

iNaturalist: ciencia ciudadana para enseñar ciencia y hacer ciencia

José Blanco-Salas 

Departamento de Biología Vegetal, Ecología y Ciencias de la Tierra. Universidad de Extremadura, Badajoz. España. blanco_salas@unex.es

Miriam Andrea Hernández-Barco 

Departamento de Física y Matemáticas, Universidad de Alcalá, Madrid. España. miriamandrea.hernand@uah.es

[Recibido: 02 julio 2024, Revisado: 23 noviembre 2024, Aprobado: 27 julio 2025]

Resumen: El fenómeno conocido como *ceguera vegetal*, definido como la incapacidad de las personas de percibir, reconocer y apreciar las plantas se ha descrito como uno de los mayores retos a los que nos enfrentamos como educadores en ciencia junto al abordaje de la crisis socioecológica que vivimos en estos tiempos. Fomentar relaciones positivas entre humanos y plantas es responsabilidad de los docentes. Con la ambición de acercar el mundo de la botánica a futuros maestros y maestras (Universidad de Extremadura), se ha diseñado, implementado y evaluado una intervención didáctica. Los y las participantes, utilizando la aplicación móvil *iNaturalist* han registrado, durante un semestre completo, fotografías de diferentes especies botánicas que han encontrado en su entorno. En esta actividad, voluntaria y evaluable, participaron 61 alumnos (87 % mujeres), el 80,3% del total de los matriculados y contribuyeron con un total de 1829 observaciones (en su mayoría de plantas) de las cuales 156 han alcanzado hasta la fecha el *grado de investigación*, convirtiéndolas en contribuciones científicas con potencialidades de uso para el conocimiento científico. La calificación del alumnado, llevada a cabo mediante una rúbrica (incluida en el trabajo), obtuvo unos resultados muy positivos para esta actividad. Finalmente, se reflexiona sobre los potenciales beneficios de integrar la ciencia ciudadana en la educación formal.

Palabras clave: Botánica; Ciencia ciudadana; Educación superior; Enseñanza científica; Formación docente.

iNaturalist: citizen science for teaching and learning sciences.

Abstract: The phenomenon known as *plant blindness*, sometimes defined as the inability of people to perceive, recognise and appreciate plants, has been described as one of the biggest challenges we face as science educators in tackling the socio-ecological crisis we live in these times. Fostering positive human-plant relationships is the responsibility of teachers. A didactic intervention was designed, implemented and evaluated. The aim was to bring the world of botany closer to future teachers (University of Extremadura). During a whole semester, the participants took photos of different botanical species using the mobile application *iNaturalist*. This activity, which was voluntary and evaluable, involved 61 students (87 % female), 80.3% of the total enrolled, who contributed a total of 1829 observations (mostly of plants). Of these, 156 have so far reached *research grade*, which means that they have become scientific contributions with potential use for scientific knowledge. The student's evaluation, carried out by using a rubric (attached), gave very positive results for this activity. Finally, we reflect on the potential benefits of integrating citizen science into formal education.

Keywords: Botanic; Citizen science; Higher education; Scientific education; Teacher training.

Para citar este artículo: Blanco-Salas, J. y Hernández-Barco, M. (2025) iNaturalist: ciencia ciudadana para enseñar ciencia y hacer ciencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 22(3), 3201. http://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2025.v22.i3.3201

Introducción

Informes de relevancia internacional, como el Estudio Internacional de Tendencias en Matemáticas y Ciencias (TIMSS) o los informes PISA revelan que los estudiantes españoles de educación primaria y secundaria no poseen una adecuada alfabetización científica (OECD, 2024). Algunos autores, como García-Ruiz y Sánchez (2006) encuentran que, en ocasiones, los docentes de educación primaria presentan actitudes poco favorables hacia la enseñanza de las ciencias. Esto repercute de forma directa en los procesos de enseñanza, ya que, estas actitudes indeseables se transmiten a los estudiantes y, normalmente, vienen acompañadas por el desinterés hacia el aprendizaje de conocimientos científicos (Mellado et al., 2014).

En concreto, el conocimiento botánico es esencial para la comprensión de los ecosistemas y saberes relacionados con la biología, pero tradicionalmente se ha considerado una materia aburrida y difícil por los estudiantes (Kubiatko et al., 2021). Esto sitúa el foco de interés del artículo en el aprendizaje del conocimiento botánico y en la formación inicial de maestros, ya que, parece un lugar clave para que se produzca el cambio y poder revertir estas actitudes desfavorables hacia las ciencias y mejorar el nivel de conocimientos científicos de los futuros maestros: que los futuros maestros valoren y sean conscientes del papel fundamental que desempeñan las plantas a nivel ecológico, no solamente hará que enriquezca su bagaje conceptual, sino que ese conocimiento más profundo de la materia hará que cuando enseñen botánica también contagien a los estudiantes de ese aprecio por las plantas (Stroud et al., 2022).

Entre otros problemas (falta de esfuerzo en la conservación de plantas, escasez en financiación para proyectos de investigación en botánica...) Parsley (2020) muestra la preocupante tendencia general en los currículos educativos a olvidar las plantas, síntoma de esa *ceguera vegetal* extendida no sólo en nuestro país, sino a nivel internacional. García-Berlanga (2019) revela que en la formación docente en España es llamativo el olvido de la enseñanza de la botánica. Por otro lado, investigaciones previas muestran que, en general, los futuros maestros no se sienten capacitados para enseñar ciencias (Barni et al., 2019); no se sienten motivados para estudiarlas y carecen de cualidades deseables como curiosidad, incertidumbre o sorpresa (Borrachero et al., 2013; Wu et al., 2019). Por lo tanto, es importante animar a futuros profesores y profesoras a contrarrestar este problema a través de metodologías activas, con especial atención a las actividades al aire libre (como las salidas al medio natural), que pueden hacer la ciencia y la botánica más interesantes, con referencias a contextos cotidianos (Kletečki et al., 2023).

Estos antecedentes son los que conducen a plantear esta investigación didáctica con docentes en formación inicial. Para ello se ha querido aprovechar los beneficios que aporta el trabajar con proyectos de *ciencia ciudadana* y contribuir con servicios a la comunidad utilizando herramientas de las tecnologías digitales y las ciencias de la información (Suárez, 2018).

El presente artículo tiene como objetivo describir, analizar y ofrecer a la comunidad una estrategia didáctica para la enseñanza de contenidos de botánica en educación superior, poniendo en valor y utilizando como contexto los proyectos de *ciencia ciudadana*.

Marco teórico

Ciencia ciudadana en contexto escolar: el uso de iNaturalist y otras tecnologías digitales

Son numerosas las investigaciones que alertan del descenso de las vocaciones científicas en las últimas décadas en Europa (Convert, 2005) y de forma particular en España (Vázquez y Manassero, 2018), convirtiéndose en un factor inquietante para la educación científica. A pesar de que la profesión científica es la tercera profesión más valorada entre los encuestados (después de médicos/as y profesores/as), casi la mitad de las personas entrevistadas (47,2 %) consideran que la ciencia es tan especializada que cuesta entenderla y el 31,5 % considera que las asignaturas de ciencias siempre se les dieron mal (FECYT, 2022). Es evidente que existe una disociación entre el trabajo científico que se produce en las universidades y laboratorios y lo que llega a la población, que suele vivir aislada y prácticamente se documenta (en un 64,7 %) de los avances científicos a través de las noticias que salen en televisión (FECYT, 2022). Sin embargo, existe un lugar donde sociedad y ciencia se unen para trabajar en conjunto. Los proyectos de *ciencia ciudadana* tienen como objetivo el avance del conocimiento científico más allá de los laboratorios o trabajo de campo. Se trata de construir conocimiento científico de forma colaborativa entre científicos de profesión y ciudadanos.

El concepto de *ciencia ciudadana* es explicado por Irwin (1995) atendiendo a la definición de los términos que componen el concepto; por un lado, “ciencia”, hace alusión a que los proyectos deben atender a las preocupaciones y necesidades globales mientras que “ciudadana” se refiere a la manera de hacer ciencia fuera de los cauces de las instituciones clásicas donde se ha generado el conocimiento de forma tradicional. Abadal (2021) destaca como beneficios y oportunidades la transparencia del proceso, al poder seguir las fases; la efectividad y rápida transferencia del conocimiento; la reproducibilidad, pues al estar los datos en abierto es fácil que cualquier persona pueda acceder a ellas evitando el fraude; y el impacto social y conocimiento público que se genera.

No obstante, y a pesar de que es muy común en ecología, conservación o monitorización de datos de biodiversidad las iniciativas de *ciencia ciudadana*, la calidad de la obtención de datos por parte de la ciudadanía ha sido tradicionalmente cuestionada, por incluir errores o considerar que los datos no son válidos como contribuciones científicas (Campbell et al. 2023). En concreto, y relativo a la educación, Lüsse et al. (2022) realizaron una revisión sistemática de proyectos de ciencia ciudadana en la educación científica y concluyen que llevar al aula proyectos de ciencia ciudadana puede mejorar la motivación, el interés, el conocimiento y otras habilidades científicas en los estudiantes que aprenden involucrados en estos proyectos. Pero esto no sólo ocurre en la educación primaria, en el estudio realizado por Diez-Ojeda et al. (2024) se pone de manifiesto cómo las iniciativas de ciencia ciudadana son bien acogidas por maestros en formación.

Por otro lado, el desarrollo de nuevas tecnologías digitales, su uso extensivo en la investigación científica y su consolidación en las escuelas ha revolucionado la forma de aprender y de enseñar ciencias, cada vez son más los que se atreven a introducir en el aula las nuevas tecnologías y aprovechar estos recursos como herramientas de apoyo en los procesos educativos. De igual forma, también hay evidencias de que los alumnos manifiestan actitudes positivas hacia el uso del teléfono móvil en el aula, como herramienta de apoyo en los procesos de enseñanza y aprendizaje (Suárez, 2018). En este artículo se presenta una actividad didáctica donde se ha utilizado *iNaturalist* como

herramienta y los proyectos de ciencia ciudadana como contexto con el objetivo de acercar al medio natural a estudiantes de áreas no científicas y despertar así en ellos y ellas el interés y otras cualidades propias del aprendizaje científico como la curiosidad, la observación, la inferencia o el análisis.

Salidas al medio natural como metodología para enseñar ciencias

Tradicionalmente, las clases de ciencias se han impartido mediante metodologías pasivas, en las que el docente poseía el papel principal y los estudiantes actuaban como meros receptores de información (Nurutdinova et al., 2016). La búsqueda de la integración de las competencias del modelo trajo consigo un reto didáctico y pedagógico caracterizado por una comprensión constructivista de la educación, centrada en capacitar a los estudiantes para abordar problemas complejos y retos futuros (condiciones diversas que implican un enfoque multidimensional y la inmersión de diferentes disciplinas) (Wilhelm et al., 2019). Sánchez-Martín et al. (2020) destacan como fortalezas de las metodologías activas que permiten aplicar en otros contextos de la vida real los aprendizajes curriculares adquiridos *sobre el papel* al mismo tiempo que permiten desarrollar las habilidades blandas como la gestión del tiempo, la resolución de conflictos o el pensamiento crítico. Estas estrategias, además, mejoran otros factores personales de los estudiantes que aprenden con ellas como son la motivación, las relaciones sociales o la confianza en sí mismos (Pérez, 2011).

En concreto, la intervención que se describe en este artículo se ha creado a partir de las bases pedagógicas de las salidas al medio natural, experiencias fuera del aula que ayudan a los estudiantes a alcanzar los objetivos didácticos de la asignatura al mismo tiempo que favorecen la interacción con el medio natural y generan experiencias positivas de aprendizaje (Bravo-Lucas et al., 2022). Previamente a realizar esta intervención, estos alumnos participaron en otras investigaciones donde se recogió información sobre sus actitudes hacia el estudio en botánica donde se detectó un bajo interés hacia las plantas y un bajo nivel de conocimiento científico (Hernández-Barco et al., 2024).

Las salidas al medio natural son experiencias pedagógicas que pueden ser definidas por cumplir tres aspectos claves: (a) por desarrollarse fuera del aula, (b) por perseguir un objetivo educativo y (c) generar experiencias en los estudiantes (Aguilera, 2018). Durante las salidas al medio, los estudiantes crean un clima de aula que les hace sentir libres, con confianza en sus compañeros y compartir, hacer preguntas, reflexionar, participar en grupos, tomar decisiones, ser más responsables, incrementando de forma significativa las habilidades para hacer amigos, y las estrategias de gestión emocional (Kızıldaş y Sak, 2018). Por otro lado, se trata de actividades muy versátiles que permiten trabajar contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales, abordando aspectos básicos de las prácticas científicas y fomentando actitudes favorables hacia la ciencia y la naturaleza (Pedrinaci, 2012). Estas experiencias permiten la observación, indagación y discusión (del Toro y Morcillo, 2011), fomentando un aprendizaje activo e interactivo con contenidos trabajados en el aula. Sin embargo, para que esto sea así, es necesario que los contenidos a trabajar durante la salida sean elegidos cuidadosamente, asimismo, debe existir un trabajo previo y posterior a la salida (Bravo-Lucas et al., 2022). En ese contexto, surge la posibilidad de utilizar *iNaturalist* como herramienta para despertar vocaciones científicas y acercar a los futuros docentes al mundo vegetal por medio de una estrategia didáctica descrita a continuación.

Metodología

Muestra

Se plantea una actividad voluntaria pero evaluable para los 76 alumnos que han elegido evaluación continua en la asignatura Conocimiento del Medio Natural en Educación Primaria (7º semestre) del Grado de Educación Primaria, de éstos, decidieron participar 61 (87 % mujeres). Esta asignatura es impartida en la Facultad de Educación y Psicología de la Universidad de Extremadura, y los datos se recogieron durante el curso 2022-2023. El alumnado participante está repartido en tres grupos para diferentes actividades a lo largo del cuatrimestre.

La actividad tuvo una duración de casi 4 meses (14 septiembre 2022 al 9 enero del 2023) y consistió en participar en una propuesta de *ciencia ciudadana*, en concreto un *Biomaratón de biodiversidad vegetal* (Márquez-Corro et al., 2021). Esta actividad voluntaria pero calificable formó parte del sistema de notas y calificaciones del alumnado matriculado en la asignatura; los alumnos fueron informados de que al participar en el Proyecto del Biomaratón podían obtener un total de 0,75 puntos sobre la calificación total de la asignatura (calificada sobre 10).

Herramienta de trabajo

Para llevar a cabo este Biomaratón se emplea la plataforma *iNaturalist*, fundada en 2008 como proyecto de tesis en la Universidad de California, Berkeley. Hoy en día es una comunidad dedicada a la observación, documentación y colaboración en la identificación de vida silvestre. Además de ser una plataforma en línea también existe una aplicación móvil que ha sido utilizada por los participantes de esta investigación. Inicialmente la plataforma se centró en la observación de plantas, pero con el tiempo se expandió y en la actualidad es posible incluir observaciones de animales, hongos y otros organismos. Al subir la foto a la plataforma, los integrantes y participantes de la comunidad (especialistas en biodiversidad) ayudan a identificar los organismos, aunque la propia aplicación debido a que posee un sistema de inteligencia artificial integrado ya aporta información de la planta o el animal fotografiado. Al subir la foto, ésta se convierte en una *observación*, incluyendo la fecha, los datos de la localización, si son cultivadas o nativas, y otros datos de relevancia para su identificación (Nugent, 2018). Las observaciones que se registren y sean posteriormente identificadas por expertos alcanzarán la categoría o *grado de investigación* y se subirán a una red de datos mundial de uso libre (<https://www.gbif.org/>). Así, estos datos serán de utilidad en investigaciones científicas. *iNaturalist*, por lo tanto, se puede considerar un proyecto de *ciencia ciudadana* y red social en línea que conecta a naturalistas, científicos ciudadanos y biólogos.

Cronología de la actividad

Esta intervención está inspirada lo que para las autoras Crujeiras y Jiménez (2015) debe basarse la enseñanza científica en la formación de maestros: en la construcción de conocimiento científico basado en la indagación, donde el alumno sea el protagonista del aprendizaje y con fuerte componente práctico. La propuesta docente que se ofrece en este trabajo tiene la siguiente secuencia:

1. *Creación de proyectos*. El profesor crea en *iNaturalist* tres proyectos, uno para cada grupo de prácticas en los que está repartido el alumnado de la asignatura Conocimiento del Medio Natural en Educación Primaria.

2. *Clase explicativa de la actividad.* Algunas investigaciones sugieren que el trabajo previo a la salida y posterior aportan conocimientos y ayudan a comprender mejor la experiencia y consolidar conexiones que dan continuidad al aprendizaje (Guisasola y Morentin, 2007). Los estudiantes reciben por parte del profesor una clase teórica de una hora y media donde se les explica el concepto de ciencia, de quién y dónde se lleva a cabo, y de la desconexión que existe entre el mundo científico y la sociedad en general.

Posteriormente se informa sobre proyectos de investigación que integran entre sus actores principales a científicos de profesión con el ciudadano común para la construcción colaborativa del conocimiento, es decir, *ciencia ciudadana*. Prestamos especial atención a proyectos que tienen su ámbito de acción el mundo vegetal, como es el caso del *Biomaratón de Flora Española*. Este proyecto, que ya ha contado con tres ediciones, tiene como motivación la preocupación creciente por la tendencia a ignorar la diversidad vegetal y el afán de reivindicar la importancia de investigar, catalogar y conservar la diversidad vegetal (Márquez-Corro et al., 2021). La metodología empleada en la actividad que se propone en este trabajo es muy similar al del *Biomaratón de Flora Española*, donde *iNaturalist* es la herramienta básica de trabajo.

A continuación, se explica al alumnado cómo se crea un proyecto en *iNaturalist* y se informa que se han creado 3 proyectos, uno para cada grupo de clase. En este momento se le dan las siguientes instrucciones para que las observaciones que se realicen cumplan con los requisitos para que puedan llegar a ser considerados de interés científico:

- Cada alumno deberá darse de alta en el proyecto que le corresponda y será en ese proyecto donde deba incluir sus observaciones.
- Se podrán incluir observaciones de plantas y hongos, tanto cultivadas como silvestres (si son cultivadas es muy importante detallarlo al incluir el registro), de cualquier territorio que el alumno visite.
- Hay que ser muy meticuloso al introducir los datos (fecha, localización, silvestre/cultivado).
- Cada alumno debe incluir sus observaciones en sus proyectos.
- Las fotografías tienen que ser de calidad y no estar desenfocadas.
- Se puede incluir para una misma observación varias imágenes (aspecto general, ramas, flores, frutos) que facilitarán su identificación.
- Las fotos son personales y no se podrán ceder.
- No importa que se registre una misma planta u hongo en el mismo sitio por dos personas siempre que las fotos no sean las mismas.
- Una misma especie puede ser registrada en muchos puntos diferentes y sigue siendo un dato útil (por ejemplo, para estudios de distribución).

Por último, se informa a los estudiantes que el profesor forma parte de los tres proyectos y que los criterios de evaluación se establecen en una rúbrica. En este caso, se ha diseñado una rúbrica en concreto para esta actividad, que permite calificar de forma individual a cada participante (Tabla 1), donde la calificación máxima otorgable al estudiante es de 0,75 puntos en el total de la asignatura (calificada sobre 10).

Los descriptores de la rúbrica permiten al docente calificar en función de si las observaciones realizadas cumplen con los requisitos propuestos. En primer lugar, se evalúa

la calidad de las observaciones, ya que para que sean útiles a nivel científico deben haberse completado los campos correctamente de nombre de la especie ofrecido por *iNaturalist*, localización, fecha, especie silvestre o cultivada, y también que las imágenes tomadas tengan una calidad suficiente para que pueda ser identificada la especie. Los otros dos indicadores evaluados son el número de observaciones (de nula a muy buena) y la diversidad de puntos muestreados, que permiten al profesor cuantificar el esfuerzo realizado por el alumnado en esta actividad que tiene una duración de 4 meses.

Tabla 1. Rúbrica para la calificación individual de los alumnos.

Indicadores	Niveles de logro			
Calidad de las observaciones	Nula (campos mal rellenados)	Escasa (faltan algunos campos por rellenar o están mal rellenados)	Normal (faltan algunos campos por rellenar)	Muy buena (todos los campos rellenados correctamente)
Número de observaciones	Nula (1-5)	Escasa (6-10)	Normal (11-25)	Muy buena (más de 25)
Diversidad de puntos muestreados	Nula (1 punto)	Escasa (2-3)	Normal (4-8)	Muy buena (más de 8)

3. *Entrenamiento.* Una adecuada planificación es clave para poder obtener los potenciales beneficios que se derivan de una salida al medio (Bravo-Lucas et al., 2022; Pedrinaci, 2012). Debe existir una reflexión por parte del docente para elegir el lugar al que ir, pues será el espacio donde se proporcionen las experiencias que no pueden ser replicadas en un aula y debe ser un sitio que atraiga a los estudiantes (DeWitt y Storksdieck, 2008; Morag y Tal, 2012). Durante una salida al medio natural realizada en uno de los seminarios de la asignatura por las zonas ajardinadas del campus de la Universidad de Extremadura en Badajoz, el alumnado es motivado para practicar con *iNaturalist* realizando observaciones de la flora cultivada.

4. *Evaluación.* Una vez finalizado el periodo ofrecido a los alumnos para subir observaciones a sus respectivos proyectos (9-01-2023) el docente realiza la evaluación individual y grupal de los alumnos gracias a los datos que aporta *iNaturalist*. La secuencia didáctica seguida es muy similar a la llevada a cabo por Echeverría et al. (2021), donde el docente de la actividad creó un proyecto y, previo a la salida, impartió una sesión teórica de 50 minutos dedicada a explicar el uso de la aplicación. Durante la salida, los estudiantes trabajaron en grupos haciendo las fotografías y publicándolas en sus respectivos proyectos. En este caso, nuestro proyecto tuvo una duración de un cuatrimestre completo.

Resultados y discusión

Calidad de las observaciones y valor científico

Con el tiempo, *iNaturalist* ha crecido enormemente en popularidad y se ha convertido en una herramienta valiosa para la investigación científica y la conservación de la biodiversidad. Colabora con organizaciones como la *National Geographic Society* y diversos museos de historia natural para promover la *ciencia ciudadana* y la recopilación de datos sobre la naturaleza, convirtiéndose en la plataforma de *ciencia ciudadana* con mayor popularidad (Mesaglio y Callaghan, 2021). Un ejemplo es España, donde el número de proyectos creados en *iNaturalist* se ha incrementado de una forma exponencial en los últimos años (Martínez-Sagarra et al., 2022; Pizarro et al., 2022). *iNaturalist* es una herramienta que empodera a las personas para contribuir al conocimiento científico y la

conservación de la biodiversidad mediante la participación activa en la observación y documentación de la naturaleza.

En la actividad propuesta el alumnado de 4º de Grado en Educación Primaria debe estar en contacto con la naturaleza que le rodea durante gran parte del semestre. De los 76 alumnos con evaluación continua de la asignatura Conocimiento del Medio Natural en Educación Primaria participaron en la actividad 61, es decir, el 80,3 %. Cada alumno tuvo asignado uno de los tres proyectos de *iNaturalist* que el profesor había creado con anterioridad. El grupo 1 contó con 24 alumnos, el grupo 2 tuvo 18 alumnos y el grupo 3 alcanzó los 19.

En el grupo 1 (que contaba con 24 alumnos) se obtuvieron 697 observaciones de 241 especies: 237 especies de plantas (98,34 %) y 4 especies de hongos (1,66 %). En el grupo 2, los 18 alumnos participantes realizaron 557 observaciones de 221 especies diferentes (218 fueron plantas (98,64 %) y 3 fueron hongos (1,36 %). Y en el grupo 3 los 19 alumnos realizaron 575 observaciones de 247 especies diferentes (el 99,6 % fueron plantas y el resto hongos 0,4 %). Por lo tanto, las observaciones totales fueron de 1829, la mayoría de ellas plantas y un pequeño número de hongos (2%). La media de las observaciones realizadas por los alumnos fue de 27,44 contando con los que no participaron (se les puso 0) y de 33,73 sin contar con los que no participaron.

Echeverría et al. (2021) también realizaron un proyecto colaborativo en educación secundaria con 122 estudiantes donde participaron 56 de ellos (el 45,9 %) en la construcción del herbario virtual realizando un total de 94 observaciones, que representa 1,68 observaciones por estudiante. En otro estudio, no académico, Mesaglio y Callaghan (2021) analizan las contribuciones que han realizado a la plataforma *iNaturalist* en diferentes partes del mundo, donde incluyen una tabla con el número medio de observaciones realizadas por participante. Estas medias varían desde 91,94 (máxima contribución, por observadores de Sudáfrica) a 36,85 observaciones de media (en el top 6, por observadores de Estados Unidos). El quinto puesto lo ocupa Canadá con 41,82 observaciones de media. Esto nos da una perspectiva que nos permite concluir, de manera tentativa con las referencias bibliográficas actuales, que los participantes de esta actividad se han implicado aportando un valor medio de contribuciones destacado.

Sin embargo, las críticas que recibe la *ciencia ciudadana* suelen estar vinculadas a la dudosa calidad de las aportaciones hechas por los colaboradores en los proyectos, en ese sentido Hochmair et al. (2020) reclaman la participación de los expertos en *iNaturalist* a la hora de clasificar las especies introducidas en la aplicación como *Grado de Investigación*. Los autores señalan que, en muchos casos, aunque algunas especies estén bien identificadas por la aplicación y bien hechas por los ciudadanos, debido a que no existen suficientes evaluadores, se pierden muchos datos y fotografías de especies que podrían tener validez científica. Estos datos no alcanzan el grado suficiente para formar parte de proyectos científicos.

La *ciencia ciudadana* tiene entre sus propiedades conseguir datos útiles para investigaciones científicas (Abadal, 2021). Así, en *iNaturalist* las observaciones que han sido identificadas por tres usuarios expertos puede alcanzar el grado de investigación. En ese momento, estas observaciones podrán pasar al Sistema Global de Información sobre Biodiversidad–GBIF. Se trata de una red internacional e infraestructura de datos financiada por los gobiernos del mundo para dar a cualquiera, en cualquier lugar, acceso abierto a datos sobre todas las formas de vida en la Tierra (<https://www.gbif.org/>). En los últimos tres años se ha llevado a cabo los llamados Biomaratones de Flora Española (<https://www.biomaratonflora.com/>). Se tratan de eventos de participación ciudadana que

se celebran en torno al Día Internacional de la Fascinación de las Plantas (18 de mayo), en el que ciudadanos de todo el país salen al campo a disfrutar de la naturaleza mientras fotografían plantas y aprenden sobre nuestra biodiversidad vegetal. Con ellos se pretende luchar contra la llamada *ceguera vegetal* (Jose et al., 2019). Los resultados obtenidos en estas actividades, que tienen una duración de tres días, han sido sorprendentes. Por ejemplo, el primer año participó más de un millar de observadores, y se realizaron más de 25.000 observaciones, que representan unas 2.500 especies identificadas, que es aproximadamente el 25% de las especies de plantas documentadas para toda España (Márquez-Corro et al, 2021). Aceves-Bueno et al. (2017) sostiene que los datos recogidos por los participantes en proyectos de *ciencia ciudadana* tienen una calidad comparable a los datos producidos por los propios expertos.

En lo que se refiere a la actividad realizada en la Facultad de Educación y Psicología, de las 697 observaciones de los participantes en el grupo 1, 55 consiguieron el grado de Investigación (7,89 %); de las 557 observaciones del grupo 2, alcanzaron el grado de Investigación 38 (6,82 %); y de las 578 observaciones del grupo 3 llegaron al grado de investigación 63, es decir el 10,89 %. Por lo tanto, de todas las observaciones recogidas por los participantes 156 han conseguido el grado de investigación, que equivale al 11,51 %. Como ya hemos mencionado, estas observaciones que ya han alcanzado el *grado de investigación* pasarán a una red internacional e infraestructura de datos de biodiversidad que podrá ser consultada y citada por investigadores para sus estudios sobre distribución, ecología o cambio climático. Uno de los principales problemas que tiene la investigación en proyectos de *ciencia ciudadana* es la actual falta de capacidad de evaluación de las contribuciones en el área (Jordan et al., 2012). Es necesario que, al mismo tiempo que se obtienen avances y maduran los proyectos, se integren estrategias que permitan evaluar y validar las contribuciones y avances en cada uno de los proyectos y, de esa forma, comprender los logros conseguidos (Bonney et al., 2016). Pues más allá del poco valor que le suelen dar a estos resultados (Bela et al., 2016), existen más barreras y desafíos que nos podemos encontrar a la hora de integrar este tipo de proyectos en el aula. Además de la escasez de recursos, tiempo y confianza en el manejo de proyectos de ciencia ciudadana (Aristeidou et al. 2022), algunos docentes expresan la dificultad de alinear este tipo de proyectos con los currículos (Sousa et al., 2024).

Sin embargo, con respecto a los resultados obtenidos en esta investigación, incluso las observaciones que no han alcanzado en un primer momento el *grado de investigación* pueden ser de utilidad científica. Es el caso de una observación que realizó una alumna en la actividad. La observación fue identificada por el profesor como una especie no autóctona de España llamada *Jacaranda mimosifolia* que se encuentra naturalizada en una localidad de Huelva. Un estudio posterior ha confirmado que esta especie no se había citado con anterioridad en estado silvestre en la mencionada provincia por lo que se pudo realizar una publicación científica sobre este hallazgo (Blanco-Salas et al., 2023). Atendiendo a los tipos de participación en los diferentes proyectos propuestos por Follet y Strezov (2015), el trabajo presentado en este artículo puede definirse como un proyecto colaborativo, (superando el clásico proyecto contributivo, donde la *ciencia ciudadana* finaliza en la recogida de datos), ya que, además de esto, los alumnos han trabajado en el análisis de datos, colaboración en el diseño, interpretación e incluso difusión de los resultados.

En total, y siguiendo los criterios establecidos en la rúbrica, los alumnos que participaron obtuvieron de nota promedio 0,58 sobre 0,75 (contando como 0 los que no han participado

y los que se dieron de alta pero no hicieron observaciones), mientras que si consideramos únicamente los alumnos que participaron en la actividad la nota media es de 0,69 sobre 0,75. La eficacia de este tipo de intervenciones en el aula, inspiradas en las bases de las salidas al medio natural, han sido estudiadas y adaptadas a las diferentes etapas educativas comprobando que mejoran el aprendizaje (Bravo-Lucas et al., 2022). Sin embargo, en este caso, los resultados son tentativos y no concluyentes, pero un referente en la bibliografía para apoyar este tipo de experiencias.

Finalmente, con respecto a la metodología utilizada, es indudable que las salidas al medio natural aportan multitud de beneficios, no sólo cognitivos, sino también de salud mental y física (Mann et al., 2022). El aprendizaje en entornos naturales y al aire libre favorece el desarrollo de habilidades sociales y de colaboración, además de generar beneficios académicos (Kiewra et al., 2023). Las salidas al medio proporcionan un entorno multisensorial que produce recuerdos a largo plazo (Anđelković et al., 2018), conectando contenidos abstractos desarrollados en el aula con el mundo real. Es por eso, que es imprescindible a nuestro juicio, que en la formación docente se vivencien salidas al medio natural y se oriente su didáctica para utilizar de forma eficaz los entornos naturales para el aprendizaje.

Limitaciones

El presente estudio presenta una serie de limitaciones basadas tanto en el diseño de la investigación como en la propia metodología del estudio. Este trabajo ha sido realizado con una muestra muy concreta con unas características concretas y no puede ser extrapolado a otros contextos. La aplicación de *iNaturalist* presenta un índice de error en la identificación de seres vivos que viene implícito en la propia herramienta de IA que utiliza la aplicación. El estudio puede presentar sesgos fruto de ser una actividad voluntaria pero evaluable en el contexto de una asignatura de Grado.

Conclusiones

La *ciencia ciudadana* sigue arrastrando una pesada carga debido a las dudas que genera la calidad en el momento de la recogida de datos y de los propios datos generados en sí. En este artículo se presenta la plataforma *iNaturalist* como potencial herramienta didáctica para el aprendizaje de las ciencias naturales, especialmente en su uso para el aprendizaje de conocimientos vinculados a la botánica. Esta herramienta permite compartir las fotografías realizadas por colaboradores en una comunidad abierta y plural, al mismo tiempo que la propia aplicación sugiere el nombre de la especie reconociéndola por medio de IA. Son los miembros de esta comunidad, generalmente especialistas, quienes validan las identificaciones y éstas pueden alcanzar el grado de investigación, convirtiéndolas en datos científicos utilizables por la comunidad científica.

La experiencia descrita en este artículo ha sido realizada con maestros en formación inicial, estudiantes descritos en la bibliografía por no poseer las características propias de la investigación científica y ha sido utilizada para acercarlos y ponerlos en contacto con el medio natural, en el contexto de una asignatura científica universitaria. El éxito obtenido en la evaluación y calificación de los estudiantes permite, de forma tentativa, confirmar que el uso de *iNaturalist* en educación superior, con una previa formación y un objetivo definido y claro, puede servir para la generación de datos científicos de calidad, dando el valor que merece la *ciencia ciudadana*. En este sentido, se abren nuevas vías de investigación que sería interesante explorar, pues no es habitual encontrar investigaciones

didácticas usando esta herramienta. Es indudable que es necesario supervisar y revisar los aportes de los participantes, pero la validación de éstos permitirá considerarlos como datos científicos con verdadera aplicabilidad, indudablemente, será necesario investigar la efectividad de esta práctica, replicándolo en otros cursos y adaptándolo a otros niveles.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación MCIN/AEI/10.13039/501100011033 mediante el proyecto PID2020-115214RB-I00.

Declaración de autoría

Hernández-Barco, M.: conceptualización, supervisión, validación, redacción– borrador original, redacción – revisión y edición.

Blanco-Salas, J.: curación de datos, análisis formal, investigación, validación, redacción– borrador original, redacción – revisión y edición.

Los autores han leído y aceptado la versión publicada del manuscrito.

Referencias bibliográficas

- Abadal, E. (2021). Ciencia abierta: un modelo con piezas por encajar. *ARBOR*, 197(799), 1-12.
- Aceves-Bueno, E., Adeleye, A. S., Feraud, M., Huang, Y., Tao, M., Yang, Y. y Anderson, S. E. (2017). The accuracy of citizen science data: a quantitative review. *Bulletin of the Ecological Society of America*, 98, 278–290. <https://doi.org/10.1002/bes2.1336>
- Aguilera, D. (2018). La salida de campo como recurso didáctico para enseñar ciencias. Una revisión sistemática. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15(3), 3103. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i3.3103
- Anđelković, S., Dedjanski, V. y Pejic, B. (2018). Pedagogical benefits of fieldwork of the students at the Faculty of Geography in the light of the Bologna Process. *Journal of Geography in Higher Education*, 42(1), 110-125. <https://doi.org/10.1080/03098265.2017.1379058>
- Aristeidou, M., Lorke, J. y Ismail, N. (2022). Citizen Science: Schoolteachers' Motivation, Experiences, and Recommendations. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 21, 2067-2093. <https://doi.org/10.1007/s10763-022-10340-z>
- Blanco-Salas, J., Tortonda, P. y Sánchez-Gullón, E. (2023). Ciencia ciudadana como herramienta para avanzar en el conocimiento botánica: el caso de Jacaranda Mimosifolia D. Don (BIGNONIACEAE) en la provincia de Huelva (España). *Folia Botanica Extremadurensis*, 17, 83-89.
- Barni, D., Danioni, F. y Benevene, P. (2019). Teachers' self-efficacy: The role of personal values and motivations for teaching. *Frontiers in Psychology*, 10(7), 1-7. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01645>
- Bela, G., Peltola, T., Young, J., Balázs, B., Arpin, I., Pataki, G., Hauck, J., Kelemen, E., Kopperoinen, L., Herzele, A., Keune, H., Hecker, S., Suškevičs, M., Roy, H., Itkonen, P., Külvik, M., László, M., Basnou, C., Pino, J. y Bonn, A. (2016). Learning and the transformative potential of citizen science. *Conservation Biology*, 30. <https://doi.org/10.1111/cobi.12762>
- Bonney, R., Phillips, T., Ballard, H. L. y Enck, J. W. (2016). Can citizen science enhance public understanding of science? *Public Understanding of Science*, 25(1), 2-16.
- Borrachero, A.B., Brígido, M., Costillo, E., Bermejo, M.L. y Mellado, V. (2013). Relationship between self-efficacy beliefs and emotions of future teachers of Physics in secondary education. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 14(2), 1-11.

- Bravo-Lucas, E., Costillo, E., Bravo, J.L., Mellado, V. y Conde, C. (2022). Analysis of prospective early childhood education teachers' proposals of nature field trips: An educational experience to bring nature close during this stage. *Science Education*, 106(1), 172-198. <https://doi.org/10.1002/sce.21689>
- Campbell, N., Peacock, J. y Bacon K. L. (2023). A repeatable scoring system for assessing Smartphone applications ability to identify herbaceous plants. *PLoS ONE*, 18(4), e0283386. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0283386>
- Convert, B. (2005). Europa y la crisis de vocaciones científicas. *Revista Europea de Formación profesional*, 35, 8-12.
- Crujeiras, B.P. y Jiménez, M.P. (2015). Desafíos planteados por las actividades abiertas de indagación en el laboratorio: articulación de conocimientos teóricos y prácticos en las prácticas científicas. *Enseñanza de las Ciencias*, 33(1), 63-84. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1469>
- del Toro, R., y Morcillo, J.G. (2011). Las actividades de campo en educación secundaria. Un estudio comparativo entre Dinamarca y España. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 19(1), 39-47.
- DeWitt, J. y Storksdieck, M. (2008). A short review of school field trips: Key findings from the past and implications for the future. *Visitor Studies*, 11(2), 181-197. <https://doi.org/10.1080/10645570802355562>
- Díez-Ojeda, M., Queiruga-Dios, M. y Queiruga-Dios, M. (2024). Appreciation of primary preservice teachers about the potential educational use of citizen science in environmental education. *International Journal of Sustainability in Higher Education*. <https://doi.org/10.1108/ijshe-03-2024-0184>
- Echeverría, A., Ariz, I., Moreno, J., Peralta, J. y González, E. (2021). Learning Plant Biodiversity in Nature: The Use of the Citizen-Science Platform iNaturalist as a Collaborative Tool in Secondary Education. *Sustainability*, 13, 735. <https://doi.org/10.3390/su13020735>
- FECYT. (2022). *Encuesta de percepción Social de la Ciencia y la Tecnología*. Informe de resultados. Departamento de Cultura Científica y de la Innovación de FECYT.
- Follet, R. y Strezov, V. (2015). An analysis of citizen science based research: Usage and publication patterns. *PloS One*, 11, e0143687.
- Gallardo, K. (2020). Competency-based assessment and the use of performance-based evaluation rubrics in higher education: Challenges towards the next decade. *Problems of Education in the 21st Century*, 78(1), 61-79
- García-Berlanga, O. M. (2019). Las plantas como recursos didáctico. La Botánica en la enseñanza de las Ciencias. *Flora Montiberica*, 73, 93-99.
- García-Ruiz, M. y Sánchez, B. (2006). Las actitudes relacionadas con las ciencias naturales y sus repercusiones en la práctica docente de profesores de primaria. *Perfiles educativos*, 28(114), 61-89.
- Guisasola, J. y Morentin, M. (2007). ¿Comprenden la naturaleza de la ciencia los futuros maestros y maestras de Educación Primaria? *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6(2), 246-262.
- Hernández-Barco, M. A., Corbacho-Cuello, I., Sánchez-Martín, J. y Cañada-Cañada, F. (2024). A longitudinal study during scientific teacher training: the association between affective and cognitive dimensions. *Frontiers in Education*, 9.
- Hochmair, H.H., Scheffrahn, R.H., Basille, M. y Boone, M. (2020). Evaluating the data quality of iNaturalist termite records. *PLoS ONE*, 15(5), e0226534.

- Irwin, A. (1995). *Citizen Science: a study of people, expertise and sustainable development*. Routledge.
- Jordan, R., Ballard, H. y Phillips, T. (2012). Key issues and new approaches for evaluating citizen-science learning outcomes. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 10(6), 307–309.
- Jose, S. B., Wu, C. H. y Kamoun, S. (2019). Overcoming plant blindness in science, education, and society. *Plants, people, planet*, 1(3), 169-172.
- Kiewra, L., Powell, R., Stern, M., Hemby, T. y Browning, M. (2023). Is naturalness associated with positive learning outcomes during environmental education field trips? *The Journal of Environmental Education*, 54, 148-162. <https://doi.org/10.1080/00958964.2022.2157369>
- Kızıldaş, E. y Sak, R. (2018). Integrating field-trip activities with other activities in the preschool curriculum: its effects on the preschoolers' social-emotional skills. *International Journal of Child Care and Education Policy*, 12(8). <https://doi.org/10.1186/S40723-018-0047-0>
- Kletečki, N., Hruševan, D. Mitić, B. y Šorgo, A. (2023). Plants are Not Boring, School Botany is. *Education Sciences*, 13(5), 489. <https://doi.org/10.3390/EDUCSCI13050489>
- Kubiatko, M., Fančovičová, J. y Prokop, P. (2021). Factual knowledge of students about plants is associated with attitudes and interest in botany. *International Journal of Science Education*, 43(9), 1426-1440. <https://doi.org/10.1080/09500693.2021.1917790>
- Lüsse, M., Brockhage, F., Beeken, M. y Pietzner, V. (2022). Citizen science and its potential for science education. *International Journal of Science Education*, 44, 1120-1142. <https://doi.org/10.1080/09500693.2022.2067365>
- OECD (Ed.). (2024). *Programme for International Student Assessment's (PISA)*.
- Mann, J., Gray, T., Truong, S., Brymer, E., Passy, R., Ho, S., Sahlberg, P., Ward, K., Bentsen, P., Curry, C. y Cowper, R. (2022). Getting out of the classroom and into nature: a systematic review of nature-specific outdoor learning on school children's learning and development. *Frontiers in Public Health*, 10, 877058.
- Martínez-Sagarra, G., Castilla, F. y Pando, F. (2022). Seven hundred projects in iNaturalist Spain: performance and lessons learned. *Sustainability*, 14, 11093. <https://doi.org/10.3390/su141711093>
- Márquez-Corro, J. I., Jiménez-Mejías, P., Fernández-Mazuecos, M., Ramos-Gutiérrez, I., Martín-Hernanz, S., Martín-Bravo, S., Alfaro-Saiz, E., Blanco-Salas, J., Borrás, J., Capó, M., Carrera-Bonet, D., de la Fuente Brun, P., Fernández-Lesaga, A., Garnatje, T., Gorriz-Huarte, L., Molino, S., Nualart, N. y Mairal, M. (2021). I Biomaratón de Flora Española: ciencia ciudadana para visibilizar la biodiversidad vegetal. *Conservación Vegetal*, 25, 33-37.
- Mellado, V., Borrachero, B., Melo, L., Dávila-Acedo, M. A., Cañada-Cañada, F., Conde, C., Costillo, E., Cubero, J., Esteban, R., Martínez-Borreguero, G., Ruiz, C., Sánchez, J., Garritz, A., Mellado, L., Vázquez-Bernal, B., Jiménez-Pérez, R. y Bermejo, M.L. (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 32(3), 11-36. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1478>
- Mesaglio, T. y Callaghan, C. T. (2021). An overview of the history, current contributions and future outlook of iNaturalist in Australia. *Wildlife Research*, 48(4), 289-303.
- Morag, O. y Tal, T. (2012). Assessing Learning in the Outdoors with the Field Trip in Natural Environments (FiNE) Framework. *International Journal of Science Education*, 34(5), 745-777. <https://doi.org/10.1080/09500693.2011.599046>
- Nugent, J. (2018). iNaturalist. *Science Scope*, 41(7), 12-13.

- Nurutdinova, A.R., Perchatkina, V.G., Zinatullina, L.M., Zubkova, G.I. y Galeeva, F.T. (2016). Innovative teaching practice: Traditional and alternative methods (Challenges and implications). *International Journal of Environmental and Science Education*, 11(10), 3807-3819.
- Parsley, K.M. (2020). Plant Awareness Disparity: A Case for Renaming Plant Blindness. *Plants People Planet*, 2(6): 598–601. <https://doi.org/10.1002/ppp3.10153>
- Pedrinaci, E. (2012). Trabajo de campo y aprendizaje de las ciencias. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 71, 81-90.
- Pérez, M.C. (2011). Los juegos de mesa en la educación infantil. *Pedagogía Magna*, 11, 354-359.
- Pizarro, M., Mugica, A., Quintana-Buil, M., Miranda, H., Gómez, D., Fuentes, I., Martínez, J., Ibáñez, N., Nualart, N. y García, M. B. (2022). Aprendiendo de plantas y compartiendo observaciones con nuevas tecnologías. FLORAPYR y FLORAMON con iNaturalist. *Ecosistemas*, 31(3), 2379. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2379>
- Sánchez-Martín, J., Gallego-Méndez, J., Hernández-Barco, M.A. y Cañada-Cañada, F. (2020). *Working on what students think about chemical reactions: a didactic intervention on prior ideas at Primary School Level*. En E. J. Byker y A. Horton (Eds.), *Elementary Education. Global perspectives, challenges and issues of the 21 st century*. (Número July, pp. 287-295). Nova Science Publisher.
- Sousa, L., Kenneally, C., Golumbic, Y., Martin, J., Preston, C., Rutledge, P. y Motion, A. (2024). Teacher experiences and understanding of citizen science in Australian classrooms. *PLOS ONE*, 19. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0312680>
- Stroud, S., Fennell, M., Mitchley, J., Lydon, S., Peacock, J. y Bacon, K. (2022). The botanical education extinction and the fall of plant awareness. *Ecology and Evolution*, 12(7).
- Suárez, B. (2018). Whatsapp: su uso educativo, ventajas y desventajas. *Revista de Investigación en Educación*, 16(2), 121-135.
- Vázquez, A. y Manassero, M.A. (2018). Más allá de la comprensión científica: educación científica para desarrollar el pensamiento. *Enseñanza de las ciencias*, 17(2), 309-336.
- Wilhelm, S., Förster, R. y Zimmermann, A. (2019). Implementing Competence Orientation: Towards Constructively Aligned Education for Sustainable Development in University-Level Teaching-And-Learning. *Sustainability*, 11(7), 1891. <https://doi.org/10.3390/su11071891>
- Wu, Y.-J., Kiefer, S. M. y Chen, Y.-H. (2019). Relationships between learning strategies and self-efficacy: A cross-cultural comparison between Taiwan and the United States using latent class analysis. *International Journal of School y Educational Psychology*, 8(1), 1-13. <https://doi.org/10.1080/21683603.2019.1566104>