

Autores: JAVIER PERALTA DE ANDRÉS, ESTHER M. GONZÁLEZ GARCÍA & J. BOSCO IMBERT RODRÍGUEZ
Departamento de Ciencias del Medio Natural, Universidad Pública de Navarra

Contrato de investigación entre la Sección de Sostenibilidad, Educación Ambiental y Participación Pública del Servicio de Innovación y Conocimiento en Sostenibilidad Territorial y Ambiental del Departamento de Desarrollo Rural, Medio Ambiente y Administración Local del Gobierno de Navarra y la Universidad Pública de Navarra.

Contrato OTRI 2016 020 124

Informe actualizado el 3/4/2017

Contenido

Resumen	3
1. Introducción.....	5
2. Métodos	5
3. Análisis de las redes y plataformas existentes	7
3.1. Portales para registro de ocurrencia de especies	7
3.2. Portales para registro de otras variables ambientales	11
3.3. Herramientas para crear proyectos de ciencia ciudadana	13
3.4. Repositorios y plataformas de datos de biodiversidad	13
4. Participación de otras administraciones a nivel internacional, estatal o autonómico	15
5. Utilidad para la gestión pública	16
6. Ciencia ciudadana en la educación reglada	19
6.1. Ciencia ciudadana, Aprendizaje Basado en Proyectos y Redes Escolares.....	19
6.2. Introducción del concepto de ciencia ciudadana en la educación	20
6.3. Ciencia ciudadana, biodiversidad y medio ambiente en los currículum educativos.....	20
7. Posibles formas de participación y colaboración	23
7.1. Creación de plataformas propias de ciencia ciudadana	23
7.2. Desarrollo y dinamización de actividades de ciencia ciudadana	24
7.3. Publicación de datos en GBIF.....	26
7.4. Creación de un repositorio de datos de biodiversidad.....	27
8. Validación de los datos aportados	29
9. Difusión pública de datos de biodiversidad	30
9.1. Publicación de datos sensibles	30
9.2. Licencias de uso de los datos.....	31
10. Propuestas de adaptación e implementación de las plataformas de ciencia ciudadana a Navarra .	32
10.1. Elaboración de páginas web con información sobre ciencia ciudadana.....	33
10.2. Apoyo a proyectos realizados por otras organizaciones	33
10.3. Desarrollo de proyectos de ciencia ciudadana y acciones formativas en el ámbito de la Administración Ambiental	33
10.4. Desarrollo de proyectos de ciencia ciudadana y de acciones formativas en educación	34
10.5. Evaluar la posibilidad de implantar la plataforma Ornitho en Navarra	34
10.6. Publicación de datos de biodiversidad en GBIF y Open Data	34
10.7. Desarrollo de un repositorio de datos de biodiversidad	35
11. Bibliografía.....	37
Anexo 1. Componentes de un proyecto de ciencia ciudadana	41
Anexo 2. Recursos sobre ciencia ciudadana, programas y proyectos	43
Anexo 3. Modelos de proyectos de ciencia ciudadana	47

RESUMEN

La ciencia ciudadana (CC) consiste en la participación voluntaria del público general en actividades científicas organizadas, planteando preguntas, recogiendo datos o interpretándolos. Esta participación permite ampliar el ámbito temporal y geográfico de obtención de datos relevantes para el estudio de diferentes aspectos de la biodiversidad o el medio ambiente, muchos de ellos de alcance global. En la última década del siglo XX el desarrollo de Internet y la reciente generalización del uso de dispositivos móviles ha aumentado la facilidad de acceso de cualquier ciudadano a la CC, bien como colaborador o líder de un proyecto

El objetivo de este trabajo es analizar las redes y plataformas de CC existentes con el fin de realizar una propuesta para su implementación en Navarra por parte de la Administración Ambiental; para ello se revisa cómo abordan otras administraciones la CC a distintos niveles y las posibles formas de participación o colaboración de la Administración.

Los proyectos de CC relacionados con la biodiversidad y el medio ambiente se cuentan por miles y también son numerosos los portales que proporcionan un punto de acceso común a distintos proyectos y permiten a los usuarios crear proyectos propios.

Entre los portales dedicados al registro de ocurrencia de especies *iNaturalist*, *Natusfera* y *Ornitho* serían los más apropiadas para desarrollar proyectos de CC por parte de la Administración Ambiental, por su carácter generalista y estar contrastado su uso a nivel estatal y autonómico; *eBird* también, si el objetivo son solo las aves. Todos estos portales son gratuitos salvo *Ornitho*, una plataforma de pago que permite la gestión completa de los datos por parte de la organización que contrata sus servicios.

Otras variables ambientales como el estado del agua, suelo, aire, fenología, cambio climático, especies invasoras, etc. son objeto de otros portales y proyectos. De los analizados solo *CitSci.org* permite crear nuevos proyectos con distintos protocolos de recogida de datos, por lo que no parecen adecuados para que la Administración desarrolle proyectos de carácter corporativo, aunque sí son modelos para realizar actividades semejantes.

Además, existen herramientas útiles para el desarrollo de proyectos de CC autónomos, como *EpiCollect*, *Open Data Kit (ODK)*, *Google forms* y *Google fusión tables*; con todos se pueden diseñar formularios para recolectar datos y que estos se visualicen en tablas y mapas.

La participación de las administraciones en proyectos y plataformas de CC es muy diversa. En relación con los proyectos de CC puede consistir desde el desarrollo y su puesta en marcha mediante plataformas generalistas como *Natusfera*, a apoyar iniciativas de otras organizaciones. La mayor parte de los programas de CC son liderados por ONG y en segundo término por instituciones académicas y organizaciones gubernamentales.

Es más habitual la creación por parte de las administraciones de bancos propios de biodiversidad; la información ofrecida es heterogénea, aunque suele incluir datos de especies catalogadas y en algunos casos información sobre hábitats u otras variables ambientales. Algunas administraciones aportan datos de presencia de especies a GBIF (Global Biodiversity Information Facility), el repositorio de biodiversidad más comprehensivo, que recoge datos globales de presencia de especies, algunos de ellos procedentes de proyectos de CC.

Las actividades de CC son útiles para la gestión pública de la biodiversidad y el medio ambiente. Su principal ventaja frente a otras aproximaciones convencionales de obtención de datos es la posibilidad de conseguir una mayor densidad de observaciones a una escala espacial y temporal amplia, si se dispone de un número suficiente de observadores comprometidos. De este modo se mejora la detección de procesos y se acelera el análisis de datos. Además, se consigue abordar no solo una dimensión ambiental, sino también social, generando ciencia e incrementando el compromiso con el medio ambiente. Los proyectos de CC pueden comprender prácticamente todo el abanico de objetivos de gestión de la Administración Ambiental, desde la gestión de especies amenazadas o invasoras, hábitats y espacios naturales protegidos, hasta la calidad del aire o del agua y el cambio climático.

En el ámbito de la educación, la participación en actividades de CC permite lograr resultados educativos, científicos y sociales, reflejados en el aprendizaje individual, los datos obtenidos y la participación y sensibilización conseguida; además, puede contribuir a la alfabetización científica de las futuras generaciones. La realización de proyectos donde convergen CC, Aprendizaje Basado en Proyectos y Redes escolares es uno de los enfoques educativos más apasionantes y con más proyección en la actualidad. Existen diversas plataformas que permiten trabajar en Redes escolares pasando de una escala local a una global mediante la cooperación entre centros educativos.

Un paso previo al desarrollo de proyectos de CC en el aula es divulgar estas actividades entre el profesorado, para que conozca qué es la CC y sus posibilidades, y facilitar herramientas para realizar actividades de CC. La formación del profesorado es conveniente que se dirija tanto al ejerciente, a través de los CAP, como al que se forma en grados y másteres universitarios, introduciendo el concepto de CC en sus estudios. Para ello sería necesaria la colaboración entre la Administración Ambiental y la Educativa y otras organizaciones del ámbito educativo como universidades.

Los currículum de los distintos niveles educativos, desde Educación Primaria hasta el Bachillerato, y la Formación Profesional, permiten incorporar el concepto de CC en diversas asignaturas y desarrollar actividades relacionadas con la biodiversidad y el medio ambiente, entre las numerosas ofrecidas por plataformas como *Scistarter* y *OPAL network*. De este modo el alumnado logra competencias relacionadas con la metodología científica, como la capacidad de formular preguntas, identificar problemas, observar, recoger y organizar la información relevante, analizar resultados, etc., en un entorno cooperativo y utilizando TIC.

Son varias las posibles formas de participación y colaboración que puede desarrollar la Administración Ambiental del Gobierno de Navarra en relación con la CC. Cabe la posibilidad de desarrollar plataformas propias para proyectos de CC, utilizar plataformas generalistas ya existentes o apoyar proyectos desarrollados por otras organizaciones. Por otro lado, además de considerar la posibilidad de obtener datos mediante proyectos de CC se ha de tener en cuenta el modo de facilitar el acceso a la información de biodiversidad de especies en Navarra, mediante la participación en GBIF o con un repositorio de datos propio; ambas iniciativas cumplen un doble objetivo que se encuadra en el marco legislativo sobre difusión pública de datos de biodiversidad: acoger la información generada por proyectos de CC y hacer accesible la información sobre presencia de especies de la que dispone la Administración.

De acuerdo con los datos reunidos son siete las propuestas de acciones por parte de la Administración Ambiental del Gobierno de Navarra en relación con la CC, ordenadas por su complejidad creciente:

- 1) Elaboración de páginas web con información sobre CC.
- 2) Apoyo a proyectos de CC realizados por otras organizaciones.
- 3) Desarrollo de proyectos de CC y acciones formativas en el ámbito de la Administración Ambiental.
- 4) Desarrollo proyectos de CC y de acciones formativas en educación, estableciendo algún tipo de colaboración con la Administración Educativa, centros o Universidades.
- 5) Evaluar la posibilidad de implantar la plataforma *Ornitho* en Navarra, teniendo en cuenta la experiencia en otras CC.AA. y los objetivos que se espera conseguir valorando los datos obtenidos con las plataformas libres existentes.
- 6) Publicación de datos de biodiversidad en GBIF y Open Data.
- 7) Desarrollo de un repositorio de datos propio de biodiversidad.

Si se crea una plataforma de datos de biodiversidad, se desarrollan proyectos de CC autónomos o si los datos generados por estos proyectos de CC se difunden públicamente, se ha de tener en cuenta la validación de los datos, el carácter sensible de algunos y la licencia de uso de esos datos. Tanto en los proyectos de CC como en los repositorios de datos de biodiversidad existen protocolos de validación para garantizar su calidad; debe existir un grupo responsable de la aceptación de observaciones, con expertos en las variables recogidas, y en un repositorio institucional debería haber, además, representación de las unidades administrativas concernidas. Las observaciones de especies catalogadas por la legislación siempre deberían ser verificadas. En el caso de los datos sensibles, aquellos que si se facilitan públicamente pueden producir un resultado adverso sobre la especie, el atributo en cuestión o un individuo concreto, se han de aplicar salvaguardas, como la disminución de precisión de coordenadas, basadas en criterios objetivos; el carácter sensible debería revisarse periódicamente. Por último, la licencia de uso de los datos más adecuada para un repositorio de datos de la Administración Ambiental sería de tipo CC BY, que permite copiar, redistribuir o editar el material, citando adecuadamente la fuente e indicando los cambios realizados; esta es la licencia utilizada en Open Navarra y es congruente con el objetivo de reutilización de datos que la Administración produce, recoge o financia.

1. INTRODUCCIÓN

La ciencia ciudadana (en adelante CC) consiste en la participación voluntaria del público general en actividades científicas organizadas, planteando preguntas, recogiendo datos o interpretándolos ([Bonney & col. 2009a](#), [Miller-Rushing & col. 2012](#)). Estas actividades con frecuencia están relacionadas con el estudio de la biodiversidad y su conservación, y este es el aspecto objeto de este trabajo, aunque también comprenden otros campos ([ciencia-ciudadana.es](#), [scientificamerican.com](#), [medialab-prado.es](#), [Perelló 2016](#)).

Mediante la participación del público general, la CC permite ampliar el ámbito temporal y geográfico de la obtención de datos relevantes para el estudio de diferentes aspectos de la biodiversidad, muchos de ellos de alcance global ([Chandler & col. 2016b](#), [Miller-Rushing & col. 2012](#)).

La CC se encuentra en la frontera entre ciencia y educación, contribuye a la obtención de resultados de investigación y promueve la participación ciudadana en la ciencia ([Henderson 2012](#)). En el ámbito educativo es cada vez más común la incorporación de actividades de CC que integran objetivos científicos y docentes ([Bela & col. 2016](#), [UWE Science Communication Unit 2013](#), [Zoellick & col. 2012](#)).

Aunque el concepto de CC es moderno, la actividad científica no profesional ha sido una constante a lo largo de la Historia; la profesionalización de la ciencia se produjo hacia finales del siglo XIX, no siendo obstáculo para la contribución de personas interesadas, no profesionales, en campos científicos donde la pericia como observador puede ser más importante que un equipo sofisticado, como en historia natural, arqueología e incluso astronomía ([Silvertown 2009](#)). Entre las iniciativas de CC más veteranas se encuentran las relacionadas con observaciones de aves, como la que desde hace más de 100 años realiza la Audobon Society en Estados Unidos ([audobon.org](#)).

El gran cambio que se ha producido desde la última década del siglo XX está relacionado con el desarrollo de Internet y la más reciente generalización del uso de dispositivos móviles (teléfonos, tablets). Ha aumentado considerablemente la facilidad de acceso a la CC por cualquier ciudadano, bien sea como colaborador o líder de un proyecto ([ecsa.citizen-science.net](#), [Silvertown 2009](#)).

Desde la Sección de Sostenibilidad, Educación Ambiental y Participación Pública del Servicio de Innovación y Conocimiento en Sostenibilidad Territorial y Ambiental del Gobierno de Navarra se plantea la realización del *Estudio de prospectiva, análisis y propuesta de participación y colaboración de la Administración Foral de Navarra con las redes, plataformas e iniciativas de Ciencia Ciudadana*.

Su objetivo es analizar las redes y plataformas de CC existentes con el fin de realizar una propuesta de futuro para su implementación en Navarra. Para ello se revisa cómo abordan otras administraciones la CC a distintos niveles (internacional, estatal, autonómico), las posibles formas de participación o colaboración por parte de la Administración, y se plantea de qué modo se pueden adaptar esas plataformas a las necesidades de Navarra.

2. MÉTODOS

Para realizar el análisis de las redes y plataformas de CC se ha partido de los trabajos de [Chandler & col. \(2016b\)](#) y [Theobald & col. \(2014, 2015\)](#) que revisaron miles de programas y proyectos de CC a escala global, y de la búsqueda de referencias bibliográficas sobre CC en el campo de la biodiversidad y el medio ambiente, su gestión y su conexión con la educación. También se han utilizado buscadores de Internet empleando términos como "ciencia ciudadana", "biodiversidad", "educación" y sus equivalentes en inglés para localizar programas y recursos de CC.

En relación con las actividades de CC son habituales términos como "programa", "proyecto", "portal" o "plataforma"; a lo largo del trabajo se utilizarán estos términos con el significado explicado a continuación. [Chandler & col. \(2016b\)](#) definen "proyecto de CC" como un esquema definido de recogida de datos de biodiversidad o de investigación por voluntarios, con un equipo de gestión específico, objetivos concretos y un ámbito taxonómico y geográfico, y "portal de CC" como un sitio web que puede albergar varios proyectos de CC y que proporciona un punto de acceso común a los participantes de distintos proyectos de CC. El portal utiliza un mismo entorno virtual para todos los proyectos, como [iNaturalist](#). El término "programa de CC" lo utilizan para referirse de modo genérico tanto a proyectos como a portales de CC. Las "plataformas" son agregadores de proyectos de CC, que a diferencia de estos, tienen vocación de larga duración y ofrecen servicios orientados a la comunidad de observadores ([Piera & col. 2016](#)).

La información recabada en las [VIII Jornadas sobre Información de Biodiversidad y Administraciones Ambientales](#) organizadas por GBIF.es en Barcelona (8-9/11/2016) resultó muy útil para conocer las plataformas que utilizan las Administraciones Ambientales autonómicas en España, su relación con el

repositorio global de datos de biodiversidad GBIF.org y con otras iniciativas europeas de integración de datos de diversas fuentes para facilitar el estudio de la biodiversidad y los ecosistemas ([Santamaría 2016](#)).

Se realizó una selección de programas de CC basada en su importancia a nivel global, europeo y estatal, prestando atención a los portales que permiten desarrollar proyectos por parte de los usuarios y a plataformas utilizadas por Administraciones Ambientales. Se estudiaron en dos bloques, referidos al registro de ocurrencia de especies y al de otras variables ambientales útiles para monitorizar la biodiversidad global ([Proença & col. 2016](#)).

También se buscaron herramientas útiles para crear proyectos de CC e información sobre repositorios y plataformas de datos de biodiversidad. Estos repositorios son un elemento clave para canalizar los datos de biodiversidad procedentes de diversas fuentes, entre ellas proyectos de CC, hacia investigadores, gestores y otros interesados ([Runnel & col. 2016](#), [Wetzel & col. 2015](#)).

Algunos de los principales programas fueron probados tras el registro en sus portales: eBird, FloodUp, iNaturalist, InvasiveAlienRecords, iSpot, Natusfera, Observation, Naturalist, PI@ntNet. Si contaban con aplicaciones móviles estas se instalaron en dispositivos con sistema operativo Android para conocer su funcionamiento.

La participación de las Administraciones Ambientales a nivel internacional, estatal o autonómico se estudió a partir del análisis de las redes y plataformas de CC realizado mediante la búsqueda en sitios web institucionales, infraestructuras de datos espaciales ([IDEE](#)), listados de plataformas de proyectos de CC como el [Observatorio de la Ciencia Ciudadana en España](#) y fuentes de datos como [GBIF.es](#).

Para valorar la utilidad de los proyectos de CC en la gestión pública del medio ambiente se tuvieron en cuenta los trabajos de [Chandler & col. \(2016a\)](#), [McKinley & col. \(2015\)](#) y [Schmeller & col. \(2009\)](#), y se estableció la contribución potencial de diversos programas de CC a objetivos de gestión del medio ambiente relacionando dichos programas con las variables que observaban. También se exploraron los datos recogidos en Navarra en actividades de CC en las principales plataformas generalistas (iNaturalist, eBird) para conocer la participación ciudadana existente en nuestro territorio.

Los aspectos educativos que presentan las actividades de CC relacionadas con la naturaleza y el medio ambiente se han tratado teniendo en cuenta cómo pueden ser integrados en el currículo de Educación Primaria ([Decreto Foral 60/2014](#): BON 2014), Secundaria ([Decreto Foral 24/2015](#): BON 2015a) y Bachillerato ([Decreto Foral 25/2015](#): BON 2015b), basados en la LOMCE ([Ley Orgánica 8/2013](#): BOE 2013). También se han tenido en cuenta los ciclos formativos de Formación Profesional que se imparten en Navarra.

De acuerdo con la información reunida se describen las posibles formas de colaboración y participación que puede desarrollar la Administración Ambiental en Navarra, el modo de validar los datos que se aporten en programas de CC liderados por la Administración, cómo tratar los datos sensibles y las licencias de uso a aplicar para su difusión.

Estas formas de colaboración y participación son la base de las propuestas de actividades de CC que puede realizar la Administración Ambiental en Navarra, en las que se especifican objetivos, acciones necesarias, plazo y coste económico evaluados de forma cualitativa, visibilidad y público al que se dirigen.

Finalmente, en el Anexo 1 se enumeran y describen brevemente los componentes de un proyecto de CC, basándose en los esquemas más detallados de [Bonney & col. \(2009b\)](#) y [Tweddle & col. \(2012\)](#), para facilitar la comprensión de los aspectos clave que hay que tener en cuenta cuando se realizan este tipo de actividades.

3. ANÁLISIS DE LAS REDES Y PLATAFORMAS EXISTENTES

La magnitud que las actividades de CC tienen en la actualidad se refleja en el número de proyectos de CC que recogen dos trabajos recientes. En un estudio sobre la aportación de la CC a la monitorización de la biodiversidad [Chandler & col. \(2016b\)](#) registraron 3603 proyectos de CC, agrupados en 420 programas de los que 11 son portales. En un trabajo anterior [Theobald & col. \(2014, 2015\)](#) revisaron 388 proyectos de CC para conocer su aportación al conocimiento de la biodiversidad.

De estos portales y proyectos se va a comentar una selección basada en la generalidad de su uso, su representatividad por el tipo de dato y su adecuación a nuestro ámbito geográfico. También se van a describir algunas herramientas que permiten desarrollar proyectos de CC sin estar predefinida la variable ambiental o de otro tipo objeto del proyecto. Hay que tener en cuenta que hay proyectos de CC que sólo emplean Internet para su difusión, explicación e inscripción de los participantes en un portal web, como el [Proyecto Ríos](#).

En la Tabla 1 se sintetiza la información relativa a los programas de CC seleccionados indicando si son un portal, variables estudiadas, ámbito geográfico, tipo de organización responsable, método de verificación, disponibilidad y visualización en mapa de los datos, publicación de estos en GBIF y si existen aplicaciones móviles asociadas al programa. Además de estos, en el apartado 5 (Tabla 4) se comentan otros proyectos en relación a su utilidad para la gestión pública.

Finalmente se tratan los repositorios y los bancos de datos de biodiversidad globales, estatales y autonómicos, que también pueden albergar datos procedentes de proyectos de CC.

En la actualidad se están desarrollando dos iniciativas en la Unión Europea que aspiran a desempeñar un papel relevante en el acceso abierto a datos de biodiversidad o de carácter ambiental por parte de investigadores y ciudadanos. Se trata de las plataformas [LifeWatch \(Santamaría 2016\)](#) y [EU BON Citizen Gateway \(Wetzel & col. 2016\)](#), esta última integrante del [European Biodiversity Portal](#).

3.1. Portales para registro de ocurrencia de especies

Las plataformas y programas de CC más extendidos y con mayor tradición son los relacionados con la observación de especies, particularmente de aves (Tabla 1).

La entrada de datos a estos programas se puede hacer a través de su sitio web, con un navegador de Internet (Figuras 1-2); la mayor parte cuenta además con aplicaciones móviles para entornos Android y Apple (Figuras 3-4). Normalmente los datos aportados consisten en el nombre de la especie, la fecha y el lugar de observación, y pueden estar acompañados de una fotografía o sonido. De los programas que se comentan, los principales son portales, de modo que los usuarios pueden desarrollar proyectos individualizados (Figura 5).

Figura 1. Natusfera, entrada de datos con navegador

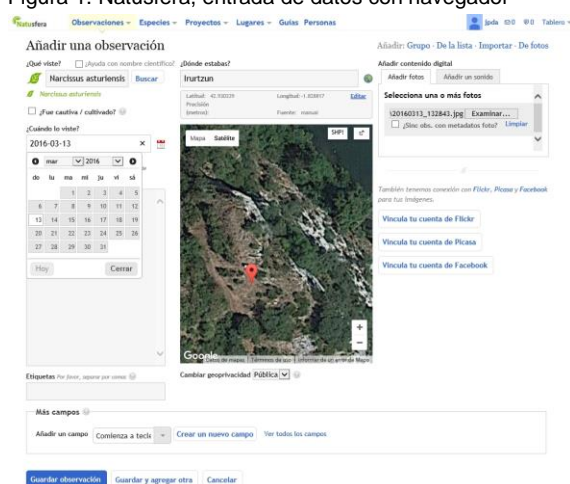


Figura 2. Natusfera, observación en navegador

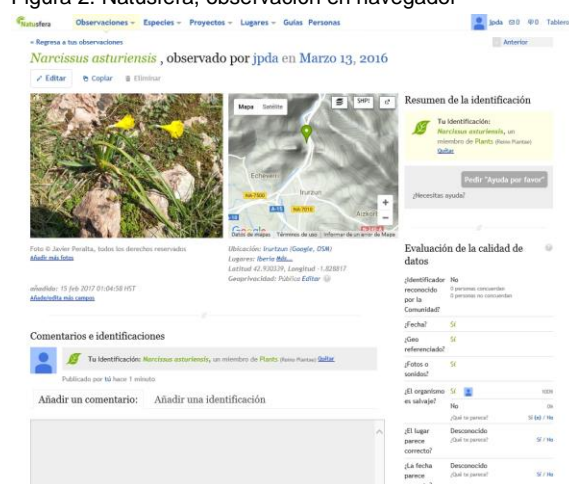


Tabla 1. Programas de ciencia ciudadana (fuente: Chandler & col. 2016b, Theobald & col. 2014 y elaboración propia)

Portal: permite desarrollar proyectos individualizados; **Territorio:** CATaluña, ESPAña, EURopa, EUSkadi, FRAnCIA, NAvarra, UK Reino Unido, USA Estados Unidos de América; **Responsable:** ACA institución académica o de investigación, GOB organización gubernamental, ONG organización no gubernamental; **Verificación:** Com comunidad, Exp expertos; se puede basar en foto (F), sonido (S) o en la propia cita, según programa; **D abiertos:** disponibilidad de los datos para su descarga; **GBIF:** conjunto de datos en GBIF; **App:** aplicaciones en entorno Android (An) o Apple (Ap).

Programas de CC	Portal	Variables observadas	Territorio	Responsable	Verificación	Mapa	D abiertos	GBIF	App
Biodiversidad virtual	No	Especies: distribución	ESP	ONG	Sí, Exp, F	No	Sí	No	-
CitSci.org	Sí	Especies: distribución, demografía	Global	ACA	Algunos	Sí	Sí	No	An Ap
Earthwatch	Sí	Variadas	Global	ONG	Exp	Sí	Algunos	No	-
eBird	Sí	Aves: distribución y otras var. asociadas	Global	ACA, ONG	Sí, Exp, F	Sí	Sí	Sí	An Ap
Galería Biodiversidad Navarra	No	Especies: identificación	ESP: NA	ONG	Sí, Com, Exp, F	No	Sí	No	-
iMapInvasives	Sí	Especies invasoras	USA	GOB	Sí, Exp, F	Sí	Sí	Sí	An Ap
iNaturalist	Sí	Especies: distribución, interacción	Global	ONG	Algunos, Com, F, S	Sí	Sí	Sí	An Ap
iSpot	Sí	Especies: distribución	Global	ACA	Sí, Com, F		Sí	No	-
National Plant Monitoring Scheme	No	Flora, hábitats: abundancia, estructura	UK	ONG, ACA	Algunos	-	-	No	-
Nature's Calendar	No	Fenología	UK	ONG	Algunos, F	Sí	Algunos	No	-
Natusfera	Sí	Especies: distribución, interacción	Global	GOB	Algunos, Com, F, S	Sí	Sí	Sí	An Ap
Observation.org	No	Especies: distribución; fenología	Global	ONG	Exp	Sí	Sí	Sí	An
Observatoire des Saisons	No	Fenología	FRA	ACA	Algunos, Exp	Sí	Algunos	No	-
Open Air Laboratories, OPAL network	Sí	Especies: distribución y otras var. Asociadas	UK	ACA, ONG	Algunos, F	-	Algunos	No	-
Ornitho	Sí	Especies: distribución y otras var. Asociadas	EUR, CAT, EUS	ONG	Sí, Exp, F	Sí	Sí	Sí	An
Phénoclim	No	Fenología	FRA	ACA	Algunos	Sí	Algunos	No	An
PI@ntNet	No	Flora: distribución	Global	ACA	Sí, Com, Exp, F	No	Sí	No	An Ap
Tela Botanica	Sí	Flora: distribución y otras var. Asociadas	FRA	ONG	S, Exp	-	Algunos	Sí	-
Vigie-Nature	Sí	Especies: distribución y otras var. asociadas	FRA	GOB, ACA	S, Exp	-	-	No	-

Figura 3. iNaturalist, entrada de datos con app

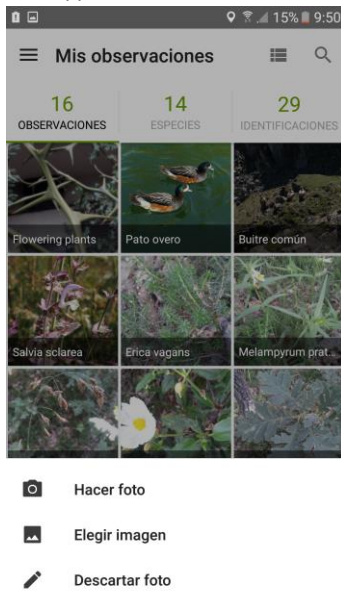


Figura 4. iNaturalist, observación con app

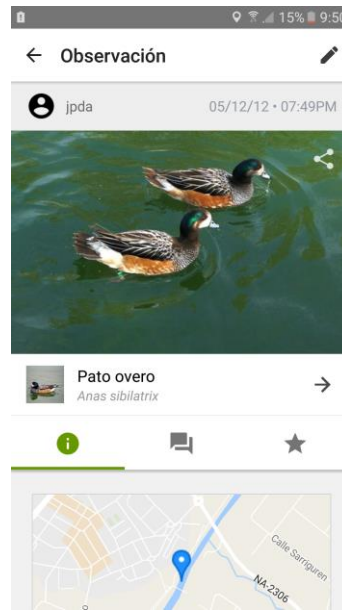


Figura 5. Natusfera, proyectos disponibles en app



Algunos portales permiten subir imágenes sin indicar la especie y la determinación es realizada por la comunidad de usuarios ([iNaturalist](#), [Natusfera](#), [Observation.org](#) y [Pl@ntNet](#); Figura 6). En todos los portales se produce la verificación de al menos parte de los datos por la comunidad de usuarios o por expertos; esta verificación puede basarse en una fotografía o sonido, y si no hay otro elemento de juicio en la verosimilitud de la cita. Los datos se pueden consultar por grupo taxonómico y visualizarse en un mapa, y en algunos casos es posible descargarlos. Muchos de los portales publican sus datos en GBIF, destacando [iNaturalist](#) y [eBird](#) por el volumen de observaciones y su carácter global (Figuras 7-8).

En cuanto a los grupos taxonómicos que tratan, [eBird](#) se centra en las aves; [Ornitho](#) inicialmente también, aunque en la actualidad incorpora otros grupos; [iNaturalist](#), [iSpot](#), [Natusfera](#) y [Observation.org](#) registran observaciones de cualquier ser vivo, mientras que [Pl@ntNet](#) e [iMapInvasives](#) se ciñen a observaciones de plantas.

Los datos que recogen los diferentes programas de CC pueden ser casuales o sistemáticos, ligados o no a proyectos concretos. En [iNaturalist](#), [eBird](#), [iSpot](#), [Natusfera](#) los usuarios pueden crear proyectos relacionados con especies, ámbitos temporales o geográficos determinados; en [Observation.org](#) la creación de un proyecto es necesario solicitarla al equipo del portal. Con [iNaturalist](#) o [Natusfera](#) es posible organizar *bioblitzs* (o "bioquedadas") consistentes en la captura de datos en un lugar durante un tiempo corto. En [eBird](#) se prefieren observaciones periódicas en una misma área por su mayor interés para investigar patrones ([Wood & col. 2011](#); Figura 20). En [Observation.org](#) es posible realizar transectos y calcular el esfuerzo de muestreo; también permite crear etiquetas propias asociadas a los registros.

[Natusfera](#) es un portal muy similar a [iNaturalist](#), basado en su código abierto, y que ha sido desarrollado recientemente por [CREAF](#) y [GBIF.es](#) ([Clarmunt 2016](#); [Pando 2015](#)); se diferencia porque permite anidar subproyectos dentro de un proyecto, de modo que una misma organización agrupe varias iniciativas. [iSpot](#), extendida sobre todo en el Reino Unido, Irlanda y Sudáfrica, es similar a [iNaturalist](#) y [Natusfera](#).

[Ornitho](#) es una plataforma de CC que adapta a distintos ámbitos geográficos la empresa desarrolladora del software ([Biolovision](#), Suiza); esta empresa realiza su mantenimiento técnico y en España se ha implantado en Cataluña ([ornitho.cat](#)) y Euskadi ([ornitho.eus](#); Figura 9).

Figura 6. iNaturalist, determinación de una especie de anatida a partir de una foto por los usuarios

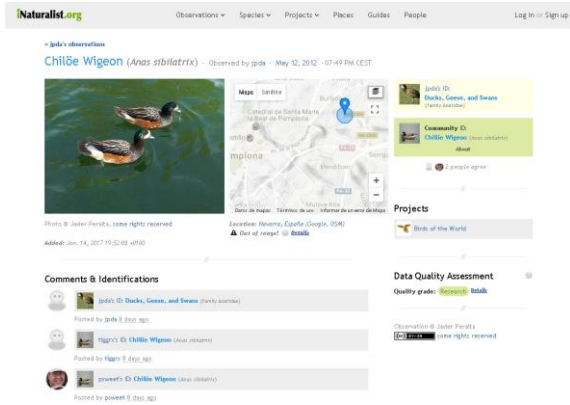


Figura 7. iNaturalist, observaciones globales

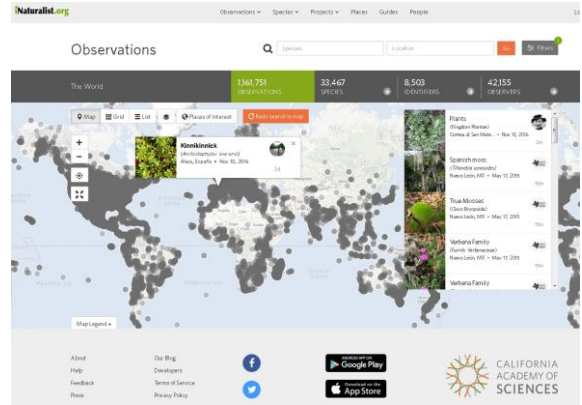


Figura 8. eBird, puntos de observación en la Cuenca de Pamplona y observadores de la Balsa de Zolina

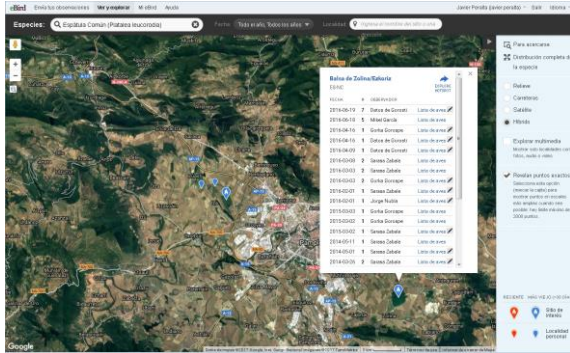


Figura 9. Ornitho.eus, observaciones de aves últimos 15 días

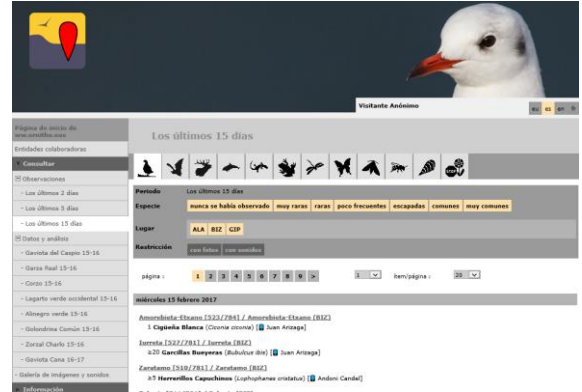


Figura 10. Tela-Botanica, proyecto sauvages de ma rue



Figura 11. Vigie-Nature, proyectos de CC para todos



[iMapInvasives](#) es un ejemplo de proyecto centrado en especies invasoras de los Estados Unidos de América y Canadá para establecer prioridades en su estudio y control; existen otros proyectos a nivel europeo y estatal, aunque con menos datos por su reciente creación (apartado 5, Tabla 4).

Dos ejemplos de portales gestionados por ONG u organizaciones académicas que ofrecen diversos proyectos de CC son [Vigie-Nature](#) y [Tela Botanica](#).

[Vigie-Nature](#) está liderado por el Museo Nacional de Historia Natural de París y desarrolla diversas actividades de CC orientadas al público en general ([Pour tous](#)) o colectivos concretos: naturalistas ([Naturalistes](#)), agricultores ([Observatoire de la Biodiversité](#)), educadores ([VigieNature École](#)). También alberga el proyecto [les herbonautes](#), para digitalizar los datos de etiquetas de pliego del herbario del museo.

[Tela Botanica](#) es una red de botánicos de lengua francesa entre cuyos objetivos se encuentra divulgar conocimientos botánicos y facilitar el desarrollo de proyectos colectivos, varios de ellos de CC: [Flora data](#) y [sauvages de ma rue](#), este último de carácter pedagógico para acercar al público a la botánica.

Por último, existen algunas plataformas orientadas a la identificación de seres vivos a partir de fotos. [Pl@ntNet](#) es una herramienta singular, ya que permite la identificación automática de especies de flora mediante software inteligente. Si la imagen lleva asociada una etiqueta geográfica se visualiza en un mapa. Otras dos plataformas son [Biodiversidad virtual](#), de ámbito estatal, que destaca por el volumen de imágenes y especies que alberga, y la [Galería Visual de la Biodiversidad de Navarra](#), desarrollada por la asociación naturalista Gorosti.

De todos estos programas las plataformas [iNaturalist](#), [Natusfera](#) y [Ornitho](#) serían las más apropiadas para desarrollar proyectos de CC por parte de la Administración Ambiental, por su carácter generalista y estar contrastado su uso a nivel estatal y autonómico; [eBird](#) también podría ser útil si el objetivo son exclusivamente las aves. Las dos primeras plataformas, y [eBird](#), son gratuitas y, como se ha dicho, permiten crear proyectos individualizados cuyos datos son abiertos y gestionados por los usuarios de dichas plataformas. [Ornitho](#) es una plataforma de pago, cuyos datos son gestionados por la organización que contrata sus servicios.

3.2. Portales para registro de otras variables ambientales

En este apartado se incluyen portales con proyectos que estudian variables ambientales distintas de la presencia de especies, aunque algunos también permiten incluirlas. Generalmente tienen un ámbito geográfico más local. Por la gran variedad de proyectos que agrupa, muchos de ellos con un interesante enfoque pedagógico, destacan los [Open Air Laboratories](#), que evalúan el estado del agua, suelo, aire, etc. a partir de especies indicadoras.

[CitSci.org](#) permite crear proyectos con distintos protocolos de recogida de datos, generando mapas y gráficas de las variables observadas; se orienta sobre todo a tendencias demográficas y distribución de especies. La mayoría de los proyectos se desarrollan en países de habla inglesa, idioma del portal.

[Earthwatch](#) es una ONG que organiza expediciones relacionadas con proyectos propuestos por equipos científicos en convocatorias periódicas ([apply for funding](#)). Estos proyectos abordan muy diversas variables: presencia de especies, abundancia, tendencias demográficas, fenología, productividad primaria, perturbaciones, etc. También desarrolla programas dirigidos a centros educativos ([Get Earthwatch in your school](#)) con proyectos globales ([Freshwaterwatch](#)) y locales ([Earthwormwatch](#)).

Los estudios fenológicos han contado tradicionalmente con la participación de voluntarios, que registraban diferentes estadios en especies concretas; en la actualidad han cobrado un renovado interés en relación con el cambio global. En Francia se encuentran [Observatoire des Saisons](#) y [Phénoclim](#) que además de estudiar la fenología de 40 especies pretenden sensibilizar al público sobre el impacto del cambio climático. [Nature's Calendar](#) es una iniciativa similar en el Reino Unido. Ambos programas ofrecen material didáctico: [Observatoire des Saisons: Education](#) y [Natures' Calendar](#).

De estos portales, salvo [CitSci.org](#), que permite desarrollar proyectos de CC individualizados, ninguno parece adecuado para el desarrollo de proyectos de carácter corporativo por parte de la Administración, aunque sí son modelos para realizar actividades semejantes. En el apartado 5 (Tabla 4) se enumeran otros proyectos que también pueden inspirar actividades de CC.

Figura 12. CitSci.Org, distribución de proyectos

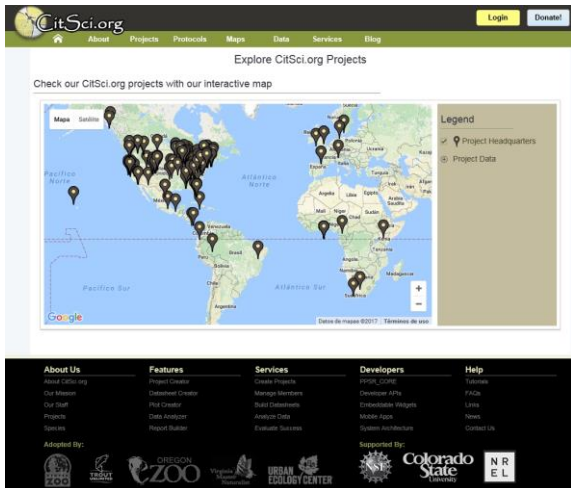


Figura 14. Observatoire des Saisons, observaciones de avellano y abedul

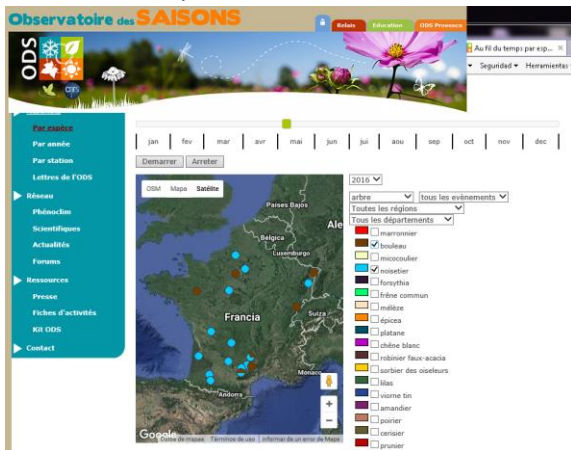


Figura 16. EpiCollect, registros, mapa y gráficos de un proyecto del Cornell Lab

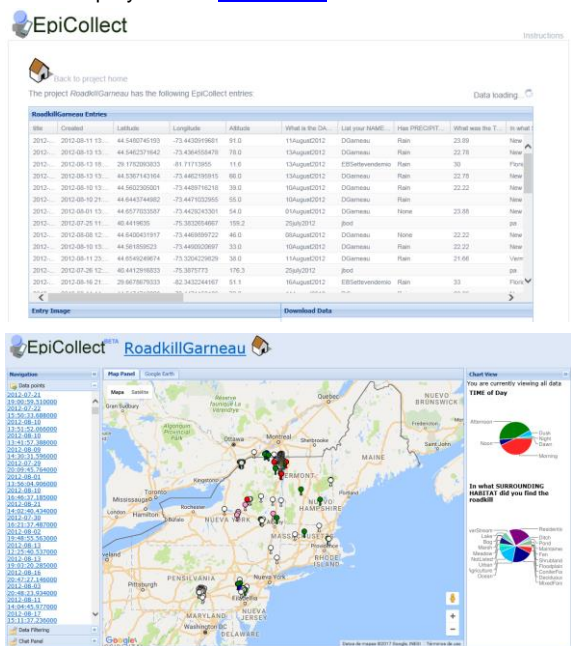


Figura 13. EarthWatch, proyectos de CC para escolares



Figura 15. Nature's Calendar, comparación de observaciones de fresno en 2014 y 2016

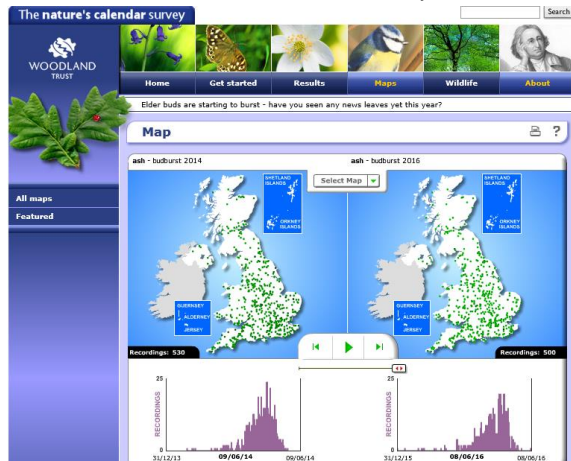


Figura 17. Google Forms, formulario para entrada de datos del censo de milano real en Navarra, Gorosti

3.3. Herramientas para crear proyectos de ciencia ciudadana

Además de los programas comentados existen herramientas útiles para el desarrollo de proyectos de CC autónomos. [EpiCollect](#) es un programa que permite diseñar de forma intuitiva formularios para dispositivos móviles ([Aansen & col. 2009](#)); los datos capturados se visualizan en tablas y mapas, y a partir de ellos es posible generar gráficos (Figura 16). [Open Data Kit](#) (ODK) también permite diseñar formularios para recolectar datos sobre el terreno mediante una aplicación móvil ([ODK Collect](#)) y agregarlos a un servidor; puede ser utilizado para desarrollar proyectos de CC aunque es más complejo que [EpiCollect](#).

Google proporciona diversas herramientas para crear sitios web de proyectos de CC: las observaciones se codifican mediante formularios ([Google forms](#); Figura 17) y se pueden visualizar en mapas ([maps](#)) o tablas ([fusion tables](#)).

3.4. Repositorios y plataformas de datos de biodiversidad

Los repositorios de biodiversidad son infraestructuras de datos donde se centraliza información de observaciones de especies, hábitats u otras variables ambientales. A escala global el más comprehensivo es GBIF, pero existen muchos otros más locales o centrados en grupos taxonómicos o variables concretas. Estos repositorios incorporan información de instituciones y organizaciones muy diversas, e incluyen datos procedentes de actividades de CC. Su objetivo general es hacer accesibles datos de biodiversidad para su visualización y en algunos casos es posible su descarga.

En la Unión Europea se desarrolla en la actualidad el [European Biodiversity Portal](#) para centralizar la información de biodiversidad con el objetivo de facilitar su utilización, ya que se considera necesario para cumplir los objetivos de conservación de la biodiversidad en el horizonte 2020 ([Runnel & col. 2016](#), [Wetzel & col. 2015](#)).

[Global Biodiversity Information Facility \(GBIF.org\)](#) es una institución fundada por la [OCDE](#) cuyo objetivo es reunir todos los datos de organismos vivos, tanto los respaldados por colecciones de historia natural (especímenes, sonidos, fotografías, etc.) como observaciones, y ponerlos a disposición de investigadores y del público en general (Figura 18). Es una iniciativa colaborativa donde los datos se aportan a un repositorio global voluntaria y gratuitamente por organizaciones académicas, de investigación o de la administración, que siguen siendo propietarias de los mismos. La aportación de los datos se hace a través de los nodos de GBIF de cada estado participante, p. ej. [GBIF.es](#) en España, [GBIF.fr](#) en Francia y [National Biodiversity Network](#) en el Reino Unido. Algunas plataformas de CC publican sus datos en GBIF ([eBird](#), [iNaturalist](#), [Ornitho.eus](#), [Tela Botanica](#)), destacando las aves por el volumen de registros.

Figura 18. GBIF.org, distribución global del oso pardo

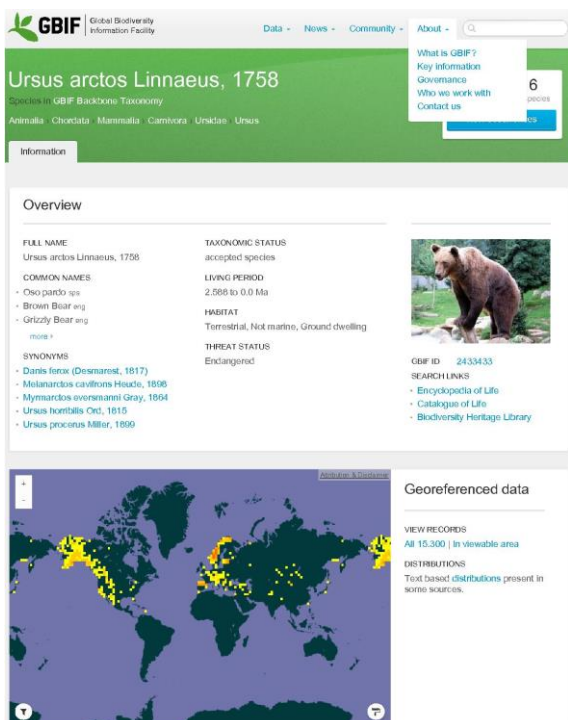
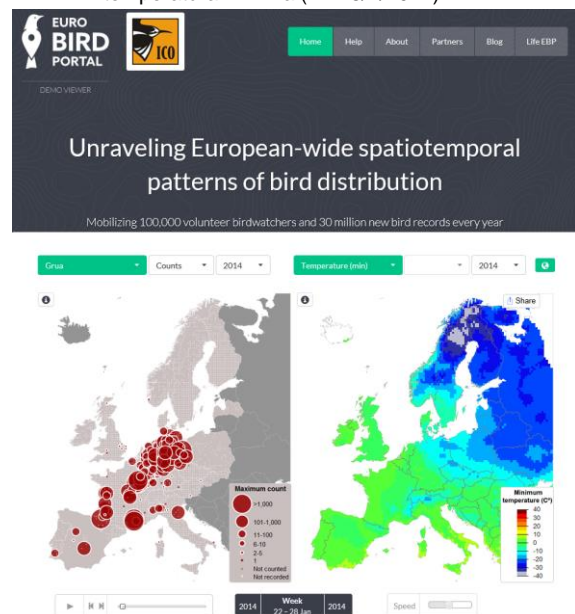


Figura 19. EBD, distribución y conteos de grullas y temperatura mínima (22-28/1/2014)



[Euro BIRD portal \(EBD\)](#) reúne en una base de datos común observaciones de aves provenientes de [69 instituciones](#) de Europa con el objetivo de obtener información de la distribución espacial y temporal de las aves, conocer los patrones de migración, y aplicar estos conocimientos a la gestión y conservación. Destaca por el volumen de datos y voluntarios y por el territorio que comprende (21 países europeos). En la actualidad se puede consultar un visor en modo demo (Figura 19), como paso previo a la creación de un repositorio; el uso de los datos lo reservan principalmente a los proveedores del EBD ([Data use by third parties](#)).

Tanto la Administración central del Estado como algunas Comunidades Autónomas han desarrollado bancos de datos de biodiversidad, con frecuencia asociados a visores SIG (Tabla 2). La información que ofrecen es heterogénea, aunque generalmente comprende al menos las especies catalogadas en cada territorio; algunos albergan información sobre hábitats u otras variables ambientales. Estas iniciativas están relacionadas con las siguientes disposiciones legales: [Ley 27/2006](#) sobre derechos de acceso a la información medioambiental; [Ley 37/2007](#) sobre reutilización de información del sector público y [Ley 14/2010](#) de infraestructuras de información geográfica; en el caso del [Inventario Español del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad \(IEPNB\)](#) con la [Ley 42/2007 del IEPNB](#).

Tabla 2. Repositorios de datos de diversidad de Administraciones Públicas

Administración	Banco de datos
Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, Gobierno de España	Banco de Datos de la Naturaleza
Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, Junta de Andalucía	Catálogo de Información Ambiental, Andalucía [visores temáticos]
Consejería de Medio Ambiente, Gobierno de Canarias	Banco de datos de biodiversidad de Canarias
Conselleria de Infraestructuras, Territorio y Medio Ambiente, Generalitat Valenciana	Banco de Datos de la Biodiversidad de la Generalitat Valenciana
Departamento de Desarrollo Rural y Medio Ambiente, Gobierno de Navarra	Infraestructura de Datos de Biodiversidad de Navarra (IDBD)*
Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial y Vivienda, Gobierno Vasco	Sistema de Información de la Naturaleza de Euskadi
Generalitat de Catalunya i Universitat de Barcelona	Banc de dades de biodiversitat de Catalunya

*no operativa en la actualidad, enlace procedente de [Internet Archive](#)

Tabla 3. Conjuntos de datos de las Administraciones Públicas en GBIF y de organizaciones de CC (fuente GBIF.es)

Organización	Conjunto de datos
Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, Gobierno de España	Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente
Cabildo de Tenerife	Cabildo Insular de Tenerife
Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, Junta de Andalucía	Catálogo de Información Ambiental, Andalucía [visores temáticos]
Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, Junta de Andalucía	Red de Información Ambiental de Andalucía (REDIAM)
Conselleria de Infraestructuras, Territorio y Medio Ambiente, Generalitat Valenciana	Banco de Datos de la Biodiversidad de la Comunitat Valenciana
Departamento de Desarrollo Rural y Medio Ambiente, Gobierno de Navarra	Infraestructura de Datos de Biodiversidad de Navarra
Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial y Vivienda, Gobierno Vasco	Sistema de Información de la Naturaleza de Euskadi
Generalitat de Catalunya i Universitat de Barcelona	Banc de dades de biodiversitat de Catalunya
Junta de Castilla y León	Departamento de Investigación y Experiencias Forestales de Valonsadero
Fundación pública AZTI-Tecnalia	AZTI-Tecnalia
Institut Català d'Ornitologia	Ornitho.cat
Sociedad de Ciencias Aranzadi	Ornitho.eus

4. PARTICIPACIÓN DE OTRAS ADMINISTRACIONES A NIVEL INTERNACIONAL, ESTATAL O AUTONÓMICO

De los 420 programas que analizan [Chandler & col. \(2016b\)](#) la mayor parte de los programas son liderados por ONG (64%; 10% con otras organizaciones), el 25% por instituciones académicas y el 24% por organizaciones gubernamentales (8% junto a instituciones académicas y ONG).

La participación de las administraciones en proyectos y plataformas de CC es muy diversa. En relación con los proyectos de CC puede consistir desde el desarrollo y su puesta en marcha mediante plataformas como Natusfera ([Invasores en la Red de Parques Nacionales](#); MAGRAMA) a apoyar iniciativas de organizaciones académicas ([Vespapp: CC para la detección de la avispa asiática](#); Govern de les Illes Balears).

En Suecia la Administración del Estado, a través del [Swedish Species Information Centre](#), mantiene el portal [Artportalen](#), donde se registran observaciones de flora, fauna y hongos; este portal destaca por ser uno de los mayores del mundo por la cantidad de datos que alberga.

La forma de participación más habitual de las administraciones públicas en proyectos de CC es mediante su apoyo financiero o institucional y el partenariado a distintos niveles. Suelen ser otras organizaciones, principalmente ONG e instituciones académicas o de investigación, las que lideran los proyectos de CC. En el listado de proyectos de CC que ofrece el [Observatorio de la Ciencia Ciudadana en España](#) se puede observar el distinto papel que desempeña la administración en muchos de ellos.

No obstante, existen iniciativas de la administración, como las que desde el ámbito municipal desarrollan los ayuntamientos de Vitoria-Gasteiz ([Centro de Estudios Ambientales, CC](#)) y Barcelona ([Oficina de Ciència Ciutadana BCNlab](#)). Recientemente el ayuntamiento de Pamplona también ha puesto en marcha un programa de [voluntariado ambiental](#).

El Gobierno Vasco incorpora datos de proyectos de CC al Sistema de Información de la Naturaleza de Euskadi ([Iturribarria 2015a](#), [2015b](#)), entre otros los de la plataforma Ornitho.eus, iniciativa de la Sociedad de Ciencias Aranzadi a cuya financiación contribuye ([Arizaga 2015](#)). Esta misma administración también impulsó el proyecto [Euskadiko Natura](#) en la plataforma iNaturalist, aunque ha tenido poca participación. Tanto Ornitho.eus como Ornitho.cat aportan datos a la plataforma [Euro BIRD portal \(EBD\)](#).

Es más habitual la participación de las administraciones autonómicas y la central del Estado en repositorios de biodiversidad (apartado 3.4; Tabla 2) y la publicación de datos en [GBIF.org](#) a través de [GBIF.es](#) (Tabla 3). También publican en GBIF entidades vinculadas o apoyadas por la administración, como fundaciones y plataformas de CC.

5. UTILIDAD PARA LA GESTIÓN PÚBLICA

La gestión del medio ambiente requiere información para conocer el estado y la tendencia de sus distintos componentes. Tanto la autorización de actividades, como el establecimiento de planes y políticas, utilizan información sobre diversas variables ambientales, no siempre disponible, bien por su inexistencia o su difícil acceso (Geizendorffer & col. 2016). Esa necesidad de información se manifiesta desde la gestión concreta a nivel local hasta la dirigida a alcanzar compromisos globales como las Metas de Aichi 2011-2020 para la Diversidad Biológica (CBD 2010, European Commission 2015).

Las actividades de CC pueden contribuir a la gestión del medio ambiente mediante su aportación a una base de conocimiento útil para la toma de decisiones, al mismo tiempo que promueven la participación de la ciudadanía (Chandler & col. 2016a, McKinley & col. 2015, Schmeller & col. 2009).

Aunque es conocida la utilidad de proyectos concretos de CC en la gestión, por ejemplo de la fauna amenazada, en los casos en los que esta contribución se ha estudiado se observa que con frecuencia los datos no llegan a los responsables de la toma de decisiones (Chandler & col. 2016a). Para que dichos datos sean útiles un requisito básico es que se incorporen de algún modo a ese proceso de toma de decisiones, y una manera de conseguirlo es mediante su disponibilidad en repositorios abiertos (Runnel & col. 2016).

En la Tabla 4 se muestra una selección de programas de CC con las variables que registran y su relación con objetivos de gestión del medio ambiente. Algunos de los programas tienen una larga tradición, como eBird e iNaturalist, pero la mayor parte son iniciativas todavía recientes. Muchas de ellas corresponden a proyectos de investigación que desarrollan métodos de obtención de datos con participación ciudadana, útiles desde el punto de vista científico y de su aplicación a la gestión.

La variable que con más frecuencia estudian es la presencia de especies. La mayor parte de las observaciones a nivel global son de fauna, siendo los grupos taxonómicos más tratados aves, insectos (sobre todo lepidópteros) y mamíferos (Chandler & col. 2006b); esta pauta es similar a nivel estatal (iNaturalist: datos España 2016).

Las aves, al contar con una sólida y numerosa comunidad de aficionados, son el grupo de fauna del que se dispone de más información, que incorpora además datos de abundancia a lo largo del tiempo (eBird; Figura 20); también está extendida la realización de censos de especies concretas, como es el caso del milano real en Navarra (Deán & Deán 2015; Figura 21) y la búsqueda de mariposas, como la que realiza la Asociación Zerynthia (Figura 22). Esta última asociación también cuenta con un proyecto de CC en Natusfera.

Dada la problemática actual de las especies alóctonas invasoras, son numerosas las iniciativas que las tratan: Invasive Alien Species Europe a nivel europeo, Exocat y Ojo a las invasoras a nivel regional e Invasores red Parques Nacionales centrada en espacios naturales protegidos. También hay proyectos de ámbito regional dirigidos a especies concretas como la avispa asiática (Vesppapp) o el mosquito tigre (Mosquito Alert). El seguimiento de especies invasoras por ciudadanos puede ser útil como sistema de alerta temprana, que permita acciones de prevención y erradicación efectivas y factibles.

Figura 20. eBird, presencia de especies en la balsa de Zolina en 2016



Figura 21. Censo de milano real invernante en España; resultados para Navarra 1994-2016



Respecto a las especies amenazadas o catalogadas existen proyectos de larga tradición como el censo de milano real ([Censo milano real invernante en Navarra 2017](#)) integrado en el estatal y europeo ([redkitespain.blogspot.com.es](#)), y otros locales que además de proporcionar datos contribuyen a la sensibilización ambiental, como los relativos a la mariposa *Graellsia isabellae* ([Observación de la mariposa del año](#)) o a los quirópteros, que son detectados con un detector de ultrasonidos que los voluntarios aprenden a utilizar ([Limne](#)). Las malas hierbas raras y amenazadas se monitorizan en el Reino Unido ([Rare Arable Flowers](#)) y en Aragón se desarrolla un proyecto LIFE para el seguimiento de plantas amenazadas por voluntarios, con diferentes niveles de formación y compromiso ([RESECOM](#)).

También se llevan a cabo programas de seguimiento de especies comunes para detectar efectos del cambio global u otras presiones antrópicas ([National Plants Monitoring Scheme](#), [Vigie-Nature](#); Figura 23) o de detección de enfermedades y plagas en plantas ([Forest112](#)) y animales ([Sarna cabra montés](#)).

En relación con el seguimiento y la evaluación del estado de conservación de hábitats, los ríos y lagunas parecen concentrar la atención. Se suelen medir diversas variables que integran índices para evaluar la calidad del hábitat ([Freshwaterwatch](#), [Proyecto Ríos](#), [Riu.net](#)), aunque en ocasiones el objetivo es obtener un amplio registro fotográfico temporal complementario de datos obtenidos con una aproximación científica tradicional ([Lagunas Sierra Nevada](#)).

La medida de algunas de las variables anteriores puede estar centrada en espacios naturales protegidos concretos, como la presencia de especies invasoras en la Red de Parques Nacionales ([Invasores red P Nacionales](#)) o de especies en una Reserva Natural ([RN Basaula](#)). En [MyNatura2000](#) los observadores registran su impresión general sobre el estado de conservación de espacios de la Red Natura2000 o la presencia de impactos verificables mediante fotografías.

El estudio del cambio climático se aborda mediante observaciones de llegada de especies de fauna a un territorio o de las fases fenológicas de plantas, generalmente unas especies concretas ([#FenoDato](#), [Nature's Calendar](#), [Observatoire des Saisons](#), [Phénoclim](#), [Vigie-Nature](#)). En el proyecto [#FenoDato](#) el objetivo es además formativo, para incorporar voluntarios a redes de observación fenológica.

Figura 22. Asociación Zerynthia, [Diario de Navarra 27/1/2017](#)



Figura 24. Riu.net, estado ecológico de ríos

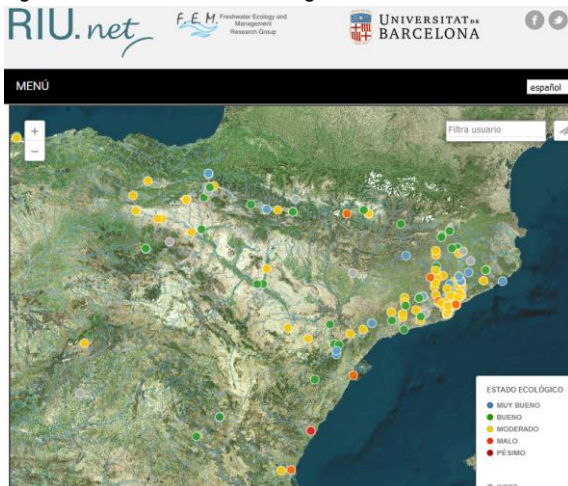


Figura 23. National Plant Monitoring Scheme, cuadrados de seguimiento

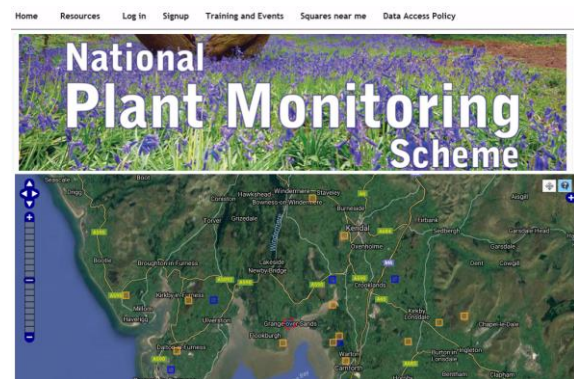
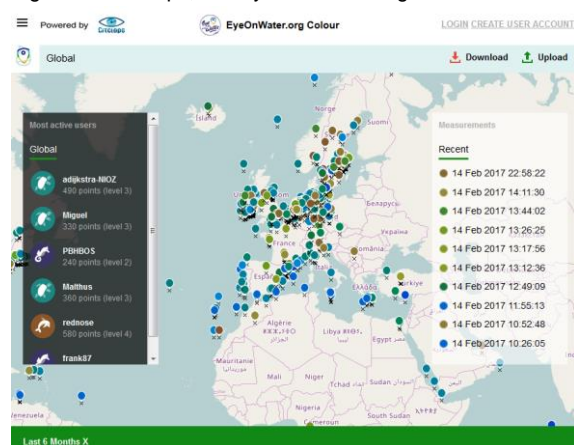


Figura 25. Citlops, color y claridad del agua



Por último, la calidad del aire y del agua también es evaluada en proyectos de CC, que con kits analíticos o sensores registran observaciones de parámetros físico-químicos. La calidad del aire se estudia en [CITI-SENSE](#) y [LIFE+Respira](#) y la del agua en [Citclops](#), [Freshwaterwatch](#), [Proyecto Ríos](#) o [Riu.net](#) (Figuras 24-25).

La ventaja principal de la obtención de datos mediante proyectos de CC frente a otras aproximaciones convencionales es la posibilidad de conseguir una mayor densidad de observaciones a una escala espacial y temporal amplia, si se dispone de un número suficiente de observadores comprometidos. De este modo se mejora la detección de procesos y se acelera el análisis de datos o imágenes (p. ej. identificando especies). Esta aproximación es adecuada, además, cuando se trata de abordar no solo una dimensión ambiental, sino también social, generando ciencia e incrementando el compromiso con el medio ambiente ([McKinley & col. 2015](#)).

Tabla 4. Programas de CC relacionados con objetivos de gestión del medio ambiente

Objetivos de gestión	Variables observadas	Programas de CC
Especies	Especies en general	eBird , iNaturalist , Natusfera , Ornitho
	Especies invasoras	distribución, abundancia, fenología, demografía Exocat , Ojo a las invasoras , Invasive Alien Species Europe , Invasores red P Nacionales , Mosquito Alert , Vespapp
	Especies amenazadas	Actias isabellae , Asoc. Zerynthia , Censo milano real , Limne , Rare Arable Flowers , RESECOM
	Especies indicadoras	National Plants Monitoring Scheme , Vigie-Nature
	Plagas y enfermedades	indicadores de plagas y enfermedades en animales y plantas Forest112 , Sarna cabra montés
Hábitats	índices del hábitat fluvial, índices de calidad del bosque de ribera, afecciones (basura, etc.), estado hidrológico Lagunas Sierra Nevada , Proyecto Ríos , Riu.net ,	
Espacios naturales protegidos	presencia de especies, impresión visual del estado de conservación, impactos Invasores Parques Nacionales , MyNatura2000 , RN Basaula	
Cambio climático	fenología (aparición, foliación, floración, fructificación, senescencia), especies indicadoras (distribución, abundancia) #FenoDato , Nature's Calendar , Observatoire des Saisons , Phénoclim , Vigie-Nature	
Contaminación	Calidad del aire ¹	CO, CO ₂ , NO, NO ₂ , NO _x , O ₃ , SO ₂ , PM1-2,5-10, humedad relativa, ruido CITI-SENSE , LIFE+Respira
	Calidad del agua	color, claridad, presencia de algas, índices de calidad del agua, flujo, corriente, nitratos ² , fosfatos ² , turbidez ² Citclops , Proyecto Ríos , Riu.net , Freshwaterwatch

¹Con sensores proporcionados por [CITI-SENSE](#) y [LIFE+Respira](#); ²con un kit proporcionado por [Freshwaterwatch](#)

6. CIENCIA CIUDADANA EN LA EDUCACIÓN REGLADA

Tanto la ciencia como la tecnología son pilares básicos del bienestar de los ciudadanos, por lo que toda la sociedad debería adquirir una cultura científica básica para entender el mundo actual. El sistema educativo es un vehículo principal para transmitir estos conocimientos y, dentro de este, las actividades de CC pueden ser una herramienta que contribuya a la alfabetización científica de las futuras generaciones. Mediante la participación en actividades de CC se logran resultados educativos, científicos y sociales, reflejados en el aprendizaje individual, los datos obtenidos y la participación y sensibilización conseguida ([Jordan & col. 2012](#)).

En los siguientes apartados se analiza la relación entre CC y dos aproximaciones novedosas en educación, el aprendizaje basado en proyectos (ABP) y las redes escolares; se aborda la conveniencia de introducir o extender el concepto de CC en la educación reglada y, por último, las oportunidades que ofrecen los currículum de los distintos niveles educativos para incorporar este concepto y desarrollar proyectos de CC.

Es este un ámbito en el que se pueden converger intereses de la Administración Ambiental y la Educativa, aplicando nuevos métodos pedagógicos para el aprendizaje de contenidos temáticos relacionados con la biodiversidad y el medio ambiente. Los programas de educación ambiental también pueden beneficiarse de las aproximaciones que se sigan en la educación reglada.

6.1. Ciencia ciudadana, Aprendizaje Basado en Proyectos y Redes Escolares

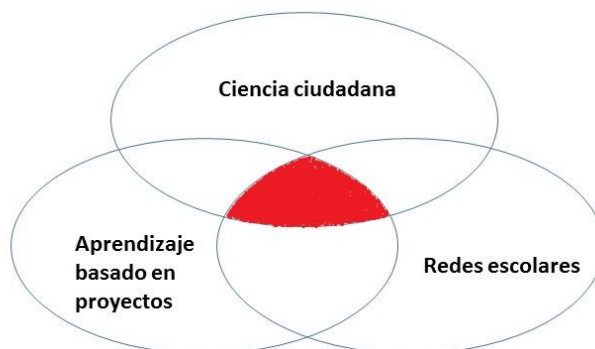
En el contexto de cambio global que estamos viviendo, uno de los enfoques educativos más apasionantes y con más proyección es la creación de proyectos en los que convergen CC, ABP y redes escolares (Figura 26). El ABP es un tipo de aprendizaje cooperativo que se inicia con una pregunta motriz y donde el alumnado es el protagonista de su aprendizaje ([Hernando Calvo 2015](#)). El alcance de los objetivos se realiza conjuntamente, de tal forma que los alumnos “se hunden o salen a flote juntos” (Johnson & col. 1999). Para responder a la pregunta motriz hay que integrar conocimientos de una o varias materias.

Muchos proyectos de CC se basan en una pregunta que tiene que estar muy bien planteada y enfocada hacia la detección de patrones espaciales y temporales amplios ([Shah & Martinez 2016](#)). Una pregunta interesante podría ser ¿cambia el período de floración de una determinada especie de árbol con la latitud en Europa y en respuesta al cambio climático? Un grupo de alumnos con ayuda del profesorado podría intentar documentar cambios temporales de esta especie en su entorno, utilizando ABP.

En un contexto local los alumnos se vuelven expertos en distintos temas necesarios para responder a la pregunta. Por ejemplo, unos recopilan estudios de su región sobre la fenología de la especie, otros localizan árboles y diseñan un estudio para su seguimiento, mientras otro grupo prepara una síntesis sobre el proceso de floración en árboles.

Para responder a la pregunta a escala europea, necesitaríamos las aportaciones de varios grupos ABP de distintos centros educativos, es decir una red escolar. Esto hoy es posible mediante la plataforma [eTwinning](#) que ofrece herramientas a centros escolares europeos para comunicarse, colaborar y desarrollar proyectos en común utilizando TIC.

Figura 26. Intersecciones entre CC, Aprendizaje Basado en Proyectos y Redes Escolares, destacando la común a las tres áreas (ver explicación en texto)



También existen plataformas globales que integran CC, ABP y redes escolares, como [Project GLOBE](#) (Global Learning and Observations to Benefit the Environment). En ella participan miles de estudiantes, desde enseñanza infantil hasta bachillerato, de más de 34 países, recogiendo datos de sus ecosistemas locales con asesoramiento de científicos, abarcando temas como calentamiento global, deforestación, meteorología y climatología (National Research Council 2000).

En ausencia de participación en redes escolares, son también atractivos para el alumnado los ABP basados en actividades de campo apoyadas en TIC ([Morcillo & col. 2014](#)). Este aprendizaje puede ser transformador, aumentando el interés del alumnado sobre el tema estudiado a la par que lo aprende y que comprende el papel de la ciencia en la sociedad y valora su participación activa en la investigación ([Ruiz-Mallén & col. 2016](#)). En esta línea, numerosos programas de CC ofrecen actividades dirigidas a escolares relacionadas con la naturaleza y el medio ambiente (Anexo 2, Recursos educativos).

6.2. Introducción del concepto de ciencia ciudadana en la educación

Un paso previo al desarrollo de proyectos de CC en el aula es divulgar estas actividades entre el profesorado, para que conozca qué es la CC y sus posibilidades, y facilitar herramientas para realizar actividades de CC en el aula superando las limitaciones de tiempo y contenido derivadas de los temarios de cada etapa formativa ([Zoellick & col. 2012](#)).

Para ello se debe ofrecer formación tanto al profesorado que ya ejerce en centros educativos como al que se prepara para ello en la universidad. Los Centros de Apoyo al Profesorado ([CAP](#)) pueden aportar esa formación a los primeros mientras que los segundos pueden recibirla a través de algunas de las asignaturas de los grados y másteres que cursan.

Entre las cuestiones a abordar en estas actividades formativas habría que considerar las siguientes:

- a) Entender globalmente la estructura y funcionamiento de los proyectos de CC.
- b) Identificar proyectos relacionados con el currículo y las competencias que se quieren desarrollar.
- c) Familiarizarse con distintos tipos de datos y sus fuentes, análisis de datos básicos y su interpretación.
- d) Aprender a diseñar unidades didácticas basadas en CC y aprendizaje cooperativo, para distintos tipos de proyecto en función del currículo.

A la hora de introducir este tipo de actividades en el aula cabe la posibilidad de que parte del profesorado no vea la aportación del trabajo en un proyecto de CC a la calidad del proceso de aprendizaje. Se puede pensar, por ejemplo, que proyectos típicos de CC tales como identificación y localización de aves y plantas, o la caracterización de la fenología de una especie de árbol, pueden realizarse igualmente en un centro escolar de manera autónoma. Aunque es cierto, trabajar en colaboración con científicos puede reportar ventajas que hagan que merezca la pena involucrarse en un proyecto CC: se puede contar con asesoramiento científico para diseñar el proyecto o durante su desarrollo; es posible hacer ciencia real y de calidad; cabe la posibilidad de acceder a material científico de forma gratuita; se integran TIC con ciencia; se generan sinergias al colaborar con otros centros educativos o entidades.

Es importante destacar que hay varios tipos de proyectos de CC, y que según la etapa educativa y el grado de experiencia en CC, puede convenir un tipo de proyecto u otro. Si la participación es activa, es recomendable empezar con un proyecto de contribución, en el sólo se recogen los datos, y a medida que se conoce mejor la dinámica y los procesos que se siguen en este tipo de proyectos, se puede pasar a otros con mayor grado de implicación del profesorado y del alumnado (Anexo 1, Componentes de un proyecto de ciencia ciudadana).

6.3. Ciencia ciudadana, biodiversidad y medio ambiente en los currículum educativos

En la Tabla 5 se enumeran las asignaturas o ciclos formativos de los distintos niveles educativos donde podrían integrarse actividades de CC relacionadas con la biodiversidad y el medio ambiente. En los siguientes apartados se indican los bloques de estas asignaturas que parecen más indicados para esta integración; también se señalan las asignaturas del Grado de Maestro de Educación Primaria y del Máster de Formación de Profesorado de Educación Secundaria de la UPNA en las que se podría introducir el concepto y la práctica de CC, con el objetivo de que el futuro profesorado disponga de esta herramienta.

En el Anexo 2 se enumeran varios sitios web con recursos educativos sobre CC; plataformas como como [Scistarter](#) y [Open Air Laboratories \(OPAL\) network](#) ofrecen numerosas actividades de CC aplicables a los distintos niveles educativos. En el Anexo 3 se describen algunos modelos de proyecto

que podrían ser llevados al aula; para ello deberían ser acompañados de una guía para facilitar el desarrollo de la actividad. Los proyectos pueden ser más atractivos y útiles si son transversales, aplicables a distintas asignaturas y niveles, y tienen la posibilidad de ser comunes a distintos centros o incluso a distintas regiones o y países.

Tabla 5. Asignaturas de Educación Primaria, Educación Secundaria Obligatoria (ESO), Bachillerato y Ciclos formativos de Formación Profesional donde podrían integrarse proyectos de CC relacionados con biodiversidad o medio ambiente

Cursos, grados	Asignaturas, ciclos formativos
1º-6º Enseñanza Primaria	Ciencias de la Naturaleza Ciencias Sociales
1º ESO	Biología y Geología
3º ESO	Biología y Geología
4º ESO	Biología y Geología ¹ Ciencias aplicadas a la actividad profesional ² Cultura Científica ³
1º Bachillerato	Biología y Geología ⁴ Cultura científica ³
2º Bachillerato	Biología ⁴ Geología ⁴ Ciencias de la Tierra y el Medio Ambiente
Formación Profesional Grado medio	Producción agropecuaria Producción agroecológica Jardinería y floristería Aprovechamiento y conservación del medio natural
Formación Profesional Grado superior	Ganadería y asistencia en sanidad animal Gestión forestal y del medio natural Paisajismo y medio rural Salud ambiental

¹ itinerario académico; ² itinerario aplicado; ³ asignatura específica; ⁴ troncal no obligatoria

a) Educación Primaria

En Educación Primaria las asignaturas más apropiadas para integrar actividades de CC relacionadas con la biodiversidad y medio ambiente son las de *Ciencias de la Naturaleza* y *Ciencias Sociales*. Esta etapa educativa constituye una oportunidad única para iniciar a los alumnos en proyectos de CC. El objetivo es motivar a los estudiantes para que miren a su alrededor, detecten patrones o su ausencia, hagan preguntas e intenten responderlas utilizando la razón y la imaginación. En este ciclo es frecuente que los alumnos trabajen por proyectos, lo que puede facilitar considerablemente la iniciación en actividades de CC.

En *Ciencias de la Naturaleza* los principales objetivos o competencias que se pretenden alcanzar pueden lograrse mediante proyectos CC con metodología ABP: tener capacidad de formular preguntas, identificar problemas, formular hipótesis, planificar y realizar actividades, observar, recoger y organizar la información relevante, sistematizar y analizar los resultados, sacar conclusiones y comunicarlas, trabajar de forma cooperativa y utilizar las TIC, y trabajar contenidos en relación a los de otras áreas.

Estos objetivos tienen relevancia en cualquiera de los bloques incluidos en todas las etapas: "Iniciación a la educación científica", "El ser humano y la salud", "Los seres vivos", "Materia y energía" y "La tecnología. Objetos y máquinas". En *Ciencias Sociales* los proyectos CC serían más afines al bloque "El mundo en que vivimos", donde se estudia el entorno próximo (tiempo atmosférico, agua, contaminación, etc.) y el global (Tierra, Sistema Solar, Universo, etc.).

b) Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato y Formación Profesional

En Educación Secundaria Obligatoria (ESO) y Bachillerato son varias las asignaturas con bloques temáticos apropiados para incorporar actividades de CC relacionadas con biodiversidad y medio ambiente. Destacan las asignaturas de *Biología* y *Geología* (ESO) con bloques como "La Tierra en el Universo", "La biodiversidad en el planeta tierra" (1º ESO), "Las personas y la salud. Promoción de la

salud”, “El relieve terrestre y su evolución”, “Los ecosistemas” (3º ESO) y “Ecología y medio ambiente” (4º ESO).

Los bloques “Proyecto de investigación” de *Biología y Geología* (1º, 3º, 4º ESO) y *Ciencias aplicadas a la actividad profesional* (4º ESO), y “Procedimientos de trabajo” de *Cultura científica* (4º ESO, 1º Bachillerato) están relacionados con el aprendizaje y la aplicación de destrezas propias del método científico, algo directamente ligado a los proyectos de CC. En los últimos cursos de ESO y en Bachillerato la madurez académica de los alumnos permitiría desarrollar proyectos más complejos con contribuciones más relevantes.

Dado que el bloque “Proyecto de investigación” se encuentra en la mayoría de asignaturas de ESO y que los centros educativos están poniendo en marcha el nuevo currículo derivado de la LOMCE, los proyectos de CC podrían ser una herramienta para plantear proyectos de investigación, desde locales a internacionales, desarrollados en un contexto real de actividad investigadora.

Varias asignaturas de Bachillerato afines a la Biología serían adecuadas para enmarcar proyectos de CC (Tabla 5). En este nivel, el alumno es más maduro y está dotado con más conocimientos, favoreciendo una participación más autónoma en proyectos de CC. Sin embargo, los contenidos a desarrollar en esta etapa son muy amplios y normalmente el profesorado no dispone del tiempo necesario para plantear actividades transversales como proyectos de CC. En estas asignaturas desaparece el bloque “Proyecto de Investigación” y aunque el currículo contiene referencias a actividades experimentales, estas son más puntuales. El objetivo principal de esta etapa es la Evaluación Final de Bachillerato que da acceso a la Universidad y determina en función de los resultados las posibilidades para acceder a las distintas titulaciones. Este factor condiciona el desarrollo de actividades experimentales en Bachillerato y puede limitar el desarrollo de proyectos de CC.

En los grados de Formación Profesional que se imparten en Navarra, sobre todo los relacionados con la agricultura y el medio ambiente, resultaría interesante la participación del alumnado en proyectos de CC relacionados con los contenidos de los ciclos formativos (Tablas 4-5; Anexo 3).

c) Grado de Maestro en Educación Primaria

Entre las asignaturas del Grado de Maestro (UPNA) la integración de proyectos CC podría ser relativamente fácil en las asignaturas de *Didáctica de las Ciencias Naturales*, *Didáctica de las Ciencias Sociales*, *Proyectos Didácticos sobre el Medio Natural*, y *Proyectos Didácticos sobre el Medio Social*.

Muchos de los contenidos que abordan son objeto de proyectos de CC y además en las asignaturas de *Proyectos Didácticos* se trabaja con metodología ABP. La utilización de proyectos de CC permitiría que el alumnado trabajara competencias científicas, como observación de patrones y generación de hipótesis, en un proyecto real con asesoramiento científico con posibles sinergias con otros centros, además de aprender a responder a preguntas complejas sobre su entorno real, más o menos cercano, con un enfoque cooperativo.

d) Máster de Formación de Profesorado de Educación Secundaria

La especialidad de “Biología y Geología” del Máster de Formación de Profesorado de Educación Secundaria (UPNA) sería la más susceptible de integrar formación en el ámbito de proyectos de CC relacionados con la biodiversidad y el medio ambiente, especialmente en las asignaturas *Complementos disciplinares*, *Aprendizaje y enseñanza de la Biología y Geología*, *Iniciación a la investigación educativa e innovación* y *Propuestas de intervención educativa en Biología y Geología*. También en la especialidad de “Física y Química” existen asignaturas relacionadas con contenidos mediambientales.

Aunque las actividades de CC no se tratan de forma específica en ninguna asignatura, sí se presentan herramientas colaborativas como [eTwinning](#) que podría resultar útil en el ámbito de la CC.

En el Máster se realizan dos estancias en centros educativos de educación secundaria (Prácticum) que permiten desarrollar estrategias novedosas que contribuyan a motivar al alumnado, y que podrían utilizarse para incorporar proyectos de CC sin demandar medios adicionales por parte de los centros. Un ejemplo es el trabajo desarrollado en 4º de ESO del Colegio Nuestra Señora del Puy (Estella) donde se capturaron datos de biodiversidad en la Reserva Natural de Basaula con la plataforma iNaturalist ([Echeverría 2016](#), [Echeverría & col. 2016](#)). En el presente curso académico se está llevando a cabo una experiencia en el IES de Barañáin para explorar el conocimiento existente sobre CC entre el profesorado y elaborar un protocolo para el uso de algún proyecto de CC en el aula.

7. POSIBLES FORMAS DE PARTICIPACIÓN Y COLABORACIÓN

Como se ha comentado en el apartado 5, los proyectos de CC tienen interés para la Administración Ambiental por los datos que aportan y, además, por promover la participación de la ciudadanía en actividades relacionadas con la conservación de la naturaleza. Para que sean útiles dichos datos es necesario que sean accesibles de modo universal, salvo aquellos considerados sensibles (ver apartado 9).

Las posibles formas de participación y colaboración que puede desarrollar la Administración Ambiental del Gobierno de Navarra se agrupan en cuatro apartados.

Los dos primeros se centran en proyectos de CC. En primer lugar se analiza la posibilidad de desarrollar plataformas propias para proyectos de CC y después se exponen otras formas de participación de la Administración utilizando plataformas existentes de tipo generalista o mediante la promoción y apoyo a otras organizaciones.

Los dos últimos apartados están relacionados con la manera de facilitar el acceso a la información de biodiversidad de especies en Navarra, mediante la participación en GBIF o con un repositorio de datos propio. Ambas iniciativas cumplen un doble objetivo que se encuadra en el marco legislativo comentado en el apartado 9 sobre difusión pública de datos de biodiversidad: acoger la información generada por proyectos de CC y hacer accesible la información sobre presencia de especies de la que dispone la Administración.

7.1. Creación de plataformas propias de ciencia ciudadana

Como se ha indicado en el apartado 4 los programas de CC generalmente están liderados por ONG o, en menor medida, por instituciones académicas.

Teniendo en cuenta las aproximaciones que se han realizado a nivel estatal, quizá la mejor alternativa para la creación de una plataforma propia sea la utilización de Ornitho como se ha hecho en Cataluña y en Euskadi (ver apartado 3.1).

La plataforma Ornitho lleva implantada en Euskadi desde 2015; en 2016 tenía registrados 721 usuarios que aportaron 109.510 observaciones de las que el 94% fueron de aves ([Arizaga 2016](#)); en ese mismo período de tiempo en iNaturalist se registraron 419 observaciones en el País Vasco ([iNaturalist: País Vasco 2016](#)) y 215 en Navarra ([iNaturalist: Navarra 2016](#)).

En la plataforma eBIRD, exclusivamente dedicada a las aves, fueron 46.843 las observaciones recogidas en 2016 en Navarra; corresponden a 297 especies y fueron aportadas por 137 usuarios en 973 localidades; el 82% de las observaciones fueron aportadas por los 21 usuarios más activos (eBird 2017).

Si se tiene en cuenta la población de Euskadi y Navarra, la ratio de observaciones de aves por cada 1000 habitantes fue superior en Navarra (73,2) a la de Euskadi (47,1) para una ratio de observadores por 1000 habitantes muy similar, de 0,34 y 0,33 respectivamente (Tabla 6).

Estas cifras han de ser tenidas en cuenta al considerar la posibilidad de implantar una plataforma con coste para la administración, dado que las observaciones realizadas en Navarra no han tenido coste alguno.

Tabla 6. Observaciones de aves en Euskadi y Navarra en 2016 en las plataformas Ornitho y eBird, respectivamente. Ratios de observaciones y observadores por cada 1000 habitantes

	Euskadi	Navarra
Nº observaciones aves 2016	102.939	46.843
Nº observaciones/1000 habitantes	47,1	73,2
Nº observadores/1000 habitantes	0,33	0,34
Nº habitantes*	2.185.393	640.129

*Fuente: Censo 2011 Instituto Nacional de Estadística

El desarrollo de otro tipo de portales, como [Artportalen](#) de Suecia, parece demasiado complejo y para llegar a ese nivel sería preferible lograr primero una dinámica de publicación de datos de biodiversidad en GBIF (apartado 7.3) y de modo simultáneo, o con posterioridad, crear un repositorio de datos de biodiversidad de Navarra (apartado 7.4).

7.2. Desarrollo y dinamización de actividades de ciencia ciudadana

Son varias las posibilidades que tiene la Administración Ambiental para desarrollar y dinamizar proyectos de CC en función de la disponibilidad de personal, presupuestaria y de la política que decida llevar a este respecto. Una condición necesaria para involucrar a los ciudadanos en actividades de este tipo es que la sociedad conozca en qué consiste la CC y las vías de acceso a este tipo de actividades.

Se comentan a continuación cuatro posibilidades de complejidad creciente: elaboración de páginas web para proporcionar información de CC, apoyo a proyectos realizados por otras organizaciones o desarrollo de proyectos de CC, y acciones formativas en los ámbitos de la Administración Ambiental y la Educación.

a) **Elaboración de páginas web con información sobre CC**

La creación de páginas en el portal web institucional del Gobierno de Navarra sería la forma más sencilla, y económica, de abordar inicialmente la dinamización de proyectos de CC; podría ser una iniciativa equivalente a la página sobre voluntariado ambiental ([navarra.es: voluntariado ambiental](http://navarra.es:voluntariadoambiental)), donde se informa de los programas subvencionables y de actividades, entre ellas de alguna de CC.

En un sitio web de estas características se podría aportar la siguiente información mediante documentos propios o enlaces a fuentes externas:

- Ayudas para la realización de actividades de CC: fuentes de financiación (p. ej. [FECYT](#)).
- Proyectos de CC que se llevan a cabo en Navarra o en territorios próximos (Anexo 2: Proyectos de CC y voluntariado ambiental en Navarra).
- Guías para desarrollar proyectos de CC, desarrolladas por la propia Administración o por otras organizaciones (Anexo 2: Guías y recursos para desarrollar proyectos de CC).
- Anuncios de actividades de formación.
- Plataformas de CC de uso extendido a nivel estatal (eBird, iNaturalist, Natusfera) o en territorios próximos (Ornitho.eus).
- Sitios web que indexan proyectos de CC (Anexo 2: Buscadores de proyectos de CC).

b) **Apoyo a proyectos realizados con otras organizaciones**

La Administración puede apoyar el desarrollo de proyectos de CC realizados por organizaciones académicas, de investigación u ONG, publicitándolas, facilitando medios materiales o personales y mediante financiación.

La publicidad de actividades de este tipo ya se realiza desde la página de [voluntariado ambiental](#) del Gobierno de Navarra y el apoyo con la participación de personal de la Administración también, como es el caso del Guarderío Forestal en el [censo de milano real en Navarra](#).

Podría considerarse la posibilidad de establecer alguna convocatoria de ayudas para el desarrollo de estas actividades complementaria a las de otras instituciones como [FECYT](#).

c) **Desarrollo de proyectos de CC y acciones formativas en el ámbito de la Administración Ambiental**

La Administración Ambiental puede desarrollar por sí misma, o en colaboración con otras organizaciones, proyectos de CC que sean de su interés en relación con las políticas de conservación, sensibilización o educación ambiental.

Los programas de CC mostrados en la Tabla 4 del apartado 5 en relación con distintos objetivos de gestión pueden servir de guía, así como los modelos que se presentan en el Anexo 3; los proyectos pueden tener como destinatario público general o colectivos concretos, como estudiantes de determinados centros o niveles educativos, técnicos de la Administración Ambiental, empresas públicas, etc. Su ámbito geográfico también puede variar, desde todo el territorio de Navarra a la Red de Espacios Naturales Protegidos o espacios concretos de dicha red.

Además de proyectos de CC tradicionales, también se pueden llevar a cabo *bioblitz* o "bioquedadas" con la finalidad de reunir información sobre especies en un tiempo corto en un lugar determinado, generalmente en el marco de actividades de sensibilización ambiental.

Para el desarrollo de proyectos centrados en la ocurrencia de especies la aproximación más sencilla es la utilización de plataformas existentes, como [iNaturalist](#) o [Natusfera](#). Para otro tipo de variables ambientales sería necesario crear un portal y aplicaciones móviles propias.

Para favorecer el conocimiento de las plataformas de CC y las posibilidades que este tipo de actividades ofrecen, también sería útil desarrollar talleres formativos o charlas dirigidas a distintos colectivos, como es habitual cuando se trata de fomentar el uso de una determinada plataforma. Esta actividad divulgadora se podría llevar a cabo p. ej. en salas de cultura, el Museo de Educación Ambiental o los Civibox en Pamplona. En este proceso se podría contar con asociaciones naturalistas que desarrollan proyectos de CC en Navarra como Gorosti o Zerynthia; en el caso de la primera ya ha impartido cursos de la plataforma eBird: [curso eBird, Gorosti](#).

d) Desarrollo de proyectos de CC y de acciones formativas en educación

Los centros educativos pueden ser una herramienta muy útil para divulgar el concepto de CC en la sociedad y dar a conocer proyectos de CC. Cuentan con una organización orientada a la educación y transmisión del conocimiento, distribuida por todo el territorio.

Para desarrollar proyectos de CC o acciones formativas en educación sería conveniente establecer algún tipo de colaboración entre la Administración Ambiental y la Educativa, o con centros escolares concretos y universidades. Esta colaboración sería imprescindible para tener un mapa de la situación de los centros educativos al respecto, para valorar mediante encuestas al profesorado el conocimiento que existe sobre CC y si ya se desarrollan proyectos de CC.

La Administración Ambiental podría identificar proyectos de su interés con potencialidad de integración en los currículum teniendo en cuenta los ya existentes (Anexo 3, Recursos educativos). Una vez conocidos podría desarrollarlos en colaboración con entidades educativas.

La existencia de algunos proyectos atractivos, acompañados de guías para su desarrollo, podría servir para estimular el interés de la Administración Educativa en realizar actividades de formación de docentes para desarrollar proyectos CC. La introducción del concepto de CC en el profesorado que se forma en grados y másteres también podría beneficiarse del desarrollo de proyectos en colaboración con la Administración Ambiental.

Este tipo de proyectos pueden tener financiación de convocatorias de FECYT para la divulgación científica y otras convocatorias de proyectos del Ministerio en Educación, Cultura y Deporte. También existen algunos programas de educación que podrían servir como eje para articular la participación de los centros educativos en proyectos de CC, como [Erasmus +](#) y [Zientzia Azoka](#).

[Erasmus +](#) es un programa europeo dirigido a organizaciones educativas, estudiantes y profesorado de Educación Secundaria para facilitar su movilidad en Europa, cooperar e intercambiar buenas prácticas para innovar y modernizarse. En Navarra participan 6 centros (E. Echenique, Dpto. de Educación, *com. pers.*). La plataforma [eTwinning](#) comentada en el apartado 6.4, forma parte de este programa y es una herramienta útil para participar en proyectos de CC de ámbito europeo en coordinación con otros centros.

[Zientzia Azoka](#) es un proyecto organizado por la Fundación Elhuyar con el objetivo de despertar vocaciones y desarrollar la motivación y las capacidades de estudiantes de 12 a 18 años en los ámbitos de la ciencia y la tecnología. Los jóvenes realizan trabajos científicos que presentan en una feria con el asesoramiento de personal investigador de varias universidades.

Figura 26. Catálogo de Flora Histórico de Navarra en [GBIF.org](https://gbif.org)



Figura 28. Distribución del milano real en Navarra, [GBIF.org](https://gbif.org)

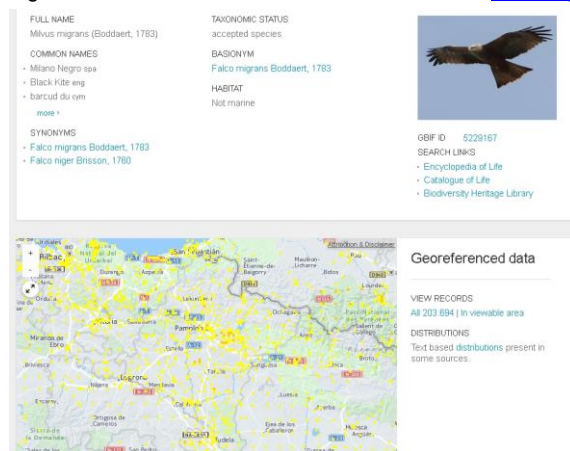
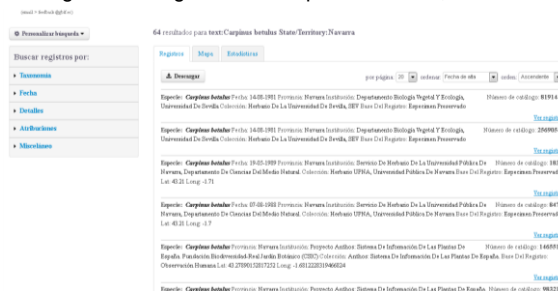


Figura 27. Búsqueda por área en GBIF.es



Figura 29. Registros del carpe en Navarra, GBIF.es



7.3. Publicación de datos en GBIF

Como se ha explicado GBIF es un repositorio global de datos de biodiversidad procedentes de diversas fuentes (apartado 3.4), entre ellas diversos programas de CC ([eBird](https://ebird.org), [iNaturalist](https://inaturalist.org), [Natureserve](https://natureserve.org), [Ornitho](https://ornitho.org)). La Administración del Gobierno de Navarra y sus diferentes organismos generan información de presencia de especies en el ámbito de sus actividades de gestión, bien directamente por su personal o a través de encargos a organizaciones académicas, de investigación o consultoras. Estos datos con frecuencia son de difícil acceso y normalmente su existencia solo es conocida por un reducido grupo de personas. Son varias las posibilidades de publicar estos datos una vez filtrados los considerados de carácter sensible (ver apartado 9).

Pueden ofrecerse a través de la plataforma [Open Data Navarra](https://open-data.navarra.es) con un formato de datos general como CSV, XLS, etc. Esta plataforma, además, admite datos de todo tipo, con lo que puede resultar versátil para datos distintos de la ocurrencia de especies.

Otra posibilidad es su publicación en GBIF, donde ya participa el Gobierno de Navarra con el juego de datos [Catálogo Histórico de Flora de Navarra](https://www.gbif.org/es/catalogo-historico-de-flora-de-navarra) (Figura 26; Aizpuru & col. 1993). Los datos en GBIF tienen una mayor visibilidad y además, tanto en el portal internacional GBIF.org como en el nodo estatal GBIF.es, se pueden realizar búsquedas con filtros para recuperar datos proyectados en un mapa o como registros alfanuméricos (Figuras 27-29). En ambos portales se pueden descargar los registros en formato CSV; GBIF.es muestra solo los datos de sus proveedores, por lo que para algunos taxones recupera menos registros que GBIF.org.

Para proporcionar esta accesibilidad a los datos habría que incorporar a los flujos de trabajo de las diferentes unidades funcionales de la Administración una rutina para adecuar los datos a los estándares de las plataformas Open Data y GBIF y volcarlos a ellas. En el caso de los datos que se generan a través de contratos con terceros podrían establecerse los estándares a utilizar, y cuando la información fuera generada por entidades con capacidad de volcar estos datos directamente a GBIF (Universidades, Organismos Públicos de Investigación, ONGs, etc.), acordar con ellas su publicación.

Ambas vías son compatibles entre sí; la Administración ambiental del Gobierno Vasco ofrece los datos de la plataforma de CC Ornitho en [Open Data Euskadi](#) y [Open Data España](#), mientras que la Sociedad de Ciencias Aranzadi, que mantiene el portal, aporta sus datos a [GBIF.org](#) y [GBIF.es](#).

Por otra parte existe la posibilidad de incrustar la interfaz de consulta de GBIF.es en un sitio web corporativo como el de la Administración, adaptando las fuentes de consulta (grupos taxonómicos, ámbito geográfico, colecciones) para recuperar los datos que respondan a las necesidades concretas de esa organización o que ella genera ([Martínez de la Riva 2016](#)).

7.4. Creación de un repositorio de datos de biodiversidad

El objetivo de un repositorio sobre datos de biodiversidad de Navarra sería hacer accesibles los datos disponibles sobre presencia de especies para su utilización tanto por parte de la Administración como por técnicos, investigadores, educadores y ciudadanos con interés en la naturaleza. La creación de un repositorio institucional propio tiene la ventaja de que se pueden ajustar sus características a las necesidades concretas de la organización que lo implanta y de sus potenciales usuarios.

En la actualidad este tipo de repositorios también incorporan datos originados con proyectos de CC y pueden desempeñar un papel relevante para favorecer su difusión y asegurar su calidad ([Runnel & col. 2016](#)), de modo que su contribución a la conservación de la biodiversidad sea efectiva ([Wetzel & col. 2015](#)).

Hay dos aspectos básicos a tener en cuenta en relación a los datos de un repositorio, su entrada y su recuperación. En cuanto a la entrada es necesario establecer un modelo de dato, para lo que ya hay estándares desarrollados, como Darwin Core para la ocurrencia de especies ([Remsen & col. 2010](#)), y además establecer una rutina para su incorporación. En la actualidad es posible conectar repositorios locales con GBIF e incorporar las citas de especies que sean de interés por criterios taxonómicos, geográficos o de otro tipo, como la colección de origen. Para la recuperación de datos debe existir un interfaz para hacer consultas tipo texto, por ámbito geográfico, o combinando ambos sistemas, similar al que ofrece [GBIF.es](#) (Figura 27).

Un ejemplo próximo de este tipo de repositorios a nivel de la administración autonómica es el [Sistema de Información de la Naturaleza de Euskadi](#), que incorpora no solo la información generada por el propio Gobierno Vasco sino la procedente de proyectos de CC y de otros sistemas de información, como GBIF (Figuras 30-32). Este Sistema fue creado como una respuesta a la necesidad de disponer de información útil para las políticas y planes de conservación de la naturaleza ante la constatación de que existía mucha información procedente de numerosas fuentes y en distintos formatos cuyo uso resultaba muy difícil y a veces imposible ([Iturribarria 2015b](#)).

Además, el Gobierno Vasco ha apoyado la creación de un portal de CC basado en la plataforma Ornitho (ver apartados 3.1 y 4) gestionado por la Sociedad de Ciencias Aranzadi, cuyos datos también se incorporan al Sistema. Este Sistema relaciona la información relativa a las especies con otros aspectos del territorio como lugares y hábitats.

En Navarra existen dos antecedentes relacionados con un posible repositorio de datos de biodiversidad: la base de datos del Catálogo de Especies de Navarra creada hacia el año 2000 y la Infraestructura de Datos Ambientales de Navarra (IDBD), operativa hasta hace pocos años (2013 aprox.), ambas desarrolladas por el Gobierno de Navarra.

El Catálogo de Especies de Navarra (Figura 33) permitía consultar las especies de vertebrados, algunos grupos de invertebrados y la flora vascular presentes en Navarra. De cada especie se proporcionaban datos generales, estatus en Navarra y distribución en un mapa con malla UTM de 10x10 km. Los datos procedían de distintas fuentes y probablemente sea la síntesis más completa de ocurrencia de especies en Navarra para tantos grupos taxonómicos tratados simultáneamente; su única alternativa actual es el portal de datos GBIF que ofrece más datos de presencia y de mayor precisión, pero menos filtrados. En su momento este catálogo se podía solicitar al Departamento de Medio Ambiente mediante petición escrita, aunque su existencia no era muy conocida.

Con posterioridad, entre 2007 y 2013, se desarrolló la Infraestructura de Datos de Biodiversidad de Navarra-IDBD con el objetivo de facilitar el acceso a la información de biodiversidad y su uso ([Alonso-Pastor & Cabello 2011](#)). En este caso se ofrecía información elaborada sobre especies concretas (amenazadas o catalogadas), espacios naturales protegidos y hábitats (Figuras 34-35).

Tanto el Catálogo de Especies de Navarra, convenientemente actualizado y adaptado a su consulta en Internet, como la IDBD podrían ser un material de partida utilizable en el desarrollo de un repositorio de datos de Biodiversidad de Navarra. Este repositorio debería ser un sistema convergente con otras plataformas activas en Navarra como [Open Data](#) y los geoportales [SITNA](#) e [IDENA](#), y habría que analizar de qué modo se podría relacionar su contenido.

Figura 30. Fuentes de datos del Sistema de Información de la Naturaleza de Euskadi (fuente: [Turribarria 2015b](#))



Figura 31. Relación del Sistema de Información de la Naturaleza de Euskadi con otras plataformas (fuente: [Turribarria 2015b](#))

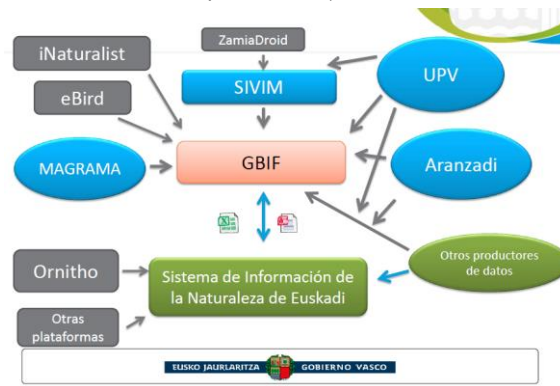


Figura 32. Registros de eBird de garza real en el [Sistema de Información Ambiental de Euskadi](#)

Figura 33. Formulario con datos de anguila en el Catálogo de Especies de Navarra

Figura 34. Entrada al índice de especies en la IDBD

Figura 35. Ficha con datos de *Margaritifera auriculata* en la IDBD

8. VALIDACIÓN DE LOS DATOS APORTADOS

Tanto en los proyectos de CC como en los repositorios de datos de biodiversidad suelen existir protocolos de validación para garantizar cierto nivel de calidad de los datos, de modo que sean útiles ([Chapman 2005](#)); además, aunque es muy poco frecuente, no es descartable la incorporación intencionada de datos falsos ([Wiggins & Yurong 2016](#)).

En el caso de los datos de ocurrencias de especies al menos tres elementos pueden ser objeto de validación: identificación de la especie, localidad donde ha sido observada y fecha de la observación.

La validación depende de la naturaleza de los datos aportados, confiables o verificables. Los datos confiables no pueden ser comprobados y su validación consiste en su aceptación, o no, en función de su verosimilitud; los datos verificables están acompañados de algún elemento (fotografía, sonido, coordenada) que permite comprobar su exactitud, al menos parcialmente.

Los principales métodos de verificación y posterior validación están basados en la actividad de un comité de expertos, de la comunidad de miembros de un proyecto, de la aplicación de procedimientos automáticos, o una combinación de todos estos sistemas; la fotografía es un elemento clave en la verificación de ocurrencias de especies de muchos grupos taxonómicos ([Wiggins & col. 2001](#)).

En un proyecto de CC debe existir un grupo responsable de la aceptación de las observaciones, y de su eliminación en su caso, formado por el equipo del proyecto más representantes de otras entidades colaboradoras como centros de investigación, universidades, o asociaciones naturalistas.

En un repositorio de datos institucional debería haber representación de las unidades administrativas concernidas y contarse con el asesoramiento de expertos en los grupos taxonómicos u otras variables recogidas. En el caso de la ocurrencia de especies siempre deberían ser objeto de verificación aquellas especies catalogadas por la legislación.

En la plataforma [Ornitho](#) la verificación se realiza por un comité de expertos en diferentes grupos taxonómicos. En [Ornitho.eus](#) se explica que se evalúan especialmente las observaciones de taxones difíciles o raros. Si algún usuario de la plataforma considera errónea alguna identificación, puede comunicarlo al comité de expertos. Para muchas especies de mamíferos terrestres se requiere que la observación esté respaldada por alguna evidencia (material biológico, fotografía, descripción).

En otras plataformas la validación se realiza por los usuarios y está basada en su reputación en el sitio para grupos taxonómicos determinados ([iSpot](#)). En [iNaturalist](#) los usuarios validan las observaciones por mayoría. Si una observación está respaldada por una fotografía, tiene fecha y coordenadas, y 2 de quienes la identifican están de acuerdo con la identificación, se considera de calidad de "investigación"; si sólo tiene la identificación del observador, se indica "necesita identificación"; en [Natusfera](#) el proceso de validación similar.

En iNaturalist además existen los [curators](#), que colaboran en el mantenimiento del tesoro taxonómico del portal (edición, adición de taxa; modificación del árbol taxonómico); son usuarios que han solicitado ese estatus, que es aprobado por los administradores del portal valorando su grado de experiencia por el uso del sitio o por otros medios.

En [eBird](#) todas las observaciones se verifican utilizando una combinación de filtros automática y una red de expertos locales. Los filtros automáticos contrastan la presencia de una especie en una localidad y fecha determinadas con una matriz de datos conocidos; todas las especies raras son revisadas. En GBIF se utilizan sistemas de alerta basados en coordenadas para validar las localidades y se adapta la taxonomía de los proveedores de datos al esquema taxonómico empleado por el portal.

9. DIFUSIÓN PÚBLICA DE DATOS DE BIODIVERSIDAD

La publicación de datos de biodiversidad, tanto en su vertiente de visibilidad como de disponibilidad para su descarga, está relacionada con la [Ley 27/2006](#) por la que se regulan los derechos de acceso a la información en materia de medio ambiente, y que incorpora las directivas [2003/4/CE](#) y [2003/35/CE](#), y la [Directiva Inspire](#) (Directiva 2007/02/CE). Inspire establece especificaciones para diversos tipos de datos, entre ellos la [distribución de especies](#), en el marco de la creación de una infraestructura europea de datos espaciales ([Alonso-Pastor 2011a](#); [2011b](#)). La publicación de estos datos también está relacionada con las iniciativas [Open Data](#) de reutilización de la información del sector público.

La Ley 27/2006 garantiza el derecho a acceder a la información ambiental de las autoridades públicas, sin necesidad de declarar un interés determinado. Si este acceso no es posible la administración debe justificarlo, y si está sujeto a un pago de tasas estas deben ser públicas. La obligatoriedad se ciñe a datos posteriores a 14/3/2003, a no ser que antes ya existieran en formato electrónico.

9.1. Publicación de datos sensibles

La información relativa a la biodiversidad de la que es depositaria la administración puede ser de acceso restringido si tiene carácter sensible. Información "sensible" se define como aquella que puede producir un resultado adverso sobre la especie, el atributo en cuestión o un individuo concreto, si se facilita públicamente ([Chapman & Grafton 2008](#)).

Estos datos pueden ser de muy diversa naturaleza, como localidades de especies que son objeto de recolección ilegal, ubicación de nidos o cuevas con restos fósiles.

[Chapman & Grafton \(2008\)](#), al tratar la sensibilidad de datos de ocurrencias de especies, subrayan la necesidad de que la información sobre biodiversidad esté disponible libremente siempre que sea posible, por el interés de la ciencia, el medio ambiente y la propia biodiversidad; consideran que la disponibilidad de información medioambiental generalmente es beneficiosa, ya que incrementa la concienciación sobre el medio ambiente, mejora la toma de decisiones y reduce el riesgo de afecciones a las especies.

Proponen unos criterios concretos para establecer la sensibilidad de un taxon o de un dato asociado a este, teniendo en cuenta si es afectado por actividades humanas y si la publicación del dato aumenta la probabilidad de afecciones, También consideran si el taxon es significativamente vulnerable a la afección y si lo es en todo su rango o sólo en localidades concretas. Por otro lado, valoran si el detalle del dato puede facilitar que se lleven a cabo actividades negativas para la especie, si la información sensible ya es conocida por quienes son susceptibles de realizar dichas actividades, si su publicación puede afectar relaciones de colaboración con individuos u organizaciones beneficiosas para los objetivos de conservación y, por último, si el dato puede permitir obtener información sensible en combinación con otros datos públicos.

Teniendo en cuenta estos criterios establecen cuatro categorías de datos sensibles, desde aquellos para los que se recomienda la "no publicación" o publicación con gran generalización cartográfica (región, cuenca hidrográfica), a los datos publicables con una generalización reducida, del orden de 0,001º (aprox. 100 km), con la que se consigue neutralizar los posibles peligros de su publicación. En el caso de Navarra, para ocurrencias de especies, bastaría en los casos más restrictivos con una generalización de 0,0001º (10 km), dada la superficie del territorio.

El carácter sensible de un dato debe ser revisado de modo periódico (la periodicidad dependerá de la naturaleza de la sensibilidad) y convenientemente documentado, y el dato debe ser restringido en el momento de su distribución, no en la base de datos de origen. Los usuarios autorizados de datos sensibles deben respetar las restricciones de acceso establecidas por el proveedor de dichos datos.

La alternativa a la publicación de un dato sensible no debe ser, generalmente, la omisión de dicho dato, sino establecer cautelas que impidan que su precisión pueda causar los daños que se pretende evitar. Para ello es posible difuminar las coordenadas o sustituir campos de texto, en este último caso para evitar que se deduzca la localidad a partir de topónimos, fechas, nombre del observador o recolector, hábitat, etc. Cuando se elimina texto es recomendable que el contenido sea sustituido por una indicación que documente la supresión, p. ej. "nombre suprimido por razones de privacidad" o "dato suprimido para proteger la especie de recolección; puede proporcionarse a investigadores bajo petición justificada" ([Chapman & Grafton 2008](#)).

La sensibilidad de un dato debe establecerse por expertos y estar basada en datos objetivos. En el caso de los proyectos de CC relacionados con la ocurrencia de especies lo habitual es que los datos aportados por los usuarios sean inmediatamente visibles por los participantes en el proyecto. Es el propio usuario quien puede disminuir la precisión de la localidad (y en ocasiones ocultarla), o los

administradores del proyecto, aunque en el caso de aquellos con mayor número de usuarios y de ámbitos geográficos amplios es difícil que esta restricción se lleve a cabo para especies cuya sensibilidad es de carácter regional (p.ej. Navarra) e incluso estatal.

Generalmente los filtros por sensibilidad se establecen por los proveedores de datos a repositorios, como GBIF, o por los responsables de los repositorios, como sucede con las bases de datos de biodiversidad de las que son responsables las administraciones. En este caso serán los administradores del repositorio, o el comité de expertos vinculado al repositorio, quienes determinen la sensibilidad de un dato concreto. Hay que tener en cuenta que un filtrado de datos exige un mantenimiento mayor y la existencia de un administrador activo que pueda proporcionarlos bajo petición justificada.

En algunos portales de CC se establecen restricciones al tipo de dato que puede aportarse; en iSpot no se admiten fotos de aves nidificando, de nidos activos o de murciélagos en sus dormitorios ([iSpot: terms of use](#)); en [iNaturalist](#) se difuminan las localidades de todos los taxa con un estatus UICN NT o de amenaza (VU, EN, CR) a nivel global.

9.2. Licencias de uso de los datos

Otra consideración en relación con la publicación de datos es la licencia de uso de los mismos. En [GBIF](#) los datos necesariamente han de acogerse a una de las siguientes licencias:

- [CC0](#): licencia de uso universal, sin ningún tipo de restricciones; el 50% de los datos de GBIF están bajo esta licencia, lo que garantiza su permanencia en el dominio público.
- [CC BY](#): se permite copiar, redistribuir o editar el material, pero siempre citando adecuadamente la fuente e indicando los cambios realizados. Es la licencia elegida por el 83% de los proveedores de datos
- [CC BY-NC](#): igual que en el caso anterior pero únicamente para uso no comercial.

Los datos de [Open Data Navarra](#) tienen una licencia [CC BY](#). Los datos abiertos (Open Data) son aquellos que la Administración produce, recoge o financia y que se hacen accesibles en formatos libres y abiertos con el objetivo principal de que sean reutilizados para generar nuevos productos o servicios. Su base legislativa es la [Directiva 2003/98/CE](#) sobre reutilización de información del sector público transpuesta a la [Ley 37/2007](#).

En el caso de que el Gobierno de Navarra desarrollara un repositorio de datos lo lógico es que se acogiera a este tipo de licencia, aunque si mostrara datos generados por terceros debería asegurarse de que esta licencia se ajusta a los términos de uso de dichos datos por motivos contractuales o de otro tipo. Si este fuera el caso, se podría introducir en los términos de uso de conjuntos de datos concretos sus condiciones específicas y eventualmente el requisito de contactar con el proveedor de datos, como establece la [National Biodiversity Network](#) en Reino Unido.

La publicación de datos puede ser a través de varios repositorios simultáneamente, para aumentar su visibilidad y las posibilidades de uso. Algunos proyectos de CC como [ornitho.eus](#) ofrecen sus datos en [Open Data Euskadi](#) y en [Open Data España](#), además de en [GBIF](#) y su propio portal.

10. PROPUESTAS DE ADAPTACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE LAS PLATAFORMAS DE CIENCIA CIUDADANA A NAVARRA

En los apartados precedentes se ha realizado el análisis de las diferentes plataformas y proyectos de CC existentes y se han explorado las posibles formas en las que la Administración Ambiental puede participar o colaborar.

A continuación se presentan siete propuestas que tienen en cuenta la situación de partida, con un escaso desarrollo de actividades de CC por parte de la Administración, ordenadas por su complejidad creciente.

La primera es la más sencilla y simplemente consiste en divulgar mediante páginas web la existencia de recursos y proyectos de CC (10.1), la segunda en el apoyo a proyectos de CC realizados por otras organizaciones y que tengan interés para la Administración Ambiental (10.2).

Las dos siguientes propuestas se dirigen al desarrollo de proyectos de CC y acciones formativas; se han separado por los relativos al ámbito de la Administración Ambiental (10.3) y al educativo (10.4), aunque es evidente que un mismo proyecto puede estar relacionado con ambos.

Se consideran actividades del ámbito educativo aquellas desarrolladas preferentemente en el marco de estudios reglados de la Enseñanza Primaria, Secundaria, de Bachillerato, Formación Profesional o Universitaria. En estos casos en el diseño de los proyectos deben tenerse en cuenta los aspectos pedagógicos de los mismos y su adecuación a los distintos niveles educativos. Además, puede ser útil colaborar con el Departamento de Educación u otras organizaciones académicas para desarrollar proyectos y actividades formativas replicables en distintos centros.

En el Anexo 3 se enumeran una serie de modelos de proyectos de CC que pueden llevarse a cabo en relación con las propuestas 10.3 y 10.4; para cada modelo se indica la plataforma que se puede emplear, variables ambientales objeto de estudio, actividades a desarrollar y objetivo de las mismas, cómo se participa, público objetivo, indicando los niveles educativos cuando se dirigen a la enseñanza reglada, competencias necesarias para participar, qué tipo de organización puede liderar el proyecto, cuándo y dónde se realizan las observaciones y un ejemplo de un proyecto similar al propuesto ya existente.

En relación a la posible implantación de una plataforma específica de ciencia ciudadana para datos de biodiversidad, Ornitho podría ser la más adecuada; como se ha explicado (7.1) ya está implantada en Cataluña y Euskadi. Sin embargo, para valorar la adopción de una plataforma de estas características habría que evaluar su coste económico y tener en cuenta los datos mostrados en la Tabla 6 que indican que con una plataforma sin coste para la administración de Navarra se consigue un número de observaciones de aves superior en ratio por habitante a la de Euskadi. Por este motivo, la propuesta sugiere solicitar información desde la Administración Ambiental del Gobierno de Navarra a la del Gobierno Vasco, por su mayor proximidad (10.5).

Las dos últimas propuestas están relacionadas con la puesta a disposición de la sociedad de los datos de biodiversidad generados por la Administración y sus organismos (10.6, 10.7). Esta es una tendencia general (apartados 3.4 y 7.3), justificada por su utilidad para contribuir a la conservación de la biodiversidad (apartado 7.4) y respaldada por diversas disposiciones legales (apartado 9). Además, no resulta coherente solicitar la colaboración de los ciudadanos en el registro de observaciones de biodiversidad si éstas no se unen al caudal del que la Administración es depositaria, y se hacen disponibles para la ciudadanía ambas fuentes, como sucede en las dos Comunidades Autónomas que parecen haber avanzado más en CC, Cataluña y Euskadi, donde los datos de Ornitho se suman a los que la propia Administración ya facilita.

De estas dos propuestas la más sencilla consiste en la publicación de datos de biodiversidad en GBIF y Open Data (10.6) aunque a medio plazo sería conveniente el desarrollo de un repositorio de datos de biodiversidad propio en Navarra (10.7).

Para cada una de las propuestas se indica su objetivo, las acciones que hay que llevar a cabo para conseguirlo, el plazo y el coste económico, expresados ambos de forma cualitativa, su visibilidad y el público al que se dirige. Las propuestas también se presentan de modo sintético en la Tabla 7.

10.1. Elaboración de páginas web con información sobre ciencia ciudadana

Objetivo: facilitar información sobre las posibilidades que existen de realizar proyectos de CC, con especial énfasis en las que se desarrollan en Navarra o territorios próximos.

Acciones

- a) Preparación del contenido: selección de enlaces, elaboración de textos e imágenes.
- b) Diseño de las páginas web.
- c) Publicación en la web corporativa del Gobierno de Navarra (ver apartado 7.2).

Plazo: corto

Coste económico: bajo.

Visibilidad: muy alta.

Diana: público en general.

10.2. Apoyo a proyectos realizados por otras organizaciones

Objetivo: apoyar los proyectos que desarrollen organizaciones en el ámbito de las competencias de la Administración Ambiental, entre ellas las desarrolladas en el ámbito educativo (10.3) por su interés divulgativo, de sensibilización y fomento de la participación en actividades relacionadas con la naturaleza y el medio ambiente.

Acciones

- a) Búsqueda de proyectos susceptibles de ser apoyados.
- b) Publicitar proyectos de CC adecuados por su temática en las páginas de CC del portal corporativo del Gobierno de Navarra (10.1).
- c) Colaboración mediante personal de la Administración o sus organismos (técnicos, guardas, etc.), o facilitando medios materiales (instalaciones, equipos u otro material).
- d) Convocatorias públicas para financiación de proyectos de CC en temas concretos.

Plazo: corto, medio.

Coste económico: bajo (a, c); variable (d).

Visibilidad: media, alta.

Diana: instituciones académicas, ONG, Administración Local, etc.

10.3. Desarrollo de proyectos de ciencia ciudadana y acciones formativas en el ámbito de la Administración Ambiental

Objetivo: en el ámbito de las competencias de la Administración Ambiental, identificar áreas en las que puede ser útil la información aportada por proyectos de CC o en cuyo desarrollo contribuya a la sensibilización de la sociedad o a impulsar procesos participativos.

Acciones

- a) Divulgar en las diferentes unidades funcionales el concepto de CC mostrando ejemplos de su uso en la Administración Ambiental; puede lograrse mediante la elaboración de páginas web (apartado 10.1) o el desarrollo de acciones formativas: charlas, talleres, demostraciones.
- b) Explorar qué necesidades de información existen con posibilidad de ser lograda mediante proyectos de CC (ver apartado 5); se pueden realizar encuestas mediante Google Forms.
- c) Identificar qué proyectos podría ser interesante realizar; considerar si el desarrollo puede ser realizado por la propia Administración Ambiental o en colaboración con otra organización con la que existan intereses convergentes. Planificar el proyecto y llevarlo a cabo (ver Anexo 1).

Plazo: corto, medio

Coste económico: a) bajo; b) ninguno directo; exige dedicación para elaborar la encuesta y sintetizar sus resultados; c) desconocido; desde nulo o bajo a medio, dependiendo del tipo de proyecto.

Visibilidad: media, si sólo se realiza la actividad exploratoria; al menos se consigue difundir la existencia de este tipo de proyectos; alta, si se desarrolla el proyecto.

Diana: personal de la Administración Ambiental y sus organismos; para la búsqueda de partenariados, personal de otras organizaciones.

10.4. Desarrollo de proyectos de ciencia ciudadana y de acciones formativas en educación

Para el desarrollo de las acciones que se enumeran en este apartado sería conveniente, y en algunos casos puede ser imprescindible, la colaboración con la Administración Educativa, con centros escolares concretos o con universidades.

Objetivo: extender las actividades de CC en el ámbito educativo desarrollando proyectos de CC integrables en el currículo y actividades de formación para el profesorado.

Acciones

- a) Identificar proyectos integrables en el currículo cuyo desarrollo pueda ser interesante tanto para la Administración Ambiental como para la Administración o centros Educativos.
- b) Establecer algún tipo de colaboración con el Departamento de Educación o con centros educativos para desarrollarlos.

Acciones a desarrollar por la Administración Educativa o Universidades

- Divulgar entre el profesorado el concepto de CC mostrando ejemplos de su uso en educación, posibilidades de integración en el currículo, diseñando de unidades didácticas basadas en CC y aprendizaje cooperativo (p. ej. aprendizaje basado en proyectos).
- Introducir el concepto de CC en el profesorado en formación (Grado de Magisterio, Máster de Profesorado de Enseñanza Secundaria), mostrando las herramientas existentes y sus posibilidades de uso en el aula.

Plazo: corto, medio.

Coste económico: variable, pero puede ser bajo.

Visibilidad: media, alta.

Diana: profesorado y alumnos de enseñanza primaria, secundaria, FP, Universidad.

10.5. Evaluar la posibilidad de implantar la plataforma Ornitho en Navarra

Objetivo: valorar el coste económico que tendría implantar la plataforma Ornitho en Navarra, conocer el proceso seguido en Euskadi para conocer si en Navarra se dan las condiciones para su implantación.

Acciones

- a) Solicitar información a los responsables del Gobierno Vasco para conocer su experiencia.
- b) Valorar los datos potencialmente obtenibles frente a los ya obtenidos por otras plataformas en Navarra.

Plazo: corto.

Coste económico: bajo.

Visibilidad: nula.

Diana: técnicos del Servicio de Innovación y Conocimiento en Sostenibilidad Territorial y Ambiental.

10.6. Publicación de datos de biodiversidad en GBIF y Open Data

Objetivo: facilitar el acceso a los datos sobre presencia de especies que genera la Administración Ambiental y sus organismos, tanto al público general, como a la propia Administración. De este modo se consigue demostrar la visibilidad y utilidad potencial de los datos procedentes de proyectos de CC al incorporarse a un caudal de datos públicos ya existentes.

Acciones

- a) Explorar qué unidades funcionales generan o almacenan este tipo de datos.
- b) Preparación de los datos para su publicación: adaptación de formatos a los admitidos por GBIF (GBIF.es presta ayuda técnica), difuminación de datos sensibles y publicación.

- c) Establecimiento de rutinas para que los datos propios que se van generando se publiquen periódicamente.
- d) En el caso de datos generados por terceros bajo contrato con el Gobierno de Navarra o sus organismos, establecer la compatibilidad de formatos. Cuando los datos sean generados por organizaciones que ya publican en GBIF (Universidades, Organismos Públicos de Investigación, algunas ONG) establecer que dichos conjuntos de datos sean publicados por ellas o en su defecto pasen a formar parte de los conjuntos de datos publicados por el Gobierno de Navarra
- e) Incorporación del interfaz de consulta de datos de GBIF en el portal institucional del Gobierno de Navarra, con filtros por conjuntos de datos y territorio (GBIF.es presta ayuda técnica).

Plazo: medio.

Coste económico: bajo, aunque exige dedicación; e) desconocido.

Visibilidad: muy alta, en el ámbito académico y técnico.

Diana: personal de la Administración Ambiental y sus organismos.

10.7. Desarrollo de un repositorio de datos de biodiversidad

Objetivo: hacer accesibles los datos disponibles sobre presencia de especies para su utilización tanto por parte de la Administración como por técnicos, investigadores, educadores y ciudadanos con interés en la naturaleza.

Acciones

- a) Solicitar información y/o visitar a responsables del Gobierno Vasco para conocer su experiencia con el Sistema de Información Ambiental de Euskadi.
- b) Evaluar si es posible recuperar la IDBD del Gobierno de Navarra y a partir de esa estructura construir el repositorio.

Plazo: medio, largo.

Coste económico: desconocido.

Visibilidad: muy alta.

Diana: público en general, profesionales relacionados con el Medio Ambiente dentro y fuera de la Administración.

Tabla 7. Propuestas de una adaptación e implementación de las plataformas de ciencia ciudadana a Navarra

Propuesta	Acciones	Plazo	Coste	Visibilidad	Diana
Elaboración de páginas web con información sobre CC	a) Preparación del contenido. b) Diseño de las páginas web. c) Publicación en la web institucional del Gobierno de Navarra.	Corto	Bajo	Muy alta	Público en general
Apoyo a proyectos de CC realizados por otras organizaciones	a) Búsqueda de proyectos susceptibles de ser apoyados. b) Publicitar proyectos en el portal institucional del Gobierno de Navarra. c) Colaboración con personal, medios materiales o financiación. d) Convocatorias públicas para el desarrollo de proyectos.	Corto, medio	Bajo (a, c) Variable (d)	Media Alta	Instituciones académicas, ONG, Administración Local, etc.
Desarrollo de proyectos de CC y acciones formativas en el ámbito de la Administración Ambiental	a) Divulgar el concepto de CC en la Administración Ambiental: charlas, talleres. b) Explorar necesidades de información susceptible de lograrse con proyectos de CC. c) Identificar proyectos de CC de interés; considerar la colaboración con otras organizaciones. Planificar el proyecto y llevarlo a cabo.	Corto, medio	Bajo (a); Bajo ¹ (b); variable (c)	Media Alta	Personal Admón. Ambiental; otras organizaciones para partenariado
Desarrollo de proyectos de CC y acciones formativas en el ámbito de la educación	a) Identificar proyectos de CC integrables en el currículo e interesantes para la Administración Ambiental. b) Establecer algún tipo de colaboración con el Departamento de Educación, centros educativos o universidades para desarrollar proyectos. <u>Acciones a desarrollar por la Administración Educativa o Universidades:</u> - Formación del profesorado en CC: uso, integración en el currículo, diseño de unidades didácticas basadas en CC y aprendizaje cooperativo. - Introducir el concepto de CC en el profesorado en formación.	Corto, medio	Variable, pero puede ser bajo	Media Alta	Profesorado ejerciente y en formación, alumnos de distintos niveles educativos
Evaluar la posibilidad de implantar la plataforma Ornitho en Navarra	a) Solicitar información a responsables del Gobierno Vasco para conocer su experiencia. b) Valorar los datos potencialmente obtenibles frente a los ya obtenidos con otras plataformas en Navarra.	Corto	Bajo	Nula	Técnicos de la Administración Ambiental
Publicación de datos de biodiversidad en GBIF y Open Data	a) Explorar qué unidades funcionales disponen de este tipo de datos y tomar medidas para su publicación. b) Preparación de los datos para su publicación (adaptación de formatos, difuminación datos sensibles), y publicación. c) Establecimiento de rutinas para publicación periódica de datos propios. d) Establecimiento de procedimientos para publicación de datos de terceros generados bajo contrato con el Gobierno de Navarra o sus organismos. e) Incorporación del interfaz de consulta de datos de GBIF en el portal institucional del Gobierno de Navarra.	Medio	Bajo ¹ (a-d); desconocido (e)	Muy alta	Personal Admón. Ambiental
Desarrollo de un repositorio de datos de biodiversidad	a) Solicitar información y/o visitar a responsables del Gobierno Vasco para conocer su experiencia con el Sistema de Información Ambiental de Euskadi. b) Evaluar la posibilidad de recuperar la IDBD del Gobierno de Navarra y a partir de esa estructura construir el repositorio.	Medio, largo	Desconocido	Muy alta	Público en general, profesionales relacionados con el Medio Ambiente

¹El coste es bajo pero exige dedicación por parte de personal de la Administración Ambiental

11. BIBLIOGRAFÍA

- Aizpuru I, Aseguinolaza C, Catalán P, Uribe-Echebarría P.M. 1993. Catálogo florístico de Navarra. Informe técnico. Departamento de Medio Ambiente, Gobierno de Navarra. Pamplona.
- Aanensen DM, Huntley DM, Feil EJ, al-Own F, Spratt BG. 2009. EpiCollect: linking smartphones to web applications for epidemiology, ecology and community data collection. PLOS ONE 4(9) e6968.
<http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0006968>
- Alonso-Pastor F. 2011a. ¿Por qué y para qué IDEs? II Taller GBIF sobre el acceso a la información geográfica a través de estándares: las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE). GBIF.es. Madrid.
http://www.gbif.es/ficheros/TallerIDE/02_Taller_IDEPorqueCrearIDEs.pdf
- Alonso-Pastor F. 2011b. Red IDE sobre biodiversidad. II Taller GBIF sobre el acceso a la información geográfica a través de estándares: las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE). GBIF.es. Madrid.
http://www.gbif.es/ficheros/TallerIDE2011/17_Taller_IDERed.pdf
- Alonso-Pastor F, Cabello M. 2011. Biodiversity Data Infrastructure. IDBD: a shared experience. INSPIRE Conference 2011. Edinburgh.
http://inspire.ec.europa.eu/events/conferences/inspire_2011/presentations/188.pdf
- Ariño, AH, Santamaría JM & col. 2016. LIFE+RESPIRA sensores errantes. TECNIAIRE. 25/2/2016. Madrid.
http://tecnaire-cm.org/wp-content/uploads/2016/03/RESPIRA_20160225_SensoresB_white-.pdf
- Arizaga, J. 2015. Ornitho.eus. II Jornadas de Naturaleza y Ciencia ciudadana. 18-19/11/2015. Vitoria-Gasteiz.
<https://www.youtube.com/watch?v=Tzj73Qaj5pw>
- Arizaga, J. 2016. Plataforma www.ornitho.eus. Balance del año 2016. Informe inédito. Sociedad de Ciencias Aranzadi. http://files.biolo vision.net/www.ornitho.eus/pdf/files/news/Informe_Ornitho2016ES-8695.pdf
- Bela, G. & col. 2016. Learning and the transformative potential of citizen science. Conservation Biology 30, 990–999. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/cobi.12762/full>
- BOE. 2013. Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. Boletín Oficial del Estado 106.
<https://boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2006-7899>
- BOE. 2013. Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa. Boletín Oficial del Estado 295. <http://www.boe.es/boe/dias/2013/12/10/pdfs/BOE-A-2013-12886.pdf>
- BON. 2014. Decreto Foral 60/2014, de 5 de septiembre, por el que se establece el currículo de las enseñanzas de Educación primaria en la Comunidad Foral de Navarra. Boletín Oficial de Navarra 174: 2-181.
http://www.navarra.es/home_es/Actualidad/BON/Boletines/2014/174/Anuncio-0/
- BON. 2015a. Decreto Foral 24/2015, de 22 de abril, por el que se establece el currículo de las enseñanzas de Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Foral de Navarra. Boletín Oficial de Navarra 127.
http://www.navarra.es/home_es/Actualidad/BON/Boletines/2015/127/Anuncio-0/
- BON. 2015b. Decreto Foral 25/2015, de 22 de abril, del Gobierno de Navarra, por el que se establece el currículo de las enseñanzas del Bachillerato en la Comunidad Foral de Navarra.
http://www.navarra.es/home_es/Actualidad/BON/Boletines/2015/127/Anuncio-1/
- Bonney R, Ballard H, Jordan R, McCallie E, Phillips T, Shirk J, Wilderman CC. 2009a. Public participation in scientific research: defining the field and assessing its potential for informal science education. Center for Advancement of Informal Science Education. CAISE Inquiry Group Report. <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED519688.pdf>
- Bonney R, Cooper CB, Dickinson J, Kelling S, Phillips T, Rosenberg KV, Shirk J. 2009b. Citizen science: a developing tool for expanding science knowledge and scientific literacy. BioScience 59, 977-984.
https://www.researchgate.net/publication/232687546_Citizen_Science_A_Developing_Tool_for_Expanding_Science_Knowledge_and_Scientific_Literacy
- CBD. 2010. Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020 y las Metas de Aichi. Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. <https://www.cbd.int/doc/strategic-plan/2011-2020/Aichi-Targets-ES.pdf>
- Chandler M, Rullman S, Cousins J, Esmail N, Begin E, Venicx G, Eisenberg C, Studer M. 2016a. Contributions to publications and management plans from 7 years of citizen science: use of a novel evaluation tool on Earthwatch- supported projects. Biological Conservation in press.
https://www.researchgate.net/profile/Jenny_Cousins/publication/309003877_Contributions_to_publications_and_management_plans_from_7years_of_citizen_science_Use_of_a_novel_evaluation_tool_on_Earthwatch-supported_projects/links/580dc4d908aea1064c66c7af.pdf
- Chandler M, See S, Copas K, Bonde AMZ, Claramunt López B, Danielsen F, Legind JK, Masinde S, Miller-Rushing AJ, Newman G, Rosemartin A, Turak E. 2016b. Contribution of citizen science towards international biodiversity monitoring. Biological Conservation in press.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2016.09.004>
- Chapman AD. 2005. Principles and methods of data cleaning primary species and species-occurrence data, version 1.0. Report for the Global Biodiversity Information Facility, Copenhagen. Available online at <http://www.gbif.org/resource/80528>.

- Chapman AD, Grafton O. 2008. Guide to best practices for generalising primary species-occurrence data, v. 1.0. Copenhagen: GBIF. <http://www.gbif.org/resource/80512>.
- Clarmunt B. 2016. Guía de uso de Natusfera. Jornada de presentación Real Jardín Botánico de Madrid-CSIC. 23/6/2016. <https://www.youtube.com/watch?v=q0FRw4gDkss>
- Deán J.I. & G. Deán. 2015. Resultados del seguimiento a largo plazo de la población invernante de milano real en Navarra (España) como un ejemplo de colaboración entre la sociedad civil y las administraciones públicas en la protección de una especie amenazada. En: De la Puente, J. & De la Torre, V. (Eds.). Libro de resúmenes del II Congreso Internacional de Milano Real: 51-52. Ed. Grupo Ornitológico SEO-Monticola y Fondo de Amigos del Buitre. Binaced (Huesca). https://issuu.com/f.a.b./docs/redkitesymposium2015_libro-resumene
- eBird. 2017. eBird Basic Dataset. Version: EBD_relFeb-2017. Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, New York. Feb 2017.
- Echeverría A. 2016. La biodiversidad en el currículo de educación secundaria: nuevas herramientas colaborativas abiertas para la captura de datos. Trabajo Fin de Máster. Universidad Pública de Navarra. <https://academica-e.unavarra.es/handle/2454/21517>
- Echeverría A, González EM, Peralta J. 2016. La biodiversidad e el currículo de educación secundaria: iNaturalist una herramienta TIC para la captura de datos. XI Coloquio Internacional de Botánica Pirenaico-Cantábrica. 4-6/7/2016. Oiategi (Navarra) http://www.aranzadi.eus/fileadmin/webs/ColoquioFloraCantabroPirenaica/docs/P6_4.pdf
- Geijzendorffer IR, Regan EC, Pereira HM, Brotons L, Brummitt N, Gavish Y, Haase P, Martin CS, Mihoub JB, Secades C, Schmeller DS, Stoll S, Wetzel FT, Walters M. 2016. Bridging the gap between biodiversity data and policy reporting needs: a Essential Biodiversity Variables perspective. *Journal of Applied Ecology* 53,1341-350. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1365-2664.12417/epdf>
- Geoghegan H, Dyke A, Pateman R, West S, Everett G. 2016. Understanding motivations for citizen science. Final report on behalf of UKEOF, University of Reading, Stockholm Environment Institute (University of York) and University of the West of England. <http://www.ukeof.org.uk/resources/citizen-science-resources/MotivationsforCSREPORTFINALMay2016.pdf>
- Henderson S. 2012. Citizen science comes of age. *Frontiers in Ecology and the Environment* 10, 283. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1890/1540-9295-10.6.283/full>
- Hernando Calvo 2015. Viaje a la escuela del siglo XXI. Así trabajan los colegios más innovadores del mundo. Fundación Telefónica. http://www.fundaciontelefonica.com/educacion_innovacion/viaje-escuela-siglo-21/
- Iturribarria, M. 2015a. Aportaciones de voluntarios y asociaciones al Sistema de Información de la Naturaleza del País Vasco. <https://www.youtube.com/watch?v=ZdoRodMEh-4>
<https://issuu.com/inqurumena/docs/p11-sistemainformacionnaturalezaeus>
- Iturribarria, M. 2015b. Taller: Sistema de Información de la Naturaleza de Euskadi. <https://www.youtube.com/watch?v=4zL28tRzI9Y>
<https://issuu.com/inqurumena/docs/sistemainformacionnaturalezaeuskadi>
- Johnson, DW, Johnson RT, Holubee EJ. 1999. El aprendizaje cooperativo en el aula. Editorial Paidós, SAICF. Buenos Aires.
- Jordan, RC, Ballard HL, Phillips TB. 2012. Key issues and new approaches for evaluating citizen-science learning outcomes. *Frontiers in Ecology and the Environment* 10, 307-309. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1890/110280/full>
- King C, Dordel J, Krzic M, Simard SW. 2014. Integrating a mobile-based gaming application into a postsecondary forest ecology course. *Natural Sci. Edu* 43, 1173-125. <https://dl.sciencesocieties.org/publications/nse/pdfs/43/1/117>
- Martínez de la Riva, S. 2016. Uso y manejo del Portal de datos de biodiversidad de GBIF España y su integración en webs corporativas. Taller GBIF.es. http://www.gbif.es/videos/video_detalle.php?IDVideo=387
- McKinley, D & col. 2015. Investing in citizen science can improve natural resource management and environmental protection. *Issues in Ecology* 19. Ecological Society of America. <http://www.esa.org/esa/wp-content/uploads/2015/09/Issue19>
- Miller-Rushing A, Primack R & Bonney R. 2012. The history of public participation in ecological research. *Frontiers in Ecology and the Environment* 10, 285-290. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1890/110278/epdf>
- Morcillo JG, López García M, Angosto I, del Toro R. 2014. Trabajo de campo con wiki y móviles: el caso de las nubes. *Enseñanza de las ciencias de la tierra* 22, 267-273. <http://www.raco.cat/index.php/ECT/article/view/298945/388218>
- National Research Council 2000. How People Learn. Brain, Mind, Experience and School. National Academy Press, Washington DC.

- Pando F. 2015. Natusfera, una implementación de iNaturalist para nuestro entorno. II Jornadas de Naturaleza y Ciencia ciudadana. 18-19/11/2015. Vitoria-Gasteiz.
https://issuu.com/ingurumena/docs/p02-natusfera_vitoria
<https://www.youtube.com/watch?v=y1hRWkyUZjg>
- Perelló, J. 2014. Ciencia Ciudadana: conocimiento al poder. Dossier Do it your self. Centre de Cultura Contemporània de Barcelona. <http://lab.cccb.org/es/ciencia-ciudadana-conocimiento-al-poder/>
- Perelló J. 2016 Barcelona Citizen Science Office-Oficina de Ciència Ciutadana de Barcelona. Octavas Jornadas sobre Información de Biodiversidad y Administraciones Ambientales. GBIF.es. Barcelona.
http://www.gbif.es/ficheros/Jornadas2016/JosepPerello_Observatori.pdf
- Piera, J, Claramunt B & Villaverde C. 2016. Observatorios ciudadanos para la monitorización de la Biodiversidad: estado actual y retos del futuro. Octavas Jornadas sobre Información de Biodiversidad y Administraciones Ambientales. GBIF.es. Barcelona.
http://www.gbif.es/ficheros/Jornadas2016/JaumePiera_ECSA.pdf
- Prat N, Fortuño P, Verkaik I, Rieradevall M. 2016. Riu.net 'The Book' para consultar los contenidos de la APP y poder hacer una evaluación sin el uso del móvil. Freshwater Ecology and Management Research Group. Universitat de Barcelona. http://www.ub.edu/fem/docs/Riunet/RIU.net%20the%20book_ESP.pdf
- Proença V, Martin LJ, Pereira HM, Fernandez M, McRae L, Belnap J, Böhm M, Brummitt N, García-Moreno J, Gregory RD, Honrado JP, Jürgens N, Opige M, Schmeller DS, Tiago P, van Swaay CAM. 2016. Global biodiversity monitoring: from data sources to Essential Biodiversity Variables, Biological Conservation
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006320716302786>
- Remsen D, K Braak, M Döring, T Robertson. 2010. Darwin Core Archives - How-to Guide, v. 1. Global Biodiversity Information Facility, Copenhagen. http://links.gbif.org/gbif_dwc-a_how_to_guide_en_v1
- Ruiz-Mallén I, Riboli-Sasco L, Ribraut C, Heras M, Laguna D, Perié L. 2016. Citizen Science: toward transformative learning. Science Communication 38, 523-534.
<http://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/1075547016642241>
- Runnel V, Wetzel F, Groom Q, Koch W, Pe'er I, Valland N, Panteri E, Kõljalg U. 2016 Summary report and strategy recommendations for EU citizen science gateway for biodiversity data. Research Ideas and Outcomes 2, e11563. <http://riojournal.com/articles.php?id=11563>
- Santamaría JM. 2016. LifeWatch-ERIC Una Infraestructura Virtual Europea para la Investigación de la Biodiversidad y los Ecosistemas. Octavas Jornadas sobre Información de Biodiversidad y Administraciones Ambientales. GBIF.es. Barcelona. http://www.gbif.es/ficheros/Jornadas2016/JesusMiguel_LIFEWATCH.pdf
- Science Communication Unit, University of the West of England, Bristol. 2013. Science for environment policy in-depth report: environmental citizen science. European Commission DG Environment.
<http://ec.europa.eu/science-environment-policy>
- Schmeller DS, Henry PY, Julliard R, Gruber B, Clobert J, Dziöck F, Lengyel S, Nowicki P, Déri E, Budrys E, Kull T, Tali K, Bauch B, Settele J, Van Swaay C, Kobler A, Babij V, Papastergiadou E, Henle K. 2009. Advantages of volunteer-based biodiversity monitoring in Europe. Conservation Biology 23, 307-316.
https://www.academia.edu/12343840/Advantages_of_volunteer-based_biodiversity_monitoring_in_Europe
- Shah HR, Martinez LR. 2016. Current approaches in implementing citizen science in the classroom. Journal of Microbiology & Biology Education 17: 17-22.
https://www.researchgate.net/publication/298802213_Current_Approaches_in_Implementing_Citizen_Science_in_the_Classroom
- Silvertown J. 2009. A new dawn for citizen science. Trends in ecology & evolution 24, 467-71.
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S016953470900175X>.
- Tela Botanica. 2009. Observons la nature. Des réseaux et des sciences pour préserver la biodiversité. Ed. Tela Botanica. http://www.tela-botanica.org/wikini/colloquesb/documents/livret_vf.pdf
- Theobald, EJ, Ettinger AK, Burgess HK, DeBey LB, Schmidt NR, Froehlich HE, Wagner C, HilleRisLambers J, Tewksbury J, Harsch MA, Parrish JK. 2015. Global change and local solutions: Tapping the unrealized potential of citizen science for biodiversity research. Biological Conservation 181, 236-244.
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006320714004029>
- Theobald, EJ, Ettinger AK, Burgess HK, DeBey LB, Schmidt NR, Froehlich HE, Wagner C, HilleRisLambers J, Tewksbury J, Harsch MA, Parrish JK. 2014. Web-based biodiversity citizen science database (assembled 2012).
<https://doi.pangaea.de/10.1594/PANGAEA.840682>
- Tweddle JC, Robinson LD, Pocock MJO, Roy HE. 2012. Guide to citizen science: developing, implementing and evaluating citizen science to study biodiversity and the environment in the UK. Natural History Museum and NERC Centre for Ecology & Hydrology for UK-EOF. <http://www.nhm.ac.uk/content/dam/nhmwww/take-part/Citizenscience/citizen-science-guide.pdf>
<http://www.nhm.ac.uk/content/dam/nhmwww/take-part/Citizenscience/citizen-science-guide.pdf>
- Wetzel FT, Saarenmaa H, Regan E, Martin CS, Mergen P, Smirnova L, Tuama ÉÓ, García Camacho FA, Hoffmann A, Vohland K, Häuser CL. 2015. The roles and contributions of Biodiversity Observation Networks (BONs) in better

- tracking progress to 2020 biodiversity targets: a European case study. *Biodiversity* 49, 137-149.
<http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/14888386.2015.1075902>
- Wiggins A, Newman G, Stevenson RD, Crowston K. 2011. Mechanisms for data quality and validation in citizen science. In Proceedings of the 2011 IEEE Seventh International Conference on e-Science Workshops (ESCIENCEW '11). IEEE Computer Society, Washington, DC, USA, 14-19.
<https://crowston.syr.edu/sites/crowston.syr.edu/files/PID2090593.pdf>
- Wiggins A, Yurong He. 2016. Community-based data validation practices in citizen science. In Proceedings of the 19th ACM Conference on Computer-Supported Cooperative Work & Social Computing (CSCW '16). ACM, New York, NY, USA, 1548-1559.
<http://drum.lib.umd.edu/handle/1903/17441>
- Wood C, Sullivan B, Iliff M, Fink D, Kelling S. 2011. eBird: engaging birders in science and conservation. *PLOS Biology* 9(12), e1001220.
<http://journals.plos.org/plosbiology/article?id=10.1371/journal.pbio.1001220>
- Zoellick B, Nelson SJ, Schauffler M. 2012. Participatory science and education: bringing both views into focus. *Frontiers in Ecology and the Environment* 10, 310-313.
<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1890/110277/full>

Anexo 1. Componentes de un proyecto de ciencia ciudadana

Un proyecto es una actividad de CC, desde proyectos colaborativos puntuales a seguimientos ambientales a largo plazo. La primera pregunta que se debe plantear antes de desarrollar un proyecto de CC es si es adecuado para los objetivos que se persigue; si finalmente se considera que es una aproximación apropiada a las necesidades y objetivos perseguidos se han de tener en cuenta los aspectos que se explican a continuación, que se tratan con más detalle por [Bonney & col. \(2009b\)](#), [Tweddle & col. \(2012\)](#) y en los sitios web enumerados en el Anexo 2.

La mayor parte de los proyectos de CC son contributivos, están diseñados por científicos o técnicos y los participantes se limitan a capturar datos; en los proyectos colaborativos los participantes además participan en otras actividades, como analizar datos o plantear preguntas, mientras que en los proyectos co-creados forman parte del equipo organizador tanto científicos o técnicos como participantes interesados en una cuestión que les afecta ([Bonney & col. 2009b](#), [Tweddle & col. 2012](#)).

Objetivo

El objetivo de un proyecto de CC es dar respuesta a una pregunta planteada; en su planteamiento hay que tener en cuenta la formación que deben tener los participantes. La pregunta puede ser conocer el número de invernantes de un ave ([censo milano real](#)), presencia de especies exóticas invasoras en un territorio ([Exocat](#)), o el registro de observaciones de especies para conocer su distribución ([ornitho.cat](#), [ornitho.eus](#)). También puede tener fines educativos, para introducir a los alumnos en una actividad de CC, siendo secundaria la obtención de datos ([Proyecto Basaula](#)). Si existen proyectos de CC convergentes con los objetivos perseguidos puede ser más útil unirse a ellos que diseñar uno nuevo.

Hay que tener en cuenta que el proyecto debe ser beneficioso tanto en relación con el objetivo de obtención de datos como con el de que los participantes tengan una experiencia satisfactoria y enriquecedora.

Ámbito geográfico y temporal

Aunque hay proyectos de carácter global y atemporal, como los portales de ocurrencia de especies (iNaturalist, Natusfera, etc.), los proyectos de CC generalmente tienen un ámbito geográfico y temporal concreto. La ventaja frente a otro tipo de aproximaciones científicas más tradicionales es la capacidad de abarcar territorios muy amplios y grandes lapsos de tiempo, si el número de participantes es elevado.

Equipo organizador

El equipo organizador puede ser muy reducido, desde una sola persona interesada en una cuestión, a un grupo formado por técnicos o científicos cuyo objetivo es obtener resultados científicos, más educadores interesados en los resultados pedagógicos, e informáticos que se ocupan de los aspectos técnicos de la captura de datos y su visualización. Es también conveniente que haya alguien encargado de la evaluación del proyecto, antes y después de su inicio. Los equipos pueden estar formados por miembros de organizaciones distintas, gubernamentales, ONG o académicas, que comparten objetivos.

Participantes

Son la base de los proyectos de CC; la dificultad de conseguir su participación varía dependiendo del tipo de proyecto y su audiencia. Los voluntarios suelen estar motivados por su interés en un aspecto concreto de la naturaleza y valoran la posibilidad de contribuir a proyectos ligados a una comunidad y/o un lugar, y de interactuar con otros interesados en el mismo tema. Dependiendo del objetivo del proyecto los participantes pueden ser público en general o pertenecer a colectivos concretos como alumnos de colegios o institutos; en estos casos puede resultar conveniente trabajar de forma cooperativa con los responsables educativos, de modo que puedan adaptar los proyectos al currículo y de este modo integrarlo en sus clases.

Protocolos de adquisición de datos

Para que los datos de un proyecto de CC sean fiables debe haber un protocolo de adquisición de datos explícito en el que se tenga en cuenta cómo debe ser la entrada de datos: formularios en una web, en una aplicación móvil, hojas de cálculo, etc. También puede ser conveniente elaborar material de apoyo, desde instrucciones para recoger los datos y codificarlos a descripciones de las variables objetivo: guías de especies, escalas de abundancia, etc. Los protocolos deben ser atractivos, poco complicados e interesantes, para atraer a los participantes, y antes de lanzar el proyecto resulta útil hacer pruebas piloto.

Formación

En algunos casos los proyectos incluyen talleres para enseñar la metodología del muestreo, carga de datos, conocimiento de la variable a muestrear, p.ej. identificación de especies. Se puede emplear Internet para proporcionar recursos como vídeos o guías.

Validación de datos

Para que los datos sean útiles debe garantizarse su calidad. Para ello puede establecerse un comité de expertos para que revise al menos aquellos datos referidos a las especies más raras o que destaquen por su extemporeidad o localización. También puede colaborar la comunidad de participantes de un proyecto en el proceso de validación.

Publicación de datos y divulgación de los resultados

En la mayor parte de los proyectos de CC los datos se muestran inmediatamente sobre un mapa donde se refleja el punto de la observación y la información asociada, como la identificación de una especie y una fotografía. Los datos generalmente son abiertos y descargables, con licencias [Creative Commons](#), y en el caso de las ocurrencias de especies con frecuencia se publican en GBIF. Para el caso de otras variables es conveniente divulgar los resultados obtenidos y las publicaciones donde se han recogido, para que los participantes perciban el interés de su contribución.

Evaluación de los resultados

Se debe evaluar si los objetivos científicos y educativos perseguidos se han obtenido, de modo que en futuros proyectos se mantenga aquellos aspectos que han contribuido a su consecución y se corrijan los que la han limitado. Pueden utilizarse métricas para evaluar el impacto científico (número de registros obtenidos, publicaciones realizadas, nivel de las mismas, etc.) y el educativo (número de participantes o de visitas al sitio web, conceptos adquiridos, satisfacción personal, etc.).

Financiación

Aunque las actividades de CC tienen carácter altruista, generalmente tanto los proyectos como los portales de CC necesitan financiación para su puesta en marcha, asegurar cierta dedicación del equipo organizador, desarrollar actividades de formación, preparar material divulgativo, mantener las bases de datos, etc.

No obstante, parte de estos gastos se pueden cubrir indirectamente si los miembros del equipo que lidera el proyecto pertenecen a organizaciones que permiten cierta dedicación a este tipo de actividades. Otros gastos ligados al uso de equipos, ocupación de aulas, etc., también pueden cubrirse si se consigue su cesión por parte de organizaciones.

Además, la infraestructura desarrollada para un proyecto puede ser aprovechada para otros, modificándola de acuerdo con los nuevos objetivos.

Anexo 2. Recursos sobre ciencia ciudadana, programas y proyectos

Buscadores de proyectos de ciencia ciudadana

Bcnlab, Oficina de Ciència Ciutadana, Ayuntamiento de Barcelona	http://www.barcelonalab.cat/ca/projectes/cciuadana/
CINDA, Instituto Interuniversitario del Sistema Tierra en Andalucía, Universidad de Granada	http://www.cinda.science/portfolio/seguimiento-de-las-lagunas-de-alta-montana-de-sierra-nevada/
Citizen Science Data Entry Portals, Scotland's environment	http://www.environment.scotland.gov.uk/get-involved/citizen-science-data-entry-portals/
Citizen Science for Environmental Protection, US Environmental Protection Agency	https://www.epa.gov/citizen-science
Citizen Science, New South Wales Government, Australia	http://www.environment.nsw.gov.au/research-and-publications/your-research/citizen-science
Citizen science, Scientific American	https://www.scientificamerican.com/citizen-science/
Medialab-Prado, Ayuntamiento de Madrid	http://medialab-prado.es/article/que_es
Observatorio de la Ciencia Ciudadana en España, Fundación Ibercivis	http://ciencia-ciudadana.es/
Open Air Laboratories (OPAL) network, Imperial College London	https://www.opalexplornature.org/surveys
Programas de Ciencia Ciudadana, Centro de Estudios Ambientales del Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz	http://www.vitoria-gasteiz.org/we001/was/we001Action.do?aplicacion=wb021&tabla=contenido&idioma=es&uid=u25e08f9d_14a56aaea69__7f88&alias
Scistarter, USA	https://scistarter.com/

Guías y recursos para desarrollar proyectos de ciencia ciudadana

Citizen Science Association	http://citizenscience.org/
Citizen Science for Environmental Protection	https://www.epa.gov/citizen-science
Citizen Science Today	http://www.citizensciencetoday.org/
Citizen Science Toolkit, The Cornell Lab of Ornithology	http://www.birds.cornell.edu/citscitoolkit/toolkit
Citizen Science, Biological Records Centre (BRC)	http://www.brc.ac.uk/theme/citizen-science
Citizen Science, New South Wales Government, Australia	http://www.environment.nsw.gov.au/research-and-publications/your-research/citizen-science
Digital Earth Lab, EU Science Hub	http://digitalearthlab.jrc.ec.europa.eu/implications-citizen-science-eu-policy-making/57707
Environmental Observation Framework	http://www.ukeof.org.uk/resources/citizen-science-resources/guide-to-citizen-science-form
European Citizen Science Association	http://ecsa.citizen-science.net/documents
How to: Step by Step, Toolkit, Citizenscience.gov, USA	https://www.citizenscience.gov/
iNaturalist Bioblitz's Guide	https://www.inaturalist.org/pages/bioblitz+guide
Natusfera Guía sobre Bioblitz	http://natusfera.gbif.es/pages/bioblitz+guide
Resource library, Toolkit, Citizenscience.gov	https://crowdsourcing-toolkit.sites.usa.gov/resource-library/
Voluntariado ambiental en CC.AA	http://www.mapama.gob.es/es/ceneam/recursos/pag-web/programas-planes/voluntariado.aspx

Recursos educativos

Audubon, A Toolkit for Engaging People in Conservation	http://web4.audubon.org/educate/toolkit/toolkit.php
Big Garden Birdwatch, Royal Society for the Protection of Birds	http://www.rspb.org.uk/get-involved/activities/birdwatch/how.aspx
Big Schools' Birdwatch, Royal Society for the Protection of Birds	https://ww2.rspb.org.uk/kids-and-schools/kids-at-school/schools-birdwatch/
Erasmus + eTwinning	http://www.erasmusplus.gob.es/
iNaturalist Teacher's Guide	https://www.etwinning.net/
Learning – resources and activities for all ages, Natusfera Guía para profesores	https://www.inaturalist.org/pages/teacher's+guide
OPAL for schools	https://www.opalexplornature.org/learning
OPAL learning resources all ages	http://natusfera.gbif.es/pages/teacher+guide
Project Globe	https://www.opalexplornature.org/schools
Zientzia Azoka	https://www.opalexplornature.org/learning
	https://www.globe.gov/about/overview
	http://zientzia-azoka.elhuyar.eus/

Actividades de ciencia ciudadana y voluntariado ambiental en Navarra

Amigos de los árboles viejos	http://www.arbolesviejos.org/
Censo milano real 2017, Gorosti	https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfqOSg3pe8hoMsYnO7XU95odWqhnISyjVjZVz6ws9znCGJXnw/viewform?c=0&w=1
Curso eBird, Gorosti	https://sites.google.com/site/scngorosti/Home/secciones/seccion-de-zoologia/ornitologia/ebird/el-blog-de-la-plataforma-ebird/tallerobservaciondeavesyaplicacionebird
Guía visual de la biodiversidad de Navarra, Gorosti	http://www.guiavisual-gorosti.org/galeria/index.php
LIFE+Respira, Universidad de Navarra, GAN-NIK, Ciemat	http://www.liferespira.eu/es/bicivoluntariado.html
LINDUS, Auritz/Burquete, GAN, LPO Aquitaine	http://www.lindus.eu/es/lindus/20/participar.html
LINDUS-2, SEO BirdLife	http://www.seo.org/voluntariado-proyecto-cooperacion-lindus-2/
Observación de la mariposa del año, Ayuntamiento de Aranguren	http://www.aranguren.es/microrreserva-de-la-mariposa-graellsia/
Proyecto Basaula, UPNA	http://www.inaturalist.org/projects/proyecto-basaula
Urracas urbanas de Pamplona, Universidad de Navarra	http://www.unav.es/urracas/
Voluntariado ambiental, Ayuntamiento de Pamplona	http://www.pamplona.es/verPagina.asp?idPag=1921&idioma=1
Voluntariado ambiental, Gobierno de Navarra	http://www.navarra.es/home_es/Temas/Medio+Ambiente/Actua/Voluntariado+ambiental.htm
Voluntarios ambientales, Universidad de Navarra	http://www.unav.edu/evento/voluntarios-ambientales/realizadas
Zerynthia: seguimiento mariposas nocturnas Valle de Aranguren	http://natusfera.gbif.es/projects/seguimiento-de-mariposas-nocturnas-en-el-valle-de-aranguren-navarra

Listado de programas y proyectos de ciencia ciudadana citados en el texto

Org: organización, GOB: Administración, ACA: institución académica o de investigación, ONG: organización no gubernamental

Portal	Variable	Org	Dirección Internet
Invasores red P Nacionales	especies, invasoras	GOB	http://natusfera.gbif.es/projects/en-la-red-de-parques-nacionales
#FenoDato	fenología	ACA	http://www.fenodato.net/que-es-fenodato/
Actias isabellae	especies, mariposas	ONG	http://www.navarra.es/home_es/Temas/Medio+Ambiente/Actua/Voluntariado+ambiental.htm
Artportalen	especies	GOB	https://www.artportalen.se/Home/About
Asociación Zerynthia	especies, mariposas	ONG	http://www.asociacion-zerynthia.org/investigacion/ciencia_ciudadana/index.html
Big Garden Birdwatch	especies, aves	ONG	http://www.rspb.org.uk/get-involved/activities/birdwatch/how.aspx
Big Schools' Birdwatch	especies	ONG	https://ww2.rspb.org.uk/kids-and-schools/kids-at-school/schools-birdwatch/
Biodiversitat a Sant Feliu de Llobregat	especies	ACA	http://natusfera.gbif.es/projects/biodiversitat-a-sant-feliu-de-llobregat
Censo milano real	especies, aves	ONG	http://milano-real.blogspot.com.es/2017_01_01_archive.html
Citclops	calidad del agua	ACA	http://www.eyeeonwater.org/color/welcome.php
CITI-SENSE	calidad del aire	ACA, ONG	http://co.citi-sense.eu/UsefulLinks.aspx
COBWEB	ENP	ACA, ONG	https://cobwebproject.eu/
eBird	especies, aves	ACA	http://ebird.org/content/ebird/
Exocat	especies, invasoras	ACA	http://exocat.creaf.cat/
Forest112	plagas y enfermedades	ONG	http://forest112.com/web/es/
Freshwaterwatch	calidad del agua	ONG	https://freshwaterwatch.thewaterhub.org/es
iNaturalist	Especies	ONG	http://www.inaturalist.org/
Invasive Alien Species Europe	especies, invasoras	GOB	http://digitalearthlab.jrc.ec.europa.eu/activities/invasive-alien-species-monitoring-citizen-scientists/57833
Lagunas Sierra Nevada	Hábitats	ACA	http://www.cinda.science/portfolio/seguimiento-de-las-lagunas-de-alta-montana-de-sierra-nevada/
LIFE+Respira	calidad del aire	ACA	http://www.liferespira.eu/es/bicivoluntariado.html
Limne	especies, murciélagos	ONG	http://limne.org/index.php/es/component/content/article?layout=edit&id=85
LINDUS	especies, migración aves	GOB	http://www.lindus.eu/es/lindus/20/participar.html
LINDUS-2	especies, migración aves	GOB	http://www.seo.org/voluntariado-proyecto-cooperacion-lindus-2/
Mosquito Alert	especies, invasoras	ACA, GOB	http://www.mosquitoalert.com/mosquito-alert/
MyNatura2000	ENP	GOB	http://digitalearthlab.jrc.ec.europa.eu/activities/citizen-science-demonstrator-environmental-protected-areas/57778
National Plants Monitoring Scheme	especies, cambio global	ACA, GOB, ONG	http://www.npms.org.uk/
Nature's Calendar	fenología	ACA	http://www.naturescalendar.org.uk/
Natusfera	especie	ACA, GOB	http://natusfera.gbif.es/
Observatoire des Saisons	fenología	ACA	http://www.obs-saisons.fr/resultats/au-fil-du-temps
Ojo a las invasoras	especies, invasoras	ACA	https://ojoinvasoras.info/ciencia-ciudadana/
OmniScientis	calidad del aire	ACA, ONG	http://www.omniscientis.eu/index.php?choice=home
OPAL (Open Air Laboratories) network	diversas	ACA	https://www.opalexplornature.org/surveys

Listado de programas y proyectos de ciencia ciudadana citados en el texto (continuación)

Org: organización, GOB: Administración, ACA: institución académica o de investigación, ONG: organización no gubernamental

Portal	Variable	Org	Dirección Internet
OPAL for schools	diversas	ACA	https://www.opalexplornature.org/schools
OPAL learning resources all ages	diversas	ACA	https://www.opalexplornature.org/learning
Ornitho.cat	especies	ONG, GOB	http://ornitho.cat/
Ornitho.eus	especies	ONG, GOB	http://ornitho.eus/
Phénoclim	fenología,	ACA	http://phenoclim.org/fr/
Proyecto Ríos	Hábitats	GOB	http://www.proyectorioscantabria.org/category/formacion/
Proyecto Ríos	calidad del agua	GOB	http://www.proyectorioscantabria.org/category/formacion/
Rare Arable Flowers	especies, flora	ACA, GOB	http://www.brc.ac.uk/app/rare-arable-flowers-app
RESECOM	especies, flora	ACA, GOB	http://www.liferesecom.ipe.csic.es/metodos.php?lang=es
Riu.net	hábitats,	ACA	http://www.ub.edu/fem/index.php/es/riunetini-es
Riu.net	calidad del agua	ACA	http://www.ub.edu/fem/index.php/es/riunetini-es
RN Basaula	ENP	ACA	http://www.inaturalist.org/projects/proyecto-basaula
Sarna cabra montés	plagas y enfermedades	ACA	http://www.cinda.science/portfolio/ayudanos-a-combatir-la-sarna-de-la-cabra-montes/
Treezilla	especies, árboles grandes	ACA, ONG	http://www.treezilla.org/
Vespapp	especies, invasoras	ACA, GOB	http://vespapp.uib.es/
Vigie-Nature	especies, cambio global	ACA	http://vigienature.fr/
Vigie-Nature	cambio climático	ACA	http://vigienature.fr/

Anexo 3. Modelos de proyectos de ciencia ciudadana

A continuación se muestran ejemplos de proyectos relacionados con biodiversidad y medio ambiente, la mayor parte apropiados para el público general y, con el debido apoyo docente, para alumnos de distintos niveles educativos. La mayor parte se apoya en plataformas generalistas como iNaturalist y Natusfera, muy apropiadas para recoger datos de biodiversidad.

Proyecto	Bioblitz o Bioquedada
Plataforma	iNaturalist, Natusfera o recogiendo datos en una libreta
Variable observada	Presencia de especies en un lugar determinado
Actividad	<p>Recogida de presencia de especies en un lugar concreto y en un tiempo corto (1-pocos días). Puede ser un grupo taxonómico o subgrupo dentro de éste: árboles y arbustos, plantas con flores, mariposas, una planta invasora fácil de identificar y abundante en una zona, etc., dependiendo de los conocimientos del equipo organizador.</p> <p>El lugar puede ser un Espacio Natural Protegido, un parque urbano, parques fluviales, zonas de huertas, etc. El momento puede coincidir con un evento señalado, como el Día Mundial del Medio Ambiente, Día de los Humedales, etc. o elegirse para sensibilizar sobre algún tema en concreto.</p>
Cómo participar	Realizando observaciones con la app de la plataforma, o con fotografías, anotando o registrando su ubicación, para después introducirla en la web
Público	General; alumnos de primaria, ESO, FP, Bachillerato, Universidad
Competencias	Ninguna; puede suministrarse una guía si se quieren registrar unas especies concretas
Cuándo	Preferiblemente primavera, verano, otoño
Dónde	Municipio, Espacio Natural Protegido, Parque Público, etc.
Organización	Administración, institución académica o de investigación, centro educativo
Ejemplo	BIOBLITZ en el Tancat de Mília , National Parks BioBlitz

Proyecto	Biodiversidad de un territorio
Plataforma	iNaturalist, Natusfera
Variable observada	Presencia de especies en un lugar determinado
Actividad	Realizar observaciones de todas las especies observadas
Cómo participar	Realizando observaciones con la app de la plataforma, o con fotografías, anotando o registrando su ubicación, para después introducirla en la web
Público	General; alumnos de primaria, ESO, FP, Bachillerato, Universidad
Competencias	Ninguna
Cuándo	Preferiblemente primavera, verano, otoño
Dónde	Municipio, Espacio Natural Protegido, Parque Público, etc.
Organización	Administración, institución académica o de investigación, centro educativo
Ejemplo	Biodiversitat a Sant Feliu de Llobregat , Flora Campus UPNA / NUPeko Campuseko Flora

Proyecto	Árboles y arbustos
Plataforma	iNaturalist, Natusfera
Variable observada	Presencia de especies de flora
Actividad	Realizar observaciones de los principales árboles y arbustos para aprender a identificarlos, conocer su distribución global, adaptaciones (hojas caducas/perennes, esclerofilia, etc.)
Cómo participar	Realizando observaciones con la app de la plataforma, o con fotografías, anotando o registrando su ubicación, para después introducirla en la web
Público	General; alumnos de primaria, ESO, FP, Bachillerato, Universidad
Competencias	Ninguna
Cuándo	Preferiblemente primavera, verano, otoño
Dónde	Municipio, Espacio Natural Protegido, Parque Público, etc.
Organización	Administración, institución académica o de investigación, centro educativo
Ejemplo	Proyecto Basaula

Proyecto	Aves
Plataforma	eBird
Variable observada	Presencia de aves en un lugar determinado
Actividad	Realizar observaciones de todas las especies observadas
Cómo participar	Realizando observaciones con la app de la plataforma, o con fotografías, anotando o registrando su ubicación, para después introducirla en la web
Público	Aficionados con conocimientos de ornitología; alumnos de primaria*, ESO, FP, Bachillerato, Universidad apoyados por profesorado con conocimientos de ornitología
Competencias	Conocimientos de ornitología
Cuándo	Todo el año
Dónde	Municipio, Espacio Natural Protegido, Parque Público, etc.
Organización	Administración, institución académica o de investigación, centro educativo
Ejemplo	Maratón Ornitológico SEO , *Project FeederWatch

Proyecto	Flora Alóctona Invasora
Plataforma	iNaturalist, Natusfera, Google Forms
Variable observada	Presencia de especies de flora alóctona invasora
Actividad	Realizar observaciones de los principales árboles y arbustos para aprender a identificarlos, conocer su distribución global, adaptaciones (hojas caducas/perennes, esclerofilia, etc.)
Cómo participar	Realizando observaciones con la app de la plataforma, o con fotografías, anotando o registrando su ubicación, para después introducirla en la web
Público	Aficionados con conocimientos básicos de botánica; alumnos de primaria, ESO, FP, Bachillerato, Universidad
Competencias	Capacidad de identificar las especies seleccionadas
Cuándo	Preferiblemente primavera, verano, otoño
Dónde	Cualquier parte del territorio
Organización	Administración, institución académica o de investigación, centro educativo
Ejemplo	Invasores Parques Nacionales

Proyecto	Fenología
Plataforma	iNaturalist, Natusfera, observation.org
Variable observada	Presencia de especies de fauna que están presentes sólo una época del año (p. ej. golondrinas) o eventos fenológicos (floración de avellanos, sauces, chopos,..etc., fructificación, salida o caída de hojas)
Actividad	Realizar observaciones de especies concretas en un territorio amplio para poder comparar cómo varían las fechas en un mismo año; si el proyecto se mantiene en el tiempo, se puede ver la variación interanual
Cómo participar	Realizando observaciones con la app de la plataforma, o con fotografías, anotando o registrando su ubicación, para después introducirla en la web
Público	General; alumnos de primaria, ESO, FP, Bachillerato, Universidad
Competencias	Capacidad de identificar las especies seleccionadas
Cuándo	Todo el año
Dónde	Cualquier parte del territorio
Organización	Administración, institución académica o de investigación, centro educativo
Ejemplo	Urban Ecology Center Phenology , #FenoDato

Proyecto	Salud de los ecosistemas de agua dulce
Plataforma	Riu.net, FreshWater watch
Variable observada	Estado de bosques de ribera y cauce del río, invertebrados de agua dulce, medida de nitratos y fosfatos
Actividad	En un río se observan los bosques de ribera y el cauce del río, y algunos invertebrados de agua dulce para valorar su calidad ecológica. En un ecosistema acuático se miden nitratos y fosfatos con un kit proporcionado por Freshwater Watch
Cómo participar	Realizando las observaciones y fotografías y enviándolas con las app de las plataformas.
Público	Riu.net: general; alumnos de ESO, FP, Bachillerato, Universidad FreshWater Watch preferentemente a organizaciones
Competencias	Riu.net proporciona una guía explicativa (Prat & col 2016) y FreshWater proporciona instrucciones de cómo manejar el kit que proporciona (cómo realizar pruebas).
Cuándo	Cualquier época del año
Dónde	Cualquier río o ecosistema de agua dulce
Organización	Administración, institución académica o de investigación, centro educativo
Ejemplo	Riu.net , FreshWater watch

