUIZ-PEINADO, R., DEL RÍO, M., MONTERO, G.; 2011. New models for estimating the carbon sink capacity of Spanish softwood species. For Syst 11:176–188. <https://doi.org/10.5424/fs/2011201-11643>

RUIZ-PEINADO, R., MONTERO, G., DEL RÍO, M.; 2012. Biomass models to estimate carbon stocks for hardwood tree species. For Syst 21(1): 42-52. doi: <http://dx.doi.org/10.5424/fs/2112211-02193>

SEGALINA, G., DANG, C.N., SIERRA, R.; 2020. Thinning scenarios to reconcile biodiversity conservation and socio-economic co-benefits in protected forest of Vietnam: Effects on habitat value and timber yield. Asian Journal of Forestry 4(1)

SLIJPCEVIC, A.; 2001. Loss of carbon during controlled regeneration burns in *Eucalyptus obliqua* forest. Tasforests, 13(2): 281-290.

TOLOSANA ESTEBAN, E., FERNÁNDEZ GONZÁLEZ, S., GARRIDO SALAZAR, B., SUÁREZ DE LA CÁMARA, M.A.; 2013. Resultados de la aplicación de la metodología PAWS-Med en España: la formación de Monitores de Actividades Pedagógicas Forestales por PROFOR. 6º Congreso Forestal Español. Sociedad Española de las Ciencias Forestales. DOI: 10.13140/2.1.4369.0564

TOLOSANA ESTEBAN, E., BAYARRI GARCÍA, E.M., CALLEJAS RAYÓN, M.E., FERNÁNDEZ GONZÁLEZ, S., GARRIDO SALAZAR, B., MARTÍN MERINO, M.J., DE LA CÁMARA SUÁREZ, M.A., ORTEGA MARTÍNEZ, M.E.; 2013. Programa Brotes. Educando para la Biodiversidad. 6º Congreso Forestal Español. Sociedad Española de las Ciencias Forestales. DOI: 10.13140/2.1.3844.7687

VALACICH, J.S., GEORGE, J.F.; 2017. Modern Systems Analysis and Design. Pearson.

VEGA-GORGOJO, G., GIMÉNEZ-GARCÍA, J.M., ORDÓÑEZ, C., BRAVO, F.; 2021. Pioneering Easy-to-Use Forestry Data with Forest Explorer. Semantic Web

VEGA-GORGOJO, G., GIMÉNEZ-GARCÍA, J.M., ORDÓÑEZ, C., BRAVO, F.; Explorador Forestal, visualización de datos abiertos forestales para todos los públicos. 8º Congreso Forestal Español. Sociedad Española de las Ciencias Forestales.