

# Dame Alas: Educación ecosocial, ciencia ciudadana y biodiversidad en la educación secundaria

Genina Calafell-Subirà<sup>1,\*</sup>, Mireia Esparza-Pagès<sup>1</sup>, Gregorio Jiménez-Valverde<sup>1</sup>

(1) Departament de Educació Lingüística, Científica i Matemàtica. Universitat de Barcelona. Pg. de la Vall d'Hebron, 171, 08035 Barcelona, España.

\* Autora para correspondencia / Corresponding author: G. Calafell [[genina.calafell@ub.edu](mailto:genina.calafell@ub.edu)]

*Este artículo ha sido aceptado para su publicación en ECOSISTEMAS. Ha sido sometido a una completa revisión por pares, pero no ha pasado por el proceso de corrección de textos, adaptación de estilo, maquetación y corrección de pruebas, lo que puede dar lugar a diferencias entre esta versión y la versión definitiva. / This article has been accepted for publication in ECOSISTEMAS. It has undergone a thorough peer review process, but it has not yet been through the text editing, styling, layout, and proofreading process, which may result in differences between this version and the final version.*

**Cómo citar / How to cite:** Calafell, G., Esparza, M., & Jiménez, G. (en prensa). Dame Alas: Educación ecosocial, ciencia ciudadana y biodiversidad en la educación secundaria. *Ecosistemas*, 3077. <https://doi.org/10.7818/ECOS.3077>

## Dame Alas: Educación ecosocial, ciencia ciudadana y biodiversidad en la educación secundaria

**Resumen:** La crisis ecológica actual, marcada por la pérdida acelerada de biodiversidad y el deterioro de los ecosistemas, exige una transformación profunda de las relaciones entre sociedad y naturaleza. Desde la ecología, se reconoce que los sistemas vivos dependen de redes complejas de interacciones donde cada especie —incluido el ser humano— cumple funciones clave para la resiliencia del planeta. Esta comprensión ecosistémica y relacional fundamenta la necesidad de una educación que permita al alumnado comprender, valorar y actuar frente a los desafíos ecosociales. En este contexto se enmarca el proyecto educativo “Dame Alas”, que parte de la pregunta: ¿Cómo podemos diseñar un material educativo que incorpore la complejidad ecológica y la participación para fomentar una conciencia ecosocial crítica y transformadora?

Para responder a esta pregunta, se propuso un material didáctico interdisciplinario e híbrido, diseñado y validado con profesorado, expertos en ecología, ciencia ciudadana y educación ambiental. La propuesta articuló estrategias didácticas como el uso de relatos, preguntas generativas, salidas de campo, observación científica y ciencia ciudadana, con el fin de conectar el conocimiento escolar con el entorno urbano del alumnado. El material educativo se implementó en 31 institutos de secundaria de zonas urbanas de Catalunya, con más de 1800 estudiantes de primer ciclo de Educación Secundaria Obligatoria. Todos los centros implementaron la secuencia básica que tenía una duración de entre 10 y 12 horas lectivas con una salida de campo, que el docente podía complementar con cualquiera de las tres secuencias opcionales. Para valorar la idoneidad del diseño del material y su aplicabilidad se siguió un proceso inspirado en la investigación basada en el diseño utilizando distintos instrumentos metodológicos, como los diarios de campo elaborados en los paneles de expertos y en los seminarios con los docentes y los datos obtenidos de un cuestionario realizado al profesorado y a los estudiantes. Los resultados muestran una mejora en la motivación, la apropiación del territorio y la conciencia crítica de los estudiantes. El profesorado valoró la coherencia curricular, rigor científico y enfoque flexible de la propuesta.

**Palabras clave:** biodiversidad; complejidad; ecología; educación científica; educación para la transición ecosocial; educación secundaria

## Dame Alas: Ecosocial education, citizen science and biodiversity in secondary education

**Abstract:** The current ecological crisis, marked by the accelerated loss of biodiversity and the degradation of ecosystems, demands a profound transformation in the relationships between society and nature. From an ecological perspective, it is recognized that living systems depend on complex networks of interactions in which every species, including humans— performs key functions for the planet's resilience. This ecosystemic and relational understanding underpins the need for an education oriented towards the ecosocial transition, enabling students to understand, value, and act upon ecosocial challenges. Within this framework emerges the educational project “Dame Alas”, which starts from the guiding question: How can we design educational materials that integrate ecological complexity and participatory approaches to foster a critical and transformative ecosocial awareness?

To address this question, the Project “Dame Alas” proposes an interdisciplinary and hybrid didactic resource, co-designed and validated with teachers, experts in ecology, citizen science, and environmental education. The proposal brings together strategies such as storytelling, generative questioning, field trips, scientific observation, and citizen science, with the aim of connecting school knowledge with students' urban environments. The educational material was implemented in 31 urban secondary schools in Catalonia and reached more than 1,800 lower secondary students. All participating schools implemented the basic sequence, which lasted between 10 and 12 teaching hours and included a field trip. Teachers could complement it with any of the three optional sequences. To assess the suitability of the material's design, its applicability, and the reflections for improvement, a process inspired by design-based research was followed. This process drew on various methodological instruments, such as field journals produced during expert panels and teacher seminars, as well as data from questionnaires completed by teachers and students. The results show improvements in students' motivation, sense of place, and critical awareness. Teachers highlighted the material's curricular coherence, scientific rigor, and flexibility.

**Keywords:** g biodiversity; complexity; ecology; ecosocial transition education; scientific education; secondary education

## Introducción

La crisis ecológica global que atravesamos actualmente, caracterizada por la acelerada pérdida de biodiversidad y el deterioro progresivo de los ecosistemas, exige una transformación profunda de las relaciones entre sociedad y naturaleza. En las últimas décadas, la biodiversidad mundial ha entrado en una fase de declive acelerado: según el informe de la Plataforma Intergubernamental sobre Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos (IPBES, 2019), más de un millón de especies están en riesgo de extinción. Este fenómeno no es simplemente una pérdida biológica, sino un indicador del gran desequilibrio existente entre los sistemas sociales y los sistemas naturales.

Desde la ecología, se reconoce que los sistemas vivos operan como redes complejas de interacciones en las que cada especie —incluido el ser humano— cumple un papel esencial para mantener la resiliencia del planeta (Halffter, 1995; Holling, 1973). Así, los ecosistemas se sostienen mediante relaciones tróficas, interacciones simbióticas, ciclos de nutrientes y flujos de energía que configuran sistemas interdependientes. Esta comprensión ecosistémica y relacional cuestiona las lógicas reduccionistas y extractivas dominantes y fundamenta la necesidad de una transición cultural hacia modelos más justos, sostenibles y regenerativos.

Desde una perspectiva de equilibrio ecológico, el crecimiento económico liberal, la explotación ilimitada de los recursos, la urbanización masiva y el cambio climático están alterando estas relaciones, mostrando síntomas de colapso ecológico (Rockström et al., 2009). Este desequilibrio planetario repercute en las sociedades humanas, ya que dependemos de los ecosistemas para nuestra supervivencia. En consecuencia, conservar la biodiversidad exige replantear y transformar profundamente el modelo socioeconómico vigente.

Si la pérdida de biodiversidad es un desafío complejo y multifacético, que involucra aspectos ecológicos, sociales, económicos y éticos, la formación en biodiversidad del profesorado debería ser interdisciplinaria y crítica, capacitando al profesorado para que transmitan no solo información factual, sino también una visión holística de la interdependencia entre seres vivos y sistemas ecológicos (Wolff y Skarstein, 2020). Esto permite que el alumnado no solo comprenda la importancia de la biodiversidad, sino también las consecuencias de su pérdida para la vida en la Tierra y para su propio bienestar.

La educación debe desempeñar un papel fundamental en la mitigación de la pérdida de biodiversidad, reconfigurando las formas de relación con el mundo natural y formando sujetos capaces de pensar y actuar. No obstante, el enfoque hacia una mejora de nuestra relación con la naturaleza a menudo se ha visto diluido en las prácticas educativas, ya sea, por un énfasis excesivo en la transmisión de contenidos conceptuales o por abordajes demasiado generales o desvinculados del contexto cotidiano del alumnado, lo que dificulta la comprensión profunda de las causas estructurales de los problemas ecológicos o de las posibles vías de transformación (Heras, 2023). La educación ecosocial pone en el centro de la acción educativa la sostenibilidad y la justicia ambiental, invitando al alumnado a adoptar una postura comprometida y activa frente a los desafíos ecosociales (Gutiérrez-Bastida, 2018), postura que resulta necesaria y esencial. Se trata de una educación, entendida como un proceso de construcción de significados y de transformación individual y colectiva (Freire, 2012), que se convierte en un eje estratégico de esta transición ecosocial.

Sin embargo, trabajar la biodiversidad y la ecología en el aula implica asumir el desafío de abordar fenómenos profundamente complejos sin reducirlos ni simplificarlos en exceso, y a la vez hacerlo desde una perspectiva didáctica accesible, motivadora y significativa para el alumnado. Esta tensión entre la complejidad del conocimiento y la necesidad de hacerlo comprensible para el alumnado es uno de los grandes retos para la enseñanza de las problemáticas ecológicas y sociales.

La educación científica tradicional ha estado marcada, en muchos contextos, por una visión reduccionista, centrada en la acumulación de contenidos y la reproducción de esquemas lineales causa-efecto. Si bien esta perspectiva ha contribuido al desarrollo de competencias básicas, ha demostrado ser insuficiente para preparar al alumnado para afrontar los desafíos ecosociales del siglo XXI y un mundo que es dinámico, con problemas multidimensionales y complejos y con un futuro incierto. Para abordar, desde la formación educativa, cuestiones como la pérdida de biodiversidad, es necesario impulsar un cambio de paradigma que lleve a adoptar una enseñanza de las ciencias basada en la complejidad, la contextualización y la acción crítica (Morin, 1999; Puig et al., 2007). En este marco, la complejidad se concibe como una teoría que incorpora diversidad de perspectivas para construir modelos explicativos del mundo, (Prigogine, 1997, en Bonil, 2006), así como los principios de la dialógica y la hologramática, se convierten en enfoques clave para la educación científica contemporánea (Bonil y Calafell, 2006). Este enfoque dialógico y crítico es fundamental, ya que los problemas ecosociales no son meramente técnicos, sino que están atravesados por relaciones de poder y visiones del mundo en conflicto, lo que exige una pedagogía que capacite al alumnado para analizar y cuestionar el statu quo (Bowers, 2001). Esto implica no solo qué enseñamos, sino cómo lo hacemos, con qué propósitos y desde qué marcos epistemológicos. Por ello, los principios de la complejidad permiten interpretar la biodiversidad desde una mirada no fragmentada ni reduccionista, abriendo paso a nuevas formas de entender los fenómenos naturales y sociales. Asimismo, se reconoce la necesidad de promover la participación de las comunidades y la equidad en el acceso y la gestión de los recursos naturales, integrando la educación ambiental con procesos de corresponsabilidad y justicia social (Burgos-Ayala et al., 2020), y resulta fundamental la colaboración entre instituciones, comunidades y actores locales para fortalecer la conservación y la apropiación social de la biodiversidad (da Silva et al., 2025; Foggin, 2018). A pesar de estos avances conceptuales y de la creciente literatura que aboga por la corresponsabilidad y la gobernanza participativa, persisten importantes limitaciones en la integración efectiva de estos enfoques en la práctica educativa cotidiana.

El proyecto *Dame Alas* busca precisamente superar estas limitaciones, conectando la biodiversidad urbana con la experiencia directa del alumnado y promoviendo un análisis crítico y complejo de las dinámicas ecológicas que la afectan. Para ello, se apoya en dos pilares pedagógicos fundamentales: la educación basada en el lugar (*place-based education*) y la ciencia ciudadana. La

educación basada en el lugar utiliza el entorno local —la comunidad, el patrimonio y el medio ambiente— como punto de partida para enseñar los conceptos del currículo, fomentando el sentido de pertenencia y la responsabilidad cívica (Sobel, 2004). A su vez, la ciencia ciudadana ofrece una vía para que el alumnado participe en prácticas científicas auténticas, contribuyendo a la generación de conocimiento real y desarrollando competencias de indagación, análisis de datos y colaboración (Bonney et al., 2016). Además, la ciencia ciudadana también promueve la corresponsabilización y el empoderamiento del alumnado (Toomey et al., 2020) y fomenta el sentido de pertenencia al entorno, reforzando el enfoque empleado de la educación basada en el lugar. En las últimas décadas, los programas de ciencia ciudadana para el monitoreo de biodiversidad han crecido exponencialmente, especialmente en contextos urbanos y educativos, contribuyendo significativamente a la recolección de datos a múltiples escalas (Chandler et al., 2017). Sin embargo, la literatura reciente identifica limitaciones importantes: disparidades demográficas en la participación (Cooper et al., 2021), desafíos en la calidad de datos recogidos por no expertos (Kosmala et al., 2016), dificultades para mantener el compromiso a largo plazo (Aristeidou et al., 2020) y limitaciones técnicas de accesibilidad (Trouille et al., 2019). A pesar de ello, plataformas como iNaturalist han demostrado un potencial educativo significativo cuando se integran en marcos de aprendizaje combinado (Herodotou et al., 2024), mejorando la alfabetización científica y las actitudes hacia la conservación, siempre que se aborden explícitamente las limitaciones metodológicas y se equilibre el rigor científico con la accesibilidad (Crall et al., 2011; Phillips et al., 2019). Reconociendo tanto el potencial como las limitaciones de la ciencia ciudadana en educación, el proyecto Dame Alas fue diseñado con la intención de abordar estos desafíos desde su concepción.

Para ello, el proyecto partió de dos preguntas: ¿Cómo traducir esta complejidad en estrategias didácticas viables en contextos escolares reales? y ¿Cómo podemos diseñar un material educativo que incorpore la complejidad ecológica y la participación para fomentar una conciencia ecosocial crítica y transformadora?

Este trabajo tiene como finalidad analizar el desarrollo del proyecto “Dame Alas” como propuesta educativa orientada a fomentar una conciencia ecosocial crítica y transformadora desde la incorporación de la complejidad ecológica y la participación. Para ello, se plantean los siguientes objetivos:

- Diseñar un material educativo a través de un proceso de investigación y aplicación que trabaje la biodiversidad y la ciencia ciudadana.
- Identificar las estrategias didácticas empleadas para el diseño del material educativo *Dame Alas*.
- Evaluar la efectividad del proyecto *Dame Alas*.

Los resultados de la investigación, en consecuencia, contribuyen a fundamentar las estrategias didácticas para trabajar en la etapa de educación secundaria desde el marco referenciado, y la novedad que aporta radica en la indagación y validación de estas estrategias a partir de un proceso de investigación basada en el diseño, que ha conllevado un trabajo interdisciplinario y una aplicación experiencial con docentes y alumnado.

## Metodología

### Contexto

El proyecto Dame Alas (FCT-201735) nace con la voluntad de promover el interés de los jóvenes por la ciencia mediante su participación en la generación de conocimiento científico, ofreciéndoles una visión democrática y atractiva de la ciencia y una mirada compleja sobre la biodiversidad como problemática ecosocial. Para ello se ha generado un material educativo híbrido dirigido a los jóvenes de primero y segundo de educación secundaria, que combina la formación virtual y la presencial para crear un entorno educativo que integra distintos medios y recursos, tanto tecnológicos como experienciales (Rodríguez y Escofet, 2006). Este material pretende que el alumnado de centros educativos situados en entornos urbanos participe en un proyecto de ciencia ciudadana relacionado con la conservación de la biodiversidad, una de las metas incluidas en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) (ONU, 2015). Con este fin, primero se diseñó el material educativo híbrido “Dame Alas” sobre la conservación de la biodiversidad ornitológica en entornos urbanos desde la ciencia ciudadana y, seguidamente, se implementó y se evaluó en 31 centros educativos de ámbito urbano en la comunidad autónoma de Cataluña (**Tabla 1**).

El material se ajusta a la Ley Orgánica 3/2020, de Educación, LOMLOE (BOE, 30/12/2020) y se concreta en una propuesta dirigida a estudiantes de educación secundaria que articula la observación de aves urbanas, la participación en un proyecto de ciencia ciudadana y el análisis crítico del entorno, a través de una secuencia de actividades interdisciplinares, con enfoque ecosocial, uso de tecnologías digitales y dinámicas cooperativas. El proyecto invita al alumnado a mirar su entorno inmediato con nuevos ojos, a identificar y valorar la biodiversidad urbana y a preguntarse sobre las condiciones sociales y ecológicas que la sostienen o amenazan.

### Diseño del material

La metodología del diseño del material Dame Alas se caracterizó por dos componentes clave: la investigación basada en el diseño (IBD) i el enfoque interdisciplinario.

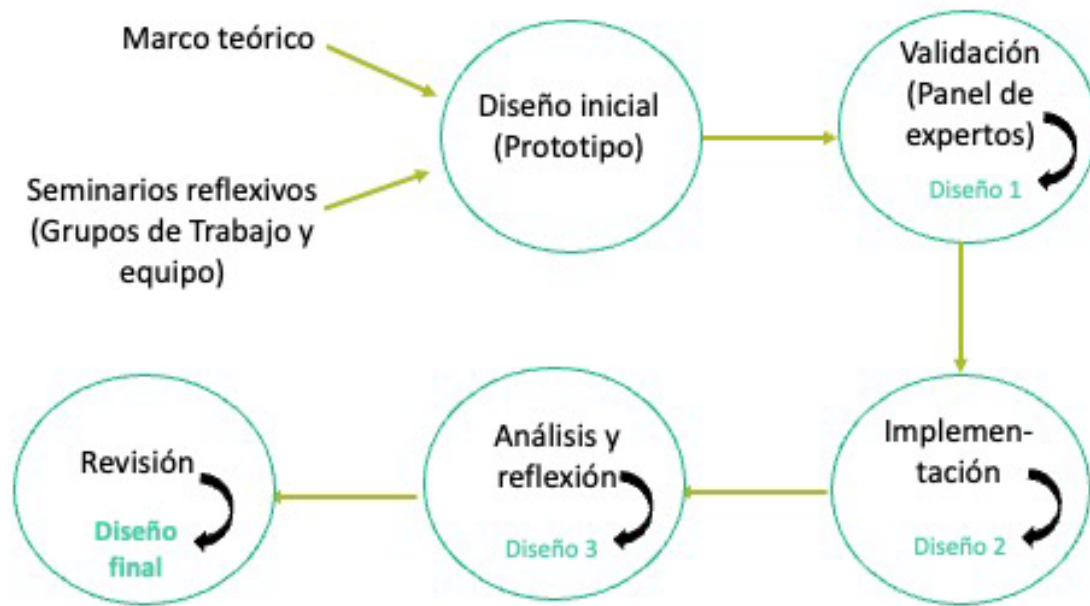
La IBD es un enfoque metodológico orientado a crear e implementar intervenciones educativas en contextos reales mediante ciclos iterativos de diseño, prueba y revisión, generando al mismo tiempo conocimiento práctico y teórico sobre cómo funcionan dichas intervenciones (Barab y Squire, 2004). En el proyecto Dame Alas, se adaptó este enfoque de manera flexible: en lugar de múltiples ciclos completos, se desarrolló una secuencia reducida pero profunda de diseño–validación–implementación–revisión

y rediseño, que permitió ajustar el material de forma rigurosa y, a la vez, producir conocimiento didáctico relevante para la educación ecosocial. En cada ciclo se aplicaban cambios y mejoras al material diseñado en la etapa anterior (**Fig. 1**).

**Tabla 1.** Municipalidad, titularidad y nivel de complejidad de los institutos participantes, número de docentes participantes y distribución de docentes, grupos y alumnado incluidos en el estudio.

**Table 1.** Municipality, ownership and level of complexity of the participating institutes, number of participating teachers and distribution of teachers, groups and number of students included in the study.

Instituto (Ins)	Población	Titularidad	Centro complejidad	nº docentes	Curso	Grupos	nº alumnos
Ins-1	Badalona	Pública	sí	1	1º ESO	1	25
Ins-2	Barcelona	Concertada	no	1	1º ESO	3	91
Ins-3	Barcelona	Pública	no	1	1º ESO	2	51
Ins-4	Barcelona	Pública	no	1	1º ESO	1	23
Ins-5	Barcelona	Pública	sí	2	1º ESO	1	15
Ins-6	Barcelona	Pública	sí	1	1º ESO	1	24
Ins-7	Barcelona	Pública	no	3	2º ESO	2	58
Ins-8	Barcelona	Pública	no	1	1º ESO	1	31
Ins-9	Barcelona	Concertada	no	1	1º ESO	2	54
Ins-10	Cornellà de Llobregat	Pública	no	2	1º ESO	6	150
Ins-11	Esplugues de Llobregat	Pública	no	2	1º ESO	2	59
Ins-12	Granollers	Pública	sí	3	2º ESO	1	20
Ins-13	Igualada	Pública	no	1	1º ESO	2	50
Ins-14	L'Hospitalet de Llobregat	Pública	no	2	1º ESO	4	121
Ins-15	Manlleu	Pública	no	3	2º ESO	1	12
Ins-16	Manresa	Pública	no	3	1º ESO	3	60
Ins-17	Mataró	Concertada	no	1	1º ESO	1	25
Ins-18	Mataró	Pública	no	2	1º ESO	4	114
Ins-19	Molins de Rei	Pública	no	2	1º ESO	6	143
Ins-20	Montcada i Reixac	Concertada	no	2	1º ESO	3	91
Ins-21	Parets del Vallès	Pública	no	1	1º ESO	3	51
Ins-22	Ripollet	Pública	no	1	2º ESO	2	48
Ins-23	Rubí	Pública	no	2	2º ESO	2	49
Ins-24	Rubí	Pública	no	3	1º ESO	5	119
Ins-25	Sabadell	Pública	no	1	1º ESO	3	56
Ins-26	Sabadell	Pública	sí	2	1º ESO	4	80
Ins-27	Sabadell	Pública	no	1	1º ESO	1	25
Ins-28	Sant Boi de Llobregat	Concertada	no	1	1º ESO	4	89
Ins-29	Sant Boi de Llobregat	Pública	no	2	2º ESO	1	16
Ins-30	Sant Joan Despí	Concertada	no	3	1º ESO	2	60
Ins-31	Vilanova i la Geltrú	Pública	no	1	1º ESO	3	90



**Figura 1.** Proceso del diseño del material.

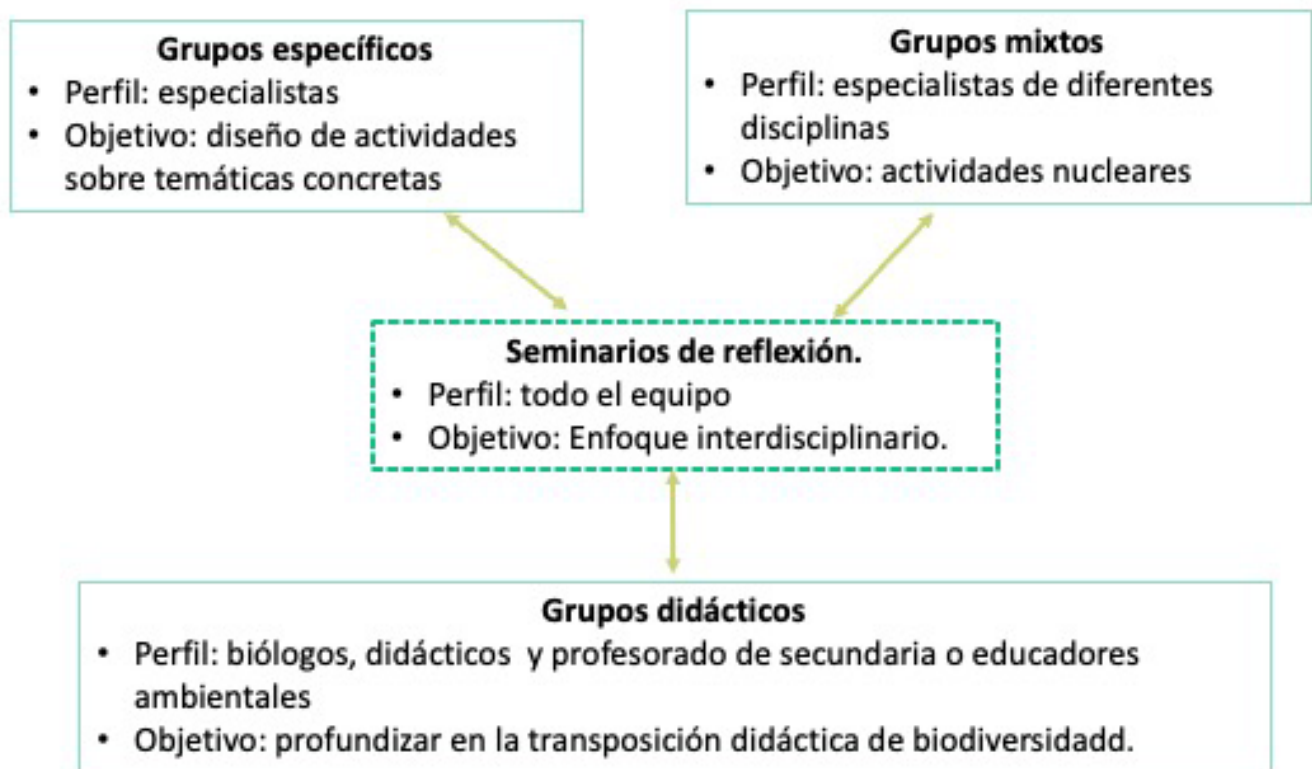
**Figure 1.** Material design process.

El material se desarrolló íntegramente a partir de un proceso de creación colaborativa, donde las contribuciones de los distintos perfiles de participantes se incorporaron progresivamente en el proceso descrito. El diseño inicial obtenido de este proceso (prototipo del material) se validó primero a través de un equipo de expertos y a continuación en un contexto real. En cuanto al grupo de expertos, estuvo conformado por profesionales en ecología y ciencia ciudadana del Centro de Investigación Ecológica y Aplicaciones Forestales (CREAF), especialistas en ornitología procedentes del Instituto Catalán de Ornitología (ICO), SEO/BirdLife y el Observatorio RiVUS, así como técnicos de la Red de Escuelas Verdes del Departamento de Acción Climática de la Generalitat de Cataluña y docentes e investigadores en didáctica de las ciencias. Esta diversidad de perfiles permitió asegurar tanto el rigor científico como la pertinencia pedagógica de los materiales dentro del contexto escolar. En cuanto a la validación en el contexto real, consistió en la implementación del material en los 31 centros educativos caracterizados anteriormente. En concreto, se aplicó a 77 grupos aula y 1900 alumnos del primer ciclo de la educación secundaria.

Para la revisión final del diseño se consideraron diversidad de contribuciones, las respuestas del alumnado y de los docentes que participaron de la implementación del material y las aportaciones recogidas en dos seminarios de trabajo: uno con los docentes que implementaron el material y que voluntariamente participaron en él, y otro con el equipo de expertos. Además, para analizar las estrategias didácticas, se seleccionó una docente mediante un muestreo intencionado por criterio, eligiendo un caso que cumpliera con dos condiciones específicas: haber implementado el proyecto dos años después de su diseño inicial y haber sido la primera docente en responder a la llamada de continuidad. Se le realizó una entrevista semiestructurada y se tomaron notas de campo por parte de la investigadora.

Otra característica del proceso metodológico de diseño fue, la organización del equipo siguiendo la propuesta de (Bonil y Calafell, 2013) para construir conocimiento interdisciplinario a través del concepto de inteligencia sistémica. (Fig. 2). El equipo del proyecto estaba compuesto por profesorado universitario de las facultades de Educación, Biología y Matemáticas e Informática de la Universitat de Barcelona, junto con docentes de educación secundaria y educadores ambientales. Este equipo trabajó de manera articulada en grupos específicos (por temática), mixtos (por tema didáctico) y en sesiones plenarias para garantizar la coherencia pedagógica, científica y ecosocial del conjunto de actividades. El grupo específico de especialistas abordaba temáticas concretas como la ciencia ciudadana o la biodiversidad de aves. Los grupos mixtos estaban integrados por representantes de diferentes áreas para diseñar actividades concretas, como la creación de actividades de campo centradas en la observación e identificación de especies. En él participaron dos educadoras ambientales, un biólogo y una profesora de la Facultad de Educación. Para diseñar actividades centradas en el concepto y conservación de la biodiversidad, se conformó un equipo con un profesor de biología, una docente de la facultad de Educación, un profesor de educación secundaria y una educadora ambiental. Asimismo, el diseño de las propuestas de representación de datos fue trabajado por dos docentes de la Facultad de Educación especialistas en tecnología y recursos digitales y un profesor de matemáticas e informática. Finalmente, el conjunto del equipo trabajó en momentos clave del proceso, principalmente durante el diseño inicial y la validación final de los materiales, para dialogar entre perspectivas, detectar puntos en común y singularidades de las aportaciones de cada participante.





**Figura 2.** Organización de grupos de trabajo para el diseño del material.

**Figure 2.** Organization of working groups for the design of the material.

### Recogida de datos y análisis

De acuerdo con la IBD, se utilizaron distintas estrategias para evaluar el material. Una primera estrategia fue la recogida de información a partir de un diario de campo de investigación realizado por una persona del equipo de diseño, que asumió esta responsabilidad a lo largo de toda la investigación. En cada seminario reflexivo se obtenía un informe que, primero, era compartido y analizado con la investigadora principal, y después socializado con el resto del equipo investigador.

El material educativo creado se implementó en 31 centros educativos, cuyas características se han detallado en la **tabla 1**. Los 53 docentes que participaron en el proyecto impartían las asignaturas de biología y geología, tecnología y/o proyectos interdisciplinarios.

Con el fin de facilitar la implementación y la recogida de datos, se habilitó un entorno virtual que permitió compartir los materiales, gestionar la comunicación con los docentes participantes, y fomentar el intercambio de experiencias. El entorno virtual también se utilizó para administrar un cuestionario al profesorado y al alumnado, ambos con preguntas cualitativas y cuantitativas sobre la valoración del material educativo, su aplicabilidad curricular, las estrategias utilizadas, la percepción del alumnado y propuestas de mejora (docentes) y sobre interés, aprendizaje y satisfacción con la propuesta, así como impresiones espontáneas sobre las actividades, los temas tratados y la participación en ciencia ciudadana (alumnado). Ambos cuestionarios se administraron una vez los materiales ya se habían implementado en los institutos (**Anexos 1 y 2**) y los datos cualitativos de respuesta abierta se analizaron inductivamente siguiendo la propuesta de generación de códigos y búsqueda de temas de Braun y Clarke y a través de Atlas.ti. Además, la recogida de datos del profesorado se realizó también, a partir de un seminario participativo y de los diarios del equipo investigador, los cuales, según Janesick (1999) son una técnica cualitativa que permite captar las reflexiones de los investigadores y los participantes a partir de la triangulación de datos. Se realizó un análisis descriptivo de los datos cuantitativos con el software Jamovi, para, posteriormente, a partir de una triangulación metodológica, integrar la información obtenida con el análisis cualitativo temático de las respuestas abiertas, tanto de alumnado como de profesorado.

Para analizar la continuidad del proyecto, dos años después de su implementación inicial, se realizó una entrevista semiestructurada a una docente seleccionada mediante muestreo intencionado por criterio, al cumplir dos condiciones clave: mantener el proyecto activo en su centro y responder de manera inmediata a la invitación de continuidad. La entrevista se desarrolló a partir de un guion semiestructurado (**Anexo 3**) y se registró en forma de diario del investigador, incorporando tanto las respuestas de la docente como las reflexiones de la investigadora durante la conversación.

## Resultados y discusión

En este apartado se presentan dos tipos de resultados. Por un lado, las actividades y los materiales Dame Alas, que surgieron del proceso de IBD: las estrategias didácticas utilizadas y su estructura, y, por otro, la valoración del material a través de los datos obtenidos a través de las diferentes técnicas y análisis especificados en el apartado anterior.

### El material educativo Dame Alas diseñado a través de la IBD

Dame Alas ofrece cuatro propuestas educativas: 1) secuencia básica, con actividades esenciales; 2) secuencia de ciencia ciudadana, con actividades para profundizar en la ciencia ciudadana; 3) secuencia de biodiversidad, con actividades para profundizar en la biodiversidad; y 4) secuencia transversal, con actividades para trabajar el material como un proyecto interdisciplinario. Cada secuencia incluye: programación curricular (situación de aprendizaje), guía para el/la docente, materiales para el alumnado, materiales de soporte de aula y material inspirador. Con el fin de divulgar el material de forma democrática y accesible, se ha creado una web: <https://www.ub.edu/educits/dame-alas-fecyt/>.

Las estrategias validadas a través de la IBD se alinean con el enfoque sistémico y de la complejidad, con el área de ecología y los contenidos de biodiversidad; y con la finalidad formativa y transformadora propia de la educación ecosocial. Estas son: 1) la presentación de un reto a través de un contexto cotidiano y un relato; 2) la formulación de preguntas productivas y su organización rizomática, 3) la observación y la investigación científica para conocer desde la vivencia personal las problemáticas ecosociales, 4) la salida de campo y su vinculación con el medio natural y social del alumnado, 5) la ciencia ciudadana como potencial educativo y atractivo de la ciencia y 6) el diálogo entre disciplinas y la diversidad de lenguajes para representar ideas.

#### Estrategia 1: presentación de un reto a través de un contexto cotidiano y un relato

La introducción de la problemática de la biodiversidad urbana se realizó a través de iniciar el material educativo con un fenómeno didáctico (Calafell et al., 2019), es decir un acontecimiento o situación del entorno cotidiano del alumnado que sirve como punto de partida para movilizar aprendizajes científicos significativos, conectando el currículo con la realidad del alumnado y con el contexto social. Este fenómeno se presentó a través de una historia situada en una acción cotidiana de la vida real. El fenómeno didáctico se concretó en los elementos de renaturalización de los parques urbanos destinados a favorecer la biodiversidad, en particular una caja nido, presentada a través de una conversación amena de una pandilla de amigos jóvenes que está pasando la tarde en el parque y descubre una caja nido. Como sugiere (Jiménez-Valverde, 2025), esta narrativa provocadora ofrece un contexto significativo y emocionalmente conectado, generando curiosidad y empatía. El uso de una narrativa situada permite conectar la educación científica con marcos culturales, éticos y sociales (Flener-Lovitt, 2025) y se convierten en un elemento didáctico que hila las actividades e interpela al alumnado desde su cultura y su identidad (Bonil et al., 2012).

La función del relato fue primordial para articular las distintas actividades y mantener la cohesión del itinerario formativo. Según las notas del diario del equipo investigador, “la narración se aplicó en el aula a través de diferentes estrategias: *“los docentes realizaron dramatización de la narrativa, lectura en voz alta o trabajo en grupos cooperativos”* y se valoró como un elemento esencial para su implementación por *“la flexibilidad del reto y la adaptabilidad a cada aula y realidad”*.

#### Estrategia 2: formulación de preguntas productivas y su organización

Una estrategia clave utilizada fue la organización de todo el material alrededor de preguntas generadoras de conocimiento (Roca et al., 2012), conforme el marco de indagación de la didáctica de las ciencias. Las preguntas son focalizadoras y a la vez integran diversidad de puntos de vista y de escalas de aproximación a los fenómenos y orientan el proceso de indagación y fomentan el pensamiento crítico, tal y como señalan Hmelo-Silver et al. (2007). El material contemplaba diversidad de preguntas organizadas según una jerarquía más general o específica, siguiendo una estructura que iba de preguntas más nucleares (que conectan con el contexto y abren la puerta a diversidad de saberes a preguntas más específicas (que llevan a contenidos curriculares concretos) (Calafell et al. 2008). Estas preguntas no buscaban respuestas cerradas, sino que abrían espacio al debate, la reflexión y la construcción colectiva de significados. Según los datos recogidos durante los seminarios *“las preguntas formuladas despertaron interés y facilitaron la comprensión de la biodiversidad desde distintas escalas”* y *“se pudo trabajar la identificación de múltiples explicaciones causales para la pérdida de especies a través de la indagación y argumentación en clase”*.

#### Estrategia 3: observación e investigación científica para conocer desde la vivencia personal las problemáticas ecosociales

Una de las estrategias didácticas clave del proyecto Dame Alas fue la incorporación de la observación y la investigación científica escolar como herramientas para aprender la forma de hacer propia de la ciencia y la problemática de la biodiversidad, poniendo en el centro de la enseñanza al alumnado desde un aprendizaje experiencial (Berland et al., 2015). Esta estrategia permitió a los jóvenes de secundaria adoptar un rol activo como exploradores de su entorno, desarrollando habilidades científicas básicas como la formulación de hipótesis, la recogida de datos de forma sistemática, la comparación de evidencias o la clasificación de especies (Pozuelo-Muñoz et al., 2023). Según el docente participante en la entrevista *“La observación directa a partir de tablas de observación de las aves urbanas favorece el aprendizaje de contenidos específicos del currículum sobre la biodiversidad y esto da valor a que el proyecto se continúe implementando”*. Las actividades vivenciales de observación e investigación contribuyen a dar significado al conocimiento científico y su proceso de indagación, alejándose de una visión abstracta o descontextualizada (Kolb, 1984). El profesorado en el seminario valoró esta estrategia como *“una oportunidad para*

*romper con la rutina del aula, fomentar la curiosidad y promover el pensamiento crítico y la cultura científica a partir de la experiencia directa y situada.* Esta aproximación refuerza la idea que, en la educación ambiental y ecológica, se aprende mejor aquello que se vive y se siente (Bonil et al., 2012).

#### Estrategia 4: salida de campo y su vinculación con el medio natural y social del alumnado

La salida de campo permitió trasladar el aprendizaje fuera del aula (patios escolares, parques o zonas verdes próximas al centro educativo) y vincularlo directamente con el entorno cotidiano del alumnado. En ella, el alumnado observó aves urbanas mediante protocolos sencillos de registro, utilizando prismáticos y fichas de identificación. La salida de campo fue identificada como una de las actividades más potentes y transformadoras del proyecto Dame Alas, tanto por el alumnado como por el profesorado, tal y como se muestra en el siguiente apartado de valoración del material. La salida conectó los contenidos curriculares escolares, principalmente de ecología y biodiversidad, y el entorno cotidiano del alumnado. Según el profesorado participante *“La observación de aves en lugares cotidianos para el alumnado permitió que ellos identificaran elementos del paisaje y seres vivos que normalmente pasan desapercibidos”*. A la vez, en las notas de campo se corroboró un acuerdo entre los docentes del seminario y el docente entrevistado en que *“la experiencia fomentó la socialización entre el alumnado, favoreciendo las conversaciones sobre contenidos científicos y ecológicos y la atención a los espacios sociales donde encontraban más o menos biodiversidad”* y según los juicios de los docentes *“esto podría aumentar la conciencia del alumnado por el medio que habitan”*. Las salidas son una estrategia esencial para conocer el entorno en el que las y los alumnos viven y favorecer desde las emociones la conservación de la naturaleza (Hinds y Sparks, 2008) y la construcción de una ciudadanía más crítica, comprometida y enraizada en su territorio (Boulahrouz, 2021). Además, como destacan Tidball y Krasny (2010), la vinculación con el medio local favorece la resignificación del entorno urbano como un espacio vivo, complejo y digno de ser cuidado.

#### Estrategia 5: ciencia ciudadana y educación científica

Dame Alas incorporó la ciencia ciudadana no solo como metodología de trabajo, sino como una estrategia didáctica para democratizar el conocimiento científico y hacer participe al alumnado de cómo se desarrollan procesos reales de investigación. A través del uso de la aplicación móvil iNaturalist y de las actividades asociadas al aula, los y las estudiantes registraron sus observaciones y contribuyeron activamente a una base de datos científica global y conocieron la importancia de los datos de la ciencia ciudadana para avanzar en la investigación científica. Según el profesorado participante, *“el uso de una app de ciencia ciudadana motivó al alumnado, que se sintió parte de una comunidad científica”* y *“el alumnado se sorprendió que su trabajo podía tener un valor y una utilidad más allá del aula”*. Tal y como sugieren Ballard et al. (2017), el profesorado, por su parte, destacó el potencial transformador de la ciencia ciudadana para desarrollar competencias científicas, digitales y ciudadanas de forma integrada. Sin embargo, también se identificaron limitaciones relacionadas con la edad mínima de uso de la aplicación, lo cual restringió su implementación en ciertos grupos aula. A pesar de ello, la experiencia demostró que la ciencia ciudadana puede ser una puerta de entrada poderosa para repensar la enseñanza de las ciencias desde una lógica participativa, abierta y contextualizada, y se convierte en un instrumento educativo viable, si bien sus efectos dependen de la autenticidad de los proyectos, es decir, la recogida de datos genuinos y la contribución real a las investigaciones son claves (Bonney et al., 2016; Queiruga-Dios et al., 2020; Zhang et al., 2023).

#### Estrategia 6: diálogo entre disciplinas y diversidad de lenguajes para representar ideas

Una de las características distintivas del material educativo Dame Alas es su enfoque interdisciplinario y multimodal, que permitió trabajar la biodiversidad urbana desde múltiples saberes curriculares de la educación secundaria y a través de diversos lenguajes o medios de expresión. El material diseñado en distintas secuencias dio libertad al profesorado para trabajar los contenidos de ecología y biodiversidad, más asociados a la biología de primero o segundo de la educación secundaria, con otros saberes de matemáticas, geografía, lengua, ciudadanía o tecnología, favoreciendo una comprensión más rica y compleja del fenómeno ecológico de la biodiversidad. Esta estrategia, el diálogo disciplinario, facilita superar la reducción disciplinar presente en muchos proyectos de educación ambiental o educación para la sostenibilidad y favorece la relación entre contenidos específicos y disciplinares de las asignaturas (Calafell, 2010). Asimismo, facilita la conexión entre el pensamiento lógico, creativo, ético y emocional (Verma, 2025). Los datos obtenidos del seminario con el profesorado muestran que las cuatro secuencias del Dame Alas, tal y como se puede observar en su web, permiten que el alumnado genere una amplia variedad de formas de representar la información como: catálogos ilustrados de aves, mapas de observación, gráficos de frecuencia, relatos, exposiciones orales, composiciones visuales, dramatizaciones o el uso de cuestionarios gamificados, como Kahoot. Como señala Ainsworth (2006), esta diversidad de lenguajes y recursos permite al alumnado expresar lo aprendido desde sus propias fortalezas, reforzando la mirada inclusiva del proyecto.

#### **La evaluación final del proyecto Dame Alas**

El alumnado participante en el proyecto otorgó una nota media de 4,02 sobre 6 a su satisfacción por haber participado en este (N=808), valorando especialmente las actividades relacionadas con la salida de campo (**Tabla 3**). Estas actividades fueron también las más valoradas como generadoras de aprendizaje por el mismo alumnado (**Tabla 3**).



**Tabla 2.** Porcentajes de respuestas en la valoración de las actividades por parte del alumnado en función de si les han gustado o no (N=808).

**Table 2.** Percentages of responses in the evaluation of the activities by the students according to whether they liked them or not (N=808).

Actividad	No me ha gustado nada	Me ha gustado bastante	Me ha gustado	Me ha gustado mucho	No la hemos hecho
La conversación de los jóvenes en el parque	9.9	26.2	46.2	7.5	10.1
La observación de pájaros y la recogida de datos	7.3	21.5	35.4	34.4	1.4
El diseño del catálogo de pájaros	6.7	22.2	38.6	26.6	5.9
El trabajo de campo en el patio o en el entorno del colegio	7.2	14.9	31.8	37.3	8.9
El uso de la app iNaturalist	10.3	25.1	33.4	12.6	18.6

**Tabla 3.** Porcentajes de respuestas en la valoración de las actividades por parte del alumnado en función de si han aprendido o no con ellas (N=808).

**Table 3.** Percentages of responses in the evaluation of the activities by the students according to whether they have learned with them or not (N=808).

Actividad	No he aprendido nada	He aprendido alguna cosa	He aprendido bastante	He aprendido mucho	No la hemos hecho
La conversación de los jóvenes en el parque	9.3	38.5	30.7	11.0	10.5
La observación de pájaros y la recogida de datos	4.1	22.0	39.7	32.8	1.4
El diseño del catálogo de pájaros	6.1	26.5	35.0	26.9	5.6
El trabajo de campo en el patio o en el entorno del colegio	6.4	22.4	36.1	27.8	7.2
El uso de la app iNaturalist	13.6	29.1	27.7	12.0	17.6

En sus respuestas cualitativas, el alumnado destacó que la observación directa de las aves urbanas a partir de tablas de observación no solo favoreció el aprendizaje de contenidos específicos sobre biodiversidad, sino también conocer cuestiones sobre la cultura y la naturaleza de la ciencia (presente en el currículum educativo, según la LOMLOE). Además, generó un vínculo vivencial con el medio, tal y como se evidencia en sus testimonios: *“La actividad que más me ha gustado es la observación de pájaros y la recogida de datos”* o *“Es importante cuidar los pájaros y nuestro entorno”*.

Los datos recogidos en los cuestionarios muestran que el alumnado valoró especialmente esta actividad por su componente lúdico, exploratorio y experiencial. Para muchos, fue la primera vez que utilizaron prismáticos o aprendieron a distinguir aves por su canto o plumaje. El profesorado, además, destacó el valor didáctico de la salida como catalizador del interés por la biodiversidad, y subrayó que permitió trabajar contenidos científicos de forma integrada con habilidades de orientación, trabajo en equipo, comunicación y sensibilidad ambiental.

En cuanto a la experiencia de participar en un proyecto de ciencia ciudadana, se codificaron de forma intencionada los aprendizajes referidos por el alumnado en aprendizajes de aplicación, de contenidos y de beneficio para la ciudadanía (**Tabla 4**). Los resultados muestran que Dame Alas generó un volumen muy elevado de aprendizaje conceptual, a la vez que una parte significativa del alumnado destacó los componentes prácticos y participativos de la propuesta educativa. Ello sugiere que el material combina eficazmente la adquisición de conocimiento científico con experiencias activas y situadas, elementos clave para fomentar una conciencia ecosocial significativa.

**Tabla 4.** Codificación intencionada de las respuestas del alumnado a la pregunta: ¿Qué has aprendido a través de la ciencia ciudadana? (N= 808).**Table 4.** Intentional coding of student responses to the question: What have you learned through citizen science? (N= 808).

Tipo de aprendizaje	descripción
Aprendizaje aplicación 13.8 %	El alumnado conecta el aprendizaje científico con situaciones reales, especialmente en la identificación de especies y la comprensión de su entorno. Manifiestan una mejora en la observación y en la conciencia sobre la biodiversidad presente en espacios cotidianos. Además, reconocen la importancia de preservar la diversidad de especies como un elemento clave para el mantenimiento de ecosistemas saludables.
Aprendizajes contenidos 86.7 %	El alumnado comprende el papel de las ciudades en la biodiversidad y la función ecológica de las aves. Identifican especies, entienden el concepto de biodiversidad y reconocen a las aves como indicadores ambientales y agentes clave en el equilibrio de los ecosistemas urbanos. Además, emerge una creciente conciencia sobre la necesidad de conservar los espacios verdes y promover acciones de protección como las cajas nido.
Aprendizaje beneficio para la ciudadanía 44.5%	El alumnado comprende que cualquier persona puede participar en la ciencia ciudadana y contribuir a la investigación ambiental y de biodiversidad. Se enfatiza el uso de herramientas como iNaturalist para facilitar la observación de aves y la colaboración con científicos. Destaca el aumento del interés por la biodiversidad y la conciencia sobre la necesidad de proteger el entorno, así como la importancia de la investigación colectiva

En cuanto a las valoraciones del profesorado, las puntuaciones medias sobre el material Dame Alas fueron elevadas (**Tabla 5**), destacan la capacidad de dicho material para fomentar la participación activa y crítica del alumnado. En las **Tablas 6 y 7** se muestran valoración de las secuencias sobre biodiversidad y ciencia ciudadana por parte del profesorado que las utilizó.

**Tabla 5.** Media y desviación estándar de las valoraciones generales (puntuación entre 1 y 6) del material por parte del profesorado (N=28).**Table 5.** Mean and standard deviation of the overall ratings (score between 1 and 6) of the material by the teachers (N=28).

	Media	Desviación estándar
El material fomenta la participación y crítica del alumnado en la investigación científica sobre biodiversidad y pájaros	5.11	0.88
El material incorpora ejemplos, actividades y experiencias prácticas y significativas sobre biodiversidad y pájaros	4.89	0.96
El material proporciona recursos y orientaciones para la participación en proyectos de ciencia ciudadana	4.75	1.40
El material favorece el conocimiento de la importancia de la conservación de la biodiversidad y promueve valores y acciones que contribuyen a la sostenibilidad	4.89	0.96

**Tabla 6.** Porcentajes de respuestas en la valoración por parte del profesorado de la parte del proyecto de biodiversidad (N=13).**Table 6.** Percentages of responses in the evaluation by the teachers of the part of the project of biodiversity (N=13).

	Nada de acuerdo	Un poco de acuerdo	De acuerdo	Muy de acuerdo
La estructura es clara y coherente	0	7.7	61.5	30.8
Los objetivos de aprendizaje y los contenidos curriculares son pertinentes	0	0	76.9	23.1
El material es adecuado para el nivel educativo y para los intereses del alumnado	0	15.4	53.8	30.8
El uso del lenguaje es adecuado, preciso y no sexista	0	7.7	53.8	38.5
Se tiene en cuenta la atención a la diversidad del alumnado	8.3	16.7	58.3	16.7

**Tabla 7.** Porcentajes de respuestas en la valoración por parte del profesorado de la parte del proyecto de ciencia ciudadana (N=13).**Table 7.** Percentages of responses in the teacher evaluation of the biodiversity part of the citizen science project (N=13).

	Nada de acuerdo	Un poco de acuerdo	De acuerdo	Muy de acuerdo
La estructura es clara y coherente	0	11.1	77.8	11.1
Los objetivos de aprendizaje y los contenidos curriculares son pertinentes	0	11.1	77.8	11.1
El material es adecuado para el nivel educativo y para los intereses del alumnado	0	22.2	66.7	11.1
El uso del lenguaje es adecuado, preciso y no sexista	0	11.1	77.8	11.1
Se tiene en cuenta la atención a la diversidad del alumnado	7.1	22.2	66.7	11.1

Como destaca Sterling (2010), la incorporación de la complejidad en el aula para trabajar contenidos de la ecología asociados a las problemáticas ecosociales requiere tanto un cambio en el enfoque de los contenidos como de las metodologías y estrategias didácticas utilizadas. Esto implica, por un lado, aproximarse a cuestiones como la biodiversidad desde una mirada escalar (macro-meso-micro) y, por otro, adoptar una perspectiva sistémica y dialógica que integre diversos puntos de vista, causalidades y efectos.

Desde esta mirada, también, la educación para la transición ecosocial asume una doble tarea pedagógica: cuestionar críticamente aquello que ya no funciona y, al mismo tiempo, explorar y construir colectivamente alternativas viables y deseables (Franquesa et al., 2021). En el marco del proyecto Dame Alas, esto se traduce en la necesidad de desaprender visiones reduccionistas sobre la naturaleza y las dinámicas urbanas, al tiempo que se fomenta la creación de nuevas miradas hacia el entorno a través de la observación científica directa, la ciencia ciudadana, el enfoque interdisciplinario y la narración de contextos cotidianos. De este modo, el alumnado no solo revisa conocimientos y acciones establecidas, hábitos y discursos establecidos, sino que también se empodera para participar como ciudadanos en la imaginación y construcción de un futuro más justo y sostenible, es decir, en intervenir en la transición ecosocial (Wals, 2011).

## Conclusiones y perspectiva de futuro

El proyecto Dame Alas ha demostrado un alto potencial para abordar la complejidad ecológica a partir de la biodiversidad desde una perspectiva didáctica indagadora, inclusiva e interdisciplinaria. A través de estrategias como la narrativa, la contextualización de fenómenos didácticos, la formulación de preguntas, la observación científica, la salida de campo, la ciencia ciudadana y la integración de múltiples lenguajes y saberes, el proyecto ha logrado conectar el aprendizaje del conocimiento científico con la experiencia personal del alumnado, su entorno y la perspectiva ecosocial.

Los datos recogidos durante el proceso de investigación basado en el diseño indican que las estrategias didácticas del material Dame Alas favorecieron la motivación del alumnado hacia el aprendizaje, el pensamiento crítico, la participación de una ciencia democrática, la conciencia ecosocial y la apropiación del entorno urbano como espacio vivo y digno de cuidado. A la vez, el material fue valorado positivamente por el profesorado por su coherencia con el currículum vigente, por su carácter flexible y su potencial para desarrollar competencias ecosociales a través de una aproximación interdisciplinaria y con un contenido científico riguroso.

No obstante, el proceso de diseño e investigación también ha puesto de manifiesto algunas limitaciones, en especial sobre la restricción de edad en el uso de la aplicación iNaturalist, lo que dificultó la participación autónoma de parte del alumnado. Un aspecto de mejora relacionado también con la ciencia ciudadana es la posibilidad de que la participación del alumnado vaya más allá de la simple recogida de datos y se involucre también en el análisis de los mismos o incluso en el diseño de todo el proyecto (Hidalgo et al., 2021). Asimismo, se identificó la necesidad de ampliar los recursos de apoyo para atender a la diversidad del alumnado y facilitar la implementación de la salida de campo con material técnico apropiado; en concreto, con prismáticos. También se considera como limitación la necesidad de diseñar indicadores de evaluación formativa más específicos, que permitan al profesorado recoger evidencias del desarrollo competencial del alumnado de manera más sistemática. En este sentido, el diseño de instrumentos como a) rúbricas de evaluación orientadas a la indagación científica, la participación en la observación y la comunicación científica, b) tablas de indicadores para evaluar la observación sistemática y c) cuestionarios de percepción y valoración del aprendizaje antes y después de la actividad se podrían incorporar como mejoras para futuras ediciones. Otra limitación que superar, de acuerdo con la transferibilidad y la continuidad del proyecto, es buscar más docentes y centros de secundaria que continúen realizando el proyecto para conocer las vías de integración de él como proyecto de centro.

Como perspectiva de futuro, se considera óptimo aprovechar la valiosa experiencia de Dame Alas para desarrollar nuevos materiales destinados a la educación primaria y/o ampliar la temática de la biodiversidad a otros seres vivos más allá de los pájaros.

## Contribución de los autores

Conceptualización: **GC**; Curación de datos, Análisis formal, Obtención de financiación, Investigación, Metodología: **GC, ME, GJ**. Administración del proyecto: **GC**; Recursos, Software; Supervisión; Validación; Visualización y Redacción del borrador original, así como revisión y edición: **GC, ME, GJ**.

## Disponibilidad de datos y código

Los datos públicos del proyecto se encuentran en el enlace: <https://www.ub.edu/educits/dame-alas-fecyt/> y el resto quedan a disposición de la IP por razones justificadas de privacidad al tratarse de una intervención en el aula con menores de edad.

## Financiación, permisos requeridos, potenciales conflictos de interés y agradecimientos

Dame Alas, un proyecto educativo de ciencia ciudadana para conocer y valorar la biodiversidad en entornos urbanos (FCT-201735). Convocatoria de Ayudas para el fomento de la cultura científica tecnológica y de la innovación (FECYT), Ministerio de Ciencia e innovación

Proyecto seleccionado como proyecto de excelencia e innovación de la divulgación científica: [https://www.convocatoria.fecyt.es/publico/Catalogos/\\_Recursos/catalogo\\_proyectos\\_2024\\_VF\\_.pdf](https://www.convocatoria.fecyt.es/publico/Catalogos/_Recursos/catalogo_proyectos_2024_VF_.pdf)

Web del proyecto: <https://www.ub.edu/educits/dame-alas-fecyt/>

Los autores/as declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Agradecemos su colaboración al equipo investigador: Genina Calafell (Facultad de Educación, UB); Daniel Navas (Escola Gravi); Mireia Esparza (Facultad de Educación, UB); Mar Grasa (Facultad de Biología, UB); Eloi Puerta (Facultad de Matemáticas e Informática, UB); Anna Escofet (Facultad de Educación, UB); Santi Mañosa (Facultad de Biología, UB); Miquel Colomer (Facultad de Educación, UB); Grego Jiménez (Facultad de Educación, UB); Joan Manel Riera (Escola Natura del Corredor); Elisabeth Huertas (Facultad de Educación, UB); Albert Becerra (UB); Cinthia Pereira (Facultat d'Educació, UB). Y a las entidades implicadas en el proyecto: Xarxa d'escoles verdes de la Generalitat de Catalunya, Centre de Recerca en Aplicacions Forestals (CREAF), SEOBirdlife, Fundació RIVUS, Institut Català Ornitologia (ICO) y los docentes de los 31 centros participantes.

## Referencias

- Ainsworth, S. (2006). DeFT: A conceptual framework for considering learning with multiple representations. *Learning and Instruction*, 16(3), 183-198. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2006.03.001>
- Aristeidou, M., & Herodotou, C. (2020). Online citizen science: A systematic review of effects on learning and scientific literacy. *Citizen Science: Theory and Practice*, 5(1), 11. <https://doi.org/10.5334/cstp.224>
- Ballantyne, R., & Packer, J. (2009). Introducing a fifth pedagogy: Experience-based strategies for facilitating learning in natural environments. *Environmental Education Research*, 15(2), 243-262. <https://doi.org/10.1080/13504620802711282>
- Ballard, H.L., Dixon, C.G.H., & Harris, E.M. (2017). Youth-focused citizen science: Examining the role of environmental science learning and agency for conservation. *Biological Conservation*, 208, 65-75. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.05.024>
- Barab, S., & Squire, K. (2004). Design-Based Research: Putting a Stake in the Ground. *The journal of the learning sciences*, 13(1), 1-14. [https://doi.org/10.1207/s15327809jls1301\\_1](https://doi.org/10.1207/s15327809jls1301_1)
- Berland, L.K., Schwarz, C.V., Krist, C., Kenyon, I., & Lo, Reiser, B.J. (2015). Epistemologies in practice: Making scientific practices meaningful for students. *Journal of Research in Science Teaching*, 53, 1082-1112. <https://doi.org/10.1002/tea.21257>
- Bonil, J. (2006). *La Recerca avaluativa d'un programa de l'assignatura de didàctica de les ciències experimentals dissenyat prenent com a marc teòric el paradigma de la complexitat: orientacions per al canvi*. [Tesis doctoral, Universitat Autònoma de Barcelona] <https://hdl.handle.net/10803/4710>
- Bonil, J., Calafell, G., (2006). Los retos actuales de la educación científica. In Educación Primària. Orientaciones y recursos (6-12 años). *Praxis*, 25-25.
- Bonil, J., Calafell, G., Granados, J., Junyent, M., & Tarin, R.M. (2012). Un modelo formativo para avanzar en la ambientalización curricular. *Profesorado*, 16(2), 145-164. <http://www.ugr.es/~recfpro/rev162ART9.pdf>
- Bonil, J., Calafell, G., (2013). De la interdisciplinarietat als territoris Intel·ligents, harmonia a dues veus. En Alsina, A (coord.), *Innovació i investigació en didàctiques específiques: La interdisciplinarietat a l'aula d'infantil i primària*, 15-20, Oficina edicions UdG. Universitat de Girona, Girona, España.
- Bonney, R., Phillips, T.B., Ballard, H.L., & Enck, J.W. (2016). Can citizen science enhance public understanding of science? *Public Understanding of Science*, 25(1), 2-16. <https://doi.org/10.1177/0963662515607406>
- Boulahrouz, M. (2021). Salidas de campo y Educación para el desarrollo sostenible. Una propuesta para la participación juvenil usando el storytelling digital. *EDMETIC*, 10(2), 184-201. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v10i2.13031>
- Bowers, C.A. (2001). *Educating for eco-justice and community*. University of Georgia Press. St, Athens, GA, USA.
- Burgos-Ayala, A., Jiménez-Aceituno, A., & Rozas-Vásquez, D. (2020). Integrating Ecosystem Services in Nature Conservation for Colombia. *Environmental Management*, 66, 149-161. <https://doi.org/10.1007/s00267-020-01301-9>
- Braun, V., y Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77-101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp0630a>
- Calafell, G., Fonolleda, M., Querol, M (2008). Propuestas para llegar al currículo. *Cuadernos de Pedagogía* (383), pp. 52 - 55.

- Calafell, G., Banqué, N., Viciano, S. (2019). Com rutlla l'energia que consumim a l'escola? 3 claus metodològiques per reconceptualitzar l'espai aula. *Perspectiva Escolar*, (403), 58-61.
- Chandler, M., See, L., Copas, K., Bonde, A.M.Z., López, B.C., Danielsen, F., ... Turak, E. (2017). Contribution of citizen science towards international biodiversity monitoring. *Biological Conservation*, 213, 280-294. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.09.004>
- Cooper, C.B., Hawn, C.L., Larson, L.R., Parrish, J.K., Bowser, G., Cavalier, D., ... Haklay, M. (2021). Inclusion in citizen science: The conundrum of rebranding. *Science*, 372(6549), 1386-1388. <https://doi.org/10.1126/science.abi6487>
- Crall, A. W., Jordan, R., Holfelder, K., Newman, G. J., Graham, J., & Waller, D. M. (2011). The impacts of an invasive species citizen science training program on participant attitudes, behavior, and science literacy. *Public Understanding of Science*, 22(6), 745-764. <https://doi.org/10.1177/0963662511434894>
- Da Silva, E., Guerrero-Moreno, M., Oliveira, F., Juen, L., De Carvalho, F., & Oliveira-Junior, J. (2025). The importance of traditional communities in biodiversity conservation. *Biodiversity and Conservation*, 34, 685-714. <https://doi.org/10.1007/s10531-024-02999-3>
- Freire, P. (2012). *Pedagogía de la autonomía: saberes necesarios para la práctica educativa*. Siglo XXI. Ciudad de México, Mexico.
- Foggin, J. M. (2018). Environmental Conservation in the Tibetan Plateau Region: Lessons for China's Belt and Road Initiative in the Mountains of Central Asia. *Land*, 7(2), 52. <https://doi.org/10.3390/land7020052>
- Franquesa, T., Heras, F., & Meira, P. (2021). Educación ambiental: sobre o colapso e a esperanza. *Ambientalmente Sustentable*, 27(2), 7-17
- Gutiérrez Bastida, J.M. (2018). *Educación ambiental. Invitación a la educación ecosocial en el Antropoceno*. Editorial Bubok.
- Halffter, G. (1995). ¿Qué es la biodiversidad?. *Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural*, 5-14.
- Heras, F. (2023). La educación ambiental y los estilos de vida sostenibles. *Ecosistemas* 32(especial): 2470. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2470>
- Herodotou, C., Ismail, N., Benavides Lahnstein, A.I., Aristidou, M., Young, A.N., Johnson, R. F., ... Ballard, H.L. (2024). Young people in iNaturalist: A blended learning framework for biodiversity monitoring. *International Journal of Science Education, Part B*, 14(2), 129-156. <https://doi.org/10.1080/21548455.2023.2217472>
- Hinds, J., & Sparks, P. (2008). Engaging with the natural environment: The role of affective connection and identity. *Journal of environmental psychology*, 28(2), 109-120. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2007.11.001>
- Hmelo-Silver, C.E., Duncan, R.G., & Chinn, C.A. (2007). Scaffolding and achievement in problem-based and inquiry learning: A response to Kirschner, Sweller, and Clark (2006). *Educational Psychologist*, 42(2), 99-107. <https://doi.org/10.1080/00461520701263368>
- Holling, C.S. (1973). Resilience and Stability of Ecological Systems. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 4, 1-23.
- IPBES (2019). *Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. IPBES Secretariat. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3831673>
- Janesick, V.J. (1999). A Journal About Journal Writing as a Qualitative Research Technique: History, Issues, and Reflections. *Qualitative Inquiry*, 5(4), 505-524.
- Jiménez-Valverde, G. (2025). Narrative Approaches in Science Education: From Conceptual Understanding to Applications in Chemistry and Gamification. *Encyclopedia*, 5(3), 116. <https://doi.org/10.3390/encyclopedia5030116>
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Prentice Hall.
- Kosmala, M., Wiggins, A., Swanson, A., & Simmons, B. (2016). Assessing data quality in citizen science. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 14(10), 551-560. <https://doi.org/10.1002/fee.1436>
- Morin, E. (1999). *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*. UNESCO.
- LOMLOU, Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. Boletín Oficial del Estado, núm. 340, 30 de diciembre de 2020. <https://www.boe.es/eli/es/lo/2020/12/29/3>
- ONU - Organización de las Naciones Unidas (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>
- Phillips, T., Porticella, N., Constan, M., & Bonney, R. (2019). A framework for articulating and measuring individual learning outcomes from participation in citizen science. *Citizen Science: Theory and Practice*, 3(2), 3. <https://doi.org/10.5334/cstp.126>
- Pozuelo-Muñoz, J., Calvo-Zueco, E., Sánchez-Sánchez, E., & Cascarosa-Salillas, E. (2023). Science Skills Development through Problem-Based Learning in Secondary Education. *Education Sciences*. <https://doi.org/10.3390/educsci13111096>
- Puig, J., Batlle, R., Bosch, C., & Palos, J. (2007). *Aprendizaje Servicio: Educar para la ciudadanía*. Octaedro.
- Queiruga-Dios, M., López-Iñesta, E., Díez-Ojeda, M., Sáiz-Manzanares, M., & Dorrio, J. (2020). Citizen Science for Scientific Literacy and the Attainment of Sustainable Development Goals in Formal Education. *Sustainability*, 13(11), 1096 <https://doi.org/10.3390/su12104283>
- Roca Tort, M., Márquez Bargalló, C., & Sanmartí Puig, N. (2012). Las preguntas de los alumnos: una propuesta de análisis. *Enseñanza de Las Ciencias*, 31(1), 95-114. <https://doi.org/10.5565/rev/ec/v31n1.603>
- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, A., Chapin III, F. S., Lambin, E., Lenton, T. M., & Foley, J. (2009). Planetary boundaries: Exploring the safe operating space for humanity. *Ecology and Society*, 14(2), 32. <http://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss2/art32/>
- Rodríguez, J., & Escofet, A. (2006). Aproximación centrada en el estudiante como productor de contenidos digitales en cursos híbridos. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*, 3(2), 20-28. <http://dx.doi.org/10.7238/rusc.v3i2.284>
- Senabre Hidalgo, E., Perelló, J., Becker, F., Bonhoure, I., Legris, M., & Cigarini, A. (2021). Participation and Co-creation in Citizen Science. In: Vohland, K., et al. (eds) *The Science of Citizen Science* (pp. 199-218). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-58278-4\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-030-58278-4_11)
- Sobel, D. (2004). *Place-based education: Connecting classrooms & communities*. Orion Society.
- Sorensen, A., & Jordan, R. (2025). Framing impacts on citizen science data collection and participant outcomes. *Frontiers in Environmental Science*, 12, 1496203. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2024.1496203>
- Sterling, S. (2010). Transformative learning and sustainability: Sketching the conceptual ground. *Learning and Teaching in Higher Education*, 5, 17-33.
- Tidball, K.G., & Krasny, M.E. (2010). Urban environmental education from a social-ecological perspective: Conceptual framework for civic ecology education. *Cities and the Environment*, 3(1), 11. <https://doi.org/10.15365/cate.31112010>
- Toomey, A.H., Strehlau-Howaya, L., Manzoilloa, B., & Thomasa, C. (2020). The place-making potential of citizen science: Creating social-ecological connections in an urbanized world. *Landscape and Urban planning*, 200, 103824. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2020.103824>
- Trouille, L., Lintott, C.J., & Fortson, L.F. (2019). Citizen science frontiers: Efficiency, engagement, and serendipitous discovery with human-machine systems. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(6), 1902-1909. <https://doi.org/10.1073/pnas.1807190116>



- Verma, V. K. (2025). Inter-Corrective Meta-Dialogue on Constructive Impact of Trans-disciplinary Communication in Modern Education. In N. Callaos, J. Horne, B. Sánchez (Eds.), *Proceedings of the 16th International Conference on Society and Information Technologies: ICSIT 2025*, pp. 171-173. International Institute of Informatics and Cybernetics. <https://doi.org/10.54808/ICSIT2025.01.171>
- Wals, A.E.J. (2011). Learning our way to sustainability. *Journal of Education for Sustainable Development*, 5(2), 177-186. <https://doi.org/10.1177/097340821100500208>
- Wolff, L.A., & Skarstein, T.H. (2020). Species Learning and Biodiversity in Early Childhood Teacher Education. *Sustainability*, 12(9), 3698. <https://doi.org/10.3390/su12093698>
- Zhang, E., Hundley, C., Watson, Z., Farah, F., Bunnell, S., & Kristensen, T. (2023). Learning by doing: A multi-level analysis of the impact of citizen science education. *Science Education*, 107(5), 1324-1351. <https://doi.org/10.1002/sce.21810>

PRUEBA SIN CORREGIR

## Anexo 1 / Annex 1

### Cuestionario al alumnado

1. Información sobre la participación en el proyecto y consentimiento.
2. Mi instituto es:
3. ¿Te ha gustado participar en las actividades del proyecto DAME ALAS? Pon una nota del 1 al 6.
4. Valora las siguientes actividades (No me ha gustado nada, Me ha gustado bastante, Me ha gustado, Me ha gustado mucho, No la hemos hecho)
  - La conversación de los jóvenes en el parque
  - La observación de pájaros y la recogida de datos
  - El diseño del catálogo de pájaros
  - El trabajo de campo en el patio o en el entorno del colegio
  - El uso de la app iNaturalist
5. Valora las siguientes actividades en función de si has aprendido (No he aprendido nada, He aprendido alguna cosa, He aprendido bastante, He aprendido mucho, No la hemos hecho)
  - La conversación de los jóvenes en el parque
  - La observación de pájaros y la recogida de datos
  - El diseño del catálogo de pájaros
  - El trabajo de campo en el patio o en el entorno del colegio
  - El uso de la app iNaturalist
6. ¿Has hecho alguna otra actividad que no aparece en la lista y que te haya gustado y/o de la que hayas aprendido? Explicala brevemente.
7. ¿Qué has aprendido sobre la biodiversidad y las aves con estas actividades?
8. ¿Qué has aprendido sobre la ciencia ciudadana?
9. ¿Cómo te has organizado con tus compañeros y compañeras para llevar a cabo la actividad?
10. ¿Qué te ha parecido más interesante o divertido de esta actividad?
11. ¿Qué mejorarías o cambiarías del material o de las actividades?

## Anexo 2 / Annex 2

### Cuestionario al profesorado

1. Información sobre la participación en el proyecto y consentimiento.
2. Mi instituto es:
3. Los/las docentes que respondemos este cuestionario de evaluación somos:
4. El correo electrónico del/de la docente que será el contacto de comunicación por si es necesario alguna aclaración es:
5. He participado con mi alumnado en las actividades (podéis marcar más de una si es el caso):
  - Dame alas – Secuencia principal.
  - Dame alas – Profundización Biodiversidad.
  - Dame alas – Profundización Ciencia Ciudadana.
6. Como instituto, valoramos la participación en el proyecto: Puntuación del 1 al 6.
7. Valoramos los documentos y materiales aportados por el proyecto (nada satisfactorio, poco satisfactorio, satisfactorio, muy satisfactorio):
  - La guía del profesorado.
  - Los materiales y actividades para el alumnado.
  - Los recursos e información de apoyo a las actividades.
  - La visita de un/a educador/a ambiental al centro.

8. Explicanos / Explicadnos cómo podemos mejorar aquellos ítems que has/habéis valorado como NADA o POCO SATISFACTORIO.
9. Valora tu grado de acuerdo sobre la secuencia DAME ALAS (secuencia básica) (nada de acuerdo, un poco de acuerdo, de acuerdo, muy de acuerdo):
  - La estructura es clara y coherente
  - Los objetivos de aprendizaje y los contenidos curriculares son pertinentes
  - El material es adecuado para el nivel educativo y para los intereses del alumnado
  - El uso del lenguaje es adecuado, preciso y no sexista
  - Se tiene en cuenta la atención a la diversidad del alumnado
10. Explicanos / Explicadnos cómo podemos mejorar aquellos ítems que has/habéis valorado como NADA o POCO SATISFACTORIO.
11. Valora tu grado de acuerdo sobre la secuencia de profundización en biodiversidad (nada de acuerdo, un poco de acuerdo, de acuerdo, muy de acuerdo):
  - La estructura es clara y coherente.
  - Los objetivos de aprendizaje y los contenidos curriculares son pertinentes.
  - El material es adecuado para el nivel educativo y para los intereses del alumnado.
  - El uso del lenguaje es adecuado, preciso y no sexista.
  - Se tiene en cuenta la atención a la diversidad del alumnado.
12. Valora tu grado de acuerdo sobre la secuencia de profundización en ciencia ciudadana (nada de acuerdo, un poco de acuerdo, de acuerdo, muy de acuerdo):
  - La estructura es clara y coherente.
  - Los objetivos de aprendizaje y los contenidos curriculares son pertinentes.
  - El material es adecuado para el nivel educativo y para los intereses del alumnado.
  - El uso del lenguaje es adecuado, preciso y no sexista.
  - Se tiene en cuenta la atención a la diversidad del alumnado.
13. Explicanos / Explicadnos cómo podemos mejorar aquellos ítems que has/habéis valorado como NADA o POCO SATISFACTORIO.
14. Valora y comenta las siguientes afirmaciones sobre el proyecto DAME ALAS (puntuación del 1 al 6):
15. El material fomenta la participación y el espíritu crítico del alumnado en la investigación científica sobre biodiversidad y aves.
  - Comenta la respuesta.
16. El material incorpora ejemplos, actividades y experiencias prácticas y significativas sobre biodiversidad y aves.
  - Comenta la respuesta.
17. El material proporciona recursos y orientaciones para la participación en proyectos de ciencia ciudadana.
  - Comenta la respuesta.
18. El material favorece el conocimiento de la importancia de la conservación de la biodiversidad y promueve valores y acciones que contribuyen a la sostenibilidad.
  - Comenta la respuesta.
19. ¿Programaréis DAME ALAS para el próximo curso escolar?
  - No.
  - Sí, y buscaremos un/a educador/a ambiental que venga a hacer la salida.
  - Sí, y agradeceremos que el material final detalle los pasos para llevar a cabo la salida para poder realizarla nosotros.
  - Aún no lo hemos decidido.
20. ¿Cuál es el punto fuerte más relevante de dame alas?
21. ¿Cuáles son los puntos débiles para mejorar de dame alas?

**Anexo 3 / Annex 3**

<b>Bloque 1. Motivación y continuidad</b>
¿Qué te llevó a seguir implementando el proyecto Dame Alas dos años después de la primera edición?
¿Qué valor consideras que aporta el proyecto a tu práctica docente y a tu centro?
<b>Bloque2. Implementación actual</b>
¿Cómo estás integrando actualmente el proyecto en tu programación y en tu día a día en el aula?
¿Qué cambios o adaptaciones has introducido respecto a la primera implementación?
<b>Bloque 3. El proyecto en el centro</b>
¿Qué elementos han facilitado que el proyecto se mantenga en tu centro con el paso del tiempo?
¿Ha habido implicación de otros docentes, departamentos o equipos? ¿Cómo ha evolucionado esta participación?
<b>Bloque 4. Impactos y aprendizajes</b>
¿Qué impacto observas en el alumnado tras trabajar el proyecto durante varios cursos?
¿Qué aprendizajes personales o profesionales has desarrollado como docente a lo largo del proceso?
<b>Bloque 5. Mirada hacia el futuro</b>
¿Qué aspectos del proyecto deberían mantenerse, revisarse o ampliarse en futuras ediciones?
¿Cómo imaginas la continuidad o evolución del proyecto en tu centro?