



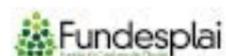
# CIENCIA CIUDADANA, NATURALEZA URBANA Y EDUCACIÓN AMBIENTAL

Desarrollo de observatorios ciudadanos  
para la conservación de la biodiversidad  
y la transformación ambiental  
de las sociedades metropolitanas

# Índice

*Esta guía es una recopilación de experiencias de Ciencia Ciudadana centradas en el ámbito de la biodiversidad urbana. Pretende analizar el potencial educativo y transformador que la Ciencia Ciudadana tiene en las personas y comunidades participantes e identificar sus aspectos más relevantes. Asimismo, quiere servir de inspiración para cualquier persona, entidad o administración pública interesada en apoyar proyectos de Ciencia Ciudadana ya existentes o crear otros nuevos, para fomentar la implicación de la sociedad en la ciencia y la conservación de la biodiversidad.*

Autoría:



Coordinación:

Carles Xifra; Joan Pino; Laura Fuentes; Laura Calabuig; Marina Piquet.

Agradecimientos:

Cristina Monge (ECODES); Anna Romeu y Júlia Garcia (Fundesplai); Bernat Claramunt; Corina Basnou; Aitana Oltra; Yolanda Melero; Anna Ramon, Ester Prat y Pau Guzmán (CREAF); Jordina Belmonte (ICHN); Pau Sainz (Generalitat de Catalunya); Josep Maria Puig (Centre Promotor d'ApS) y Josep Perelló (OpenSystems-UB).

Colaboración:



Apoyo:

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, Gobierno de España



Compromiso con la Agenda 2030:



Esta obra está sujeta a una licencia de Atribución-NoComercial 4.0 Internacional de Creative Commons. Se permite la copia, reproducción, distribución, comunicación pública de la obra y generación de obras derivadas siempre y cuando se cite y reconozca al autor original. No se permite utilizar la obra con fines comerciales.

El Prat de Llobregat, noviembre 2020

01. ¿Qué es la Ciencia Ciudadana? 4

02. Acción para la Biodiversidad 10

03. Banco de experiencias 14

04. Acción educativa 46

05. Las sinergias de la realidad aumentada 54

06. Conclusiones 60

07. Referencias 64

# ¿Qué es la Ciencia Ciudadana?

## 1. ¿Qué es la Ciencia Ciudadana?

En las últimas décadas y especialmente a lo largo del siglo XXI ha irrumpido con fuerza una nueva forma de relación entre la ciencia y la sociedad que está llamada a cambiar nuestra forma de crear conocimiento e incluso la toma de decisiones asociada al mismo. Se trata de la denominada Ciencia Ciudadana, que podemos definir como el conjunto de actividades y prácticas que tratan de involucrar ciencia y sociedad a través de iniciativas muy diversas. En efecto, los ciudadanos y ciudadanas que conforman la sociedad del siglo XXI cada vez están más interesados en contribuir a la ciencia mediante su participación en la toma de datos, pero también en otras acciones que conllevan un mayor esfuerzo intelectual y una mayor responsabilidad personal y colectiva. El seguimiento de la biodiversidad mediante proyectos de Ciencia Ciudadana ofrece diversas ventajas respecto a aproximaciones más "tradicionales". Es, además, una oportunidad para concienciar a la ciudadanía en la conservación de organismos y hábitats en entornos muy transformados como los urbanos, con una elevada diversidad de especies nativas, pero también con un potencial elevado de entrada de especies invasoras y en los que sistemas de alerta temprana son esenciales. Asimismo, han facilitado el descubrimiento de nuevas especies en lugares poco frecuentados por equipos científicos; permiten obtener mapas de distribución espacial y cambios temporales de mayor precisión que anteriormente. Finalmente, algunos proyectos de Ciencia Ciudadana capacitan a los voluntarios para su participación en la toma de decisiones asociadas.

La respuesta de los estamentos científicos y de las administraciones ante el fenómeno de la Ciencia Ciudadana ha sido, sin embargo, muy ambivalente. Por un lado, han visto en ella una oportunidad para impulsar proyectos poco asumibles en términos de tiempo y dinero si se llevaran a cabo de forma tradicional, es decir mediante la contratación de personal especializado. Quizá el caso más paradigmático sean los proyectos de seguimiento de la biodiversidad, que precisan de la acumulación de gran número de observaciones en el espacio y el tiempo y que actualmente sólo son posibles mediante la implicación de ciudadanos voluntarios. Entre ellos destacan los proyectos de seguimiento de la biodiversidad de mariposas diurnas (los denominados Butterfly Monitoring Schemes) que se extienden por toda Europa ([butterfly-monitoring.net/es](https://butterfly-monitoring.net/es)), o la comunidad de observadores de aves que agrupa eBird, que ha dado más de 560 millones de observaciones a GBIF (<https://ebird.org/home>). A pesar de dichos beneficios, en algunos casos, profesionales científicos y técnicos han mostrado ciertas reticencias a que las personas voluntarias ejerzan un rol más decisivo que el de simples proveedores de datos, ya sea invocando a su falta de preparación o debido a una cierta prevención a democratizar la toma de decisiones (tendencia por otro lado imparable en la sociedad actual).

La Asociación Europea de Ciencia Ciudadana (ECSA) ha desarrollado diez postulados que ayudan a poner orden a la hora de clasificar las posibles iniciativas. Según éstos, Ciencia Ciudadana debe:

1. Involucrar activamente a voluntarios y voluntarias de la Ciencia Ciudadana en tareas científicas que generan nuevo conocimiento o una mejor comprensión del mismo. Estas personas pueden actuar como simples contribuyentes o colaboradores, o asumir un papel más relevante en los proyectos.
2. Responder a una pregunta de investigación, informar en acciones de gestión o conservación, o aumentar el conocimiento o comprensión de un tema concreto.
3. Beneficiar tanto a la ciencia como a la sociedad.
4. Permitir que voluntarios y voluntarias puedan participar en las múltiples etapas del proyecto.
5. Poner a disposición de voluntarios y voluntarias la información del proyecto en todo momento, explicando cómo se utilizan sus datos y qué resultados (científicos, políticos o sociales) se espera obtener.
6. Considerar y controlar las limitaciones y sesgos de la aproximación elegida, como en cualquier proyecto de ciencia clásica.
7. Publicar en acceso abierto los datos y metadatos obtenidos para facilitar su acceso al conjunto de la ciudadanía.
8. Reconocer a los voluntarios y voluntarias de la Ciencia Ciudadana en los informes de resultados y las publicaciones del proyecto.
9. Evaluar y reconocer la producción científica, la calidad de los datos, la experiencia de los y las participantes y el alcance del impacto social o político.
10. Tener en cuenta aspectos legales y éticos como los derechos de autor, la propiedad intelectual, los acuerdos de intercambio de datos, la confidencialidad, la atribución y el impacto ambiental de sus actividades.

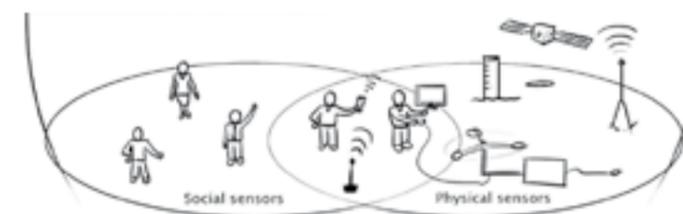
Queda mucho por hacer para la implantación de la Ciencia Ciudadana como mecanismo habitual de cocreación de conocimiento. Dicha implantación está directamente asociada al índice de desarrollo humano (IDH) de los diversos países. En consecuencia, su implantación es especialmente importante en el hemisferio norte, pero es todavía muy limitada en los principales *hot-spots* de biodiversidad (zonas de especial interés para la conservación debido a una gran riqueza de biodiversidad que, a su vez, se encuentra amenazada) y en las grandes urbes de los países en desarrollo (aunque con ejemplos recientes; ver <https://gt20.eu>).

## 2. Tipos de Ciencia Ciudadana: ventajas e inconvenientes

Así pues, podemos reconocer aproximaciones muy diversas dentro de la Ciencia Ciudadana, en las que el grado de implicación y el poder de decisión de los ciudadanos y ciudadanas marcan la diferencia. La más común y básica de las aproximaciones es una forma de ciencia ciudadana clásica denominada **colaboración distribuida** (*crowdsourcing*), en la cual son los estamentos promotores –científicos y administrativos– quienes controlan todo el proceso y los ciudadanos y ciudadanas actúan como meros recopiladores o procesadores de datos. El siguiente modelo hacia un mayor grado de implicación de ciudadanos y ciudadanas es el de la **inteligencia distri-**

**buida**, en el cual éstos colaboran en la interpretación de los resultados (*volunteered thinking*) y por tanto precisan ser coordinados con mayor eficacia. Más allá encontramos modelos de **ciencia participativa** donde la organización es mucho más transversal o incluso *bottom-up*, en los cuales los ciudadanos y ciudadanas toman progresivamente las riendas del proceso y participan en la definición del problema o incluso en la creación del proyecto en sus modelos más extremos. Estos modelos confieren a la ciudadanía un gran poder en la toma de decisiones del proyecto, pero tienen grandes necesidades de coordinación y de desarrollo de acuerdos entre iguales.

	Colaboración distribuida ( <i>crowdsourcing</i> )	Inteligencia distribuida	Ciencia participativa
Aproximación	Top-down	Top-down—Transversal	Transversal—Bottom-up
¿Quién diseña?	Promotores (científicos, administración)	Promotores (científicos, administración)	Promotores y ciudadanos
Actividad de voluntarios y voluntarias	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recopilación de datos</li> <li>Procesamiento de datos (<i>volunteered computing</i>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recopilación de datos</li> <li>Procesamiento de datos</li> <li>Interpretación de resultados (<i>volunteered thinking</i>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Co-creación del proyecto</li> <li>Definición del problema</li> <li>Recopilación de datos</li> <li>Procesamiento de datos</li> <li>Interpretación de resultados</li> </ul>
Oportunidades	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mayor capacidad de recopilación y procesamiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mayor capacidad de recopilación y procesamiento</li> <li>Interpretaciones complementarias del problema</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Posibilidad de aparición simultánea de varios proyectos</li> <li>Posibilidad de identificación de varios problemas</li> <li>Mayor capacidad de recopilación y procesamiento</li> <li>Interpretaciones complementarias del problema</li> </ul>
Requerimientos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Capacitación previa de voluntarios y voluntarias</li> <li>Compromiso en la toma de datos en el espacio y el tiempo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Capacitación previa de voluntarios y voluntarias</li> <li>Compromiso en la toma de datos en el espacio y el tiempo</li> <li>Coordinación de la interpretación de los datos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Necesidad moderada de coordinación de la fase inicial</li> <li>Capacitación previa de voluntarios y voluntarias</li> <li>Compromiso en la toma de datos en el espacio y el tiempo</li> <li>Coordinación de la interpretación de los datos</li> </ul>



Representación de la Ciencia Ciudadana en su nivel más básico. La ciudadanía actúa como sensores sociales en la recopilación de datos (*volunteered computing*), que complementan la toma de datos de los sensores físicos. Fuente: WeSenseIt (<https://www.wesenseit.com/>).

### 3. Ciencia ciudadana y educación

Uno de los valores añadidos de la Ciencia Ciudadana es su potencial de formación de la comunidad de participantes. Es evidente que la formación de las personas voluntarias es esencial para que estas actúen como efectivos captadores de información de la temática específica de cada plataforma de Ciencia Ciudadana, especialmente en las de su modalidad más clásica. Ello es clave para asegurar la calidad de la información obtenida, y por ello se ofrecen cursos y procedimientos de entrenamiento muy variados dentro de las mismas plataformas, que a veces conllevan la adquisición de una reputación derivada del conocimiento adquirido. Y este aprendizaje colaborativo permite, por ejemplo, la validación de los datos entre participantes en función de la reputación adquirida, tal como se lleva a cabo en la plataforma Natusfera ([www.natusfera.org/](http://www.natusfera.org/)).

Sin embargo, el potencial educativo de la Ciencia Ciudadana va mucho más allá de estos aspectos formativos si tenemos en cuenta su capacidad de transformación de la sociedad. Asistimos pues a una verdadera revolución, no sólo en la creación del conocimiento sino también en su aplicación en la toma de decisiones y en la gobernanza relacionada con el mismo, especialmente en las modalidades más participativas de la Ciencia Ciudadana. Así, la Ciencia Ciudadana empieza a influir en proyectos de gobernanza y planificación urbana, incorporando por ejemplo la percepción de los ciudadanos y ciudadanas en la gestión y planificación de los espacios verdes para la provisión de servicios ecosistémicos.

En cualquier caso, el potencial educativo de la Ciencia Ciudadana está todavía por desplegarse. Trabajos recientes han evaluado el efecto de distintos proyectos de Ciencia Ciudadana en el aprendizaje y muestran que éste se limita frecuentemente a la esfera individual, mientras que no está ocurriendo necesariamente a nivel de comunidad. Además, muchas veces dicho aprendizaje se supone a través de evidencias indirectas y raramente se constata de forma empírica. Así, reclaman poner a punto métricas para medir el efecto transformativo de la Ciencia Ciudadana para una efectiva democratización del proceso de creación del conocimiento.

En este sentido, existen algunos proyectos como el proyecto europeo Ground Truth 2.0 (<https://gt20.eu/>) y el proyecto MICS (<https://mics.tools/>), que han llevado a cabo la evaluación del potencial de la Ciencia Ciudadana como elemento transformador de la sociedad.

### 4. Ciencia Ciudadana y desarrollo tecnológico

Otra dimensión de dicho proceso de aprendizaje es el relativo a las plataformas de toma de datos, en su mayor parte digitales. El despliegue de la Ciencia Ciudadana se ha producido en paralelo y gracias al desarrollo de aplicaciones de móvil o "tablet" para la toma y el almacenamiento de datos, cuya expansión ha sido posible con la generalización de Internet y que funcionan normalmente en dispositivos estándar. Su desarrollo también se ha visto potenciado por la generalización de las políticas de datos abiertos (*open data*), que han llevado a la creación de grandes bases de datos de acceso libre y de creación compartida. Dichas herramientas constituyen un gran campo de aprendizaje en las tecnologías digitales para ciudadanos de diversa formación. En el ámbito del estudio de la biodiversidad cabe destacar el proyecto Natusfera ([www.natusfera.org/](http://www.natusfera.org/)), el módulo español de la red internacional iNaturalist ([www.inaturalist.org](http://www.inaturalist.org)), que proporciona aplicaciones de uso muy simple y fácilmente instalables en dispositivos móviles que permiten rápida creación de proyectos de Ciencia Ciudadana entre los usuarios. El almacenamiento de los datos se lleva a cabo de forma coordinada con el nodo español de GBIF (Global Biodiversity Information Facility; <https://www.gbif.es/>), una infraestructura científica de datos abiertos destinada a proporcionar acceso a información sobre los seres vivos de la Tierra.

Además de gracias a la maduración de las plataformas de toma de datos, la Ciencia Ciudadana y su dimensión educativa se pueden ver favorecidas, en un futuro inmediato, por la incorporación de otra tecnología: la realidad aumentada. La realidad aumentada destaca por su potencial de sorprender, generar vínculos emocionales y de entretener. Aún más, permite hacer visibles y comprensibles realidades difícilmente accesibles o muy complejas, y favorecer la transmisión de conocimientos. Estas fortalezas de la realidad aumentada, utilizadas adecuadamente en las diversas etapas de un proyecto de Ciencia Ciudadana lo pueden hacer más educativo y abierto, favoreciendo la participación, la reflexión y la colaboración, y pueden promover un mayor efecto transformador de las personas participantes y de la sociedad en su conjunto.

# Acción para la Biodiversidad

Potencialidades de la Ciencia Ciudadana para promover la conservación de la Biodiversidad

La Ciencia Ciudadana está facilitando un despliegue de proyectos de investigación, mayoritariamente colaborativos, participativos y abiertos, que están obteniendo observaciones y datos masivos en todo el territorio con la participación de personas y entidades voluntarias y científicas.

En el ámbito de la biodiversidad, la Ciencia Ciudadana se está erigiendo como una verdadera herramienta de conservación, con la aportación constante de información y conocimiento, sobre la que se argumentan y se basan algunas estrategias y políticas públicas de conservación del patrimonio natural y la biodiversidad.

Más allá de proporcionar datos de forma masiva y extensa para el conocimiento de la biodiver-

sidad, la Ciencia Ciudadana puede desempeñar un rol importante en la concienciación y sensibilización, fomentando la implicación de la ciudadanía en proyectos locales de conservación y fomento de la biodiversidad. La Ciencia Ciudadana demuestra un potencial educativo muy importante para las personas participantes, aportando nuevos y significativos conocimientos sobre el entorno y la propia metodología científica, así como habilidades y competencias digitales entre muchas otras.

A continuación, personas expertas procedentes del ámbito científico y naturalístico, por una parte, y educativo y social por otra, reflexionan acerca de las potencialidades de la Ciencia Ciudadana.



*“La Ciencia Ciudadana en la conservación de la biodiversidad funciona como un sistema de alerta temprana, especialmente si nos referimos a la detección precoz de invasiones biológicas. Tener muchas personas observando el territorio hace que si llega una especie nueva sea fácilmente detectable. Es una herramienta muy útil para que la gente se conciencie sobre la biodiversidad local, la del lado de su casa; ya que, si te propones observarla para contribuir en algún proyecto de Ciencia Ciudadana, pones la atención en ella y la descubres, tomando conciencia de la vida que hay en las ciudades. Saber que existe algo también es vital para despertar el interés individual en conservarlo.”*

#### **Pau Guzmán**

Técnico de Comunicación del CREAF en proyectos de Ciencia Ciudadana y biodiversidad, biólogo y divulgador científico.



*“La Ciencia Ciudadana que fomenta la observación del entorno y de los organismos vivos enseña a reconocer organismos y comprender el rol que desarrollan en el medio y, por tanto, el valor que tienen por sí mismos y para el conjunto del ecosistema. Esta comprensión, en la mayor parte de los casos (si no en todos), activa la voluntad y el compromiso de los ciudadanos participativos a comprometerse con el proyecto. Y del compromiso deriva que haya censos de organismos y seguimiento en el tiempo de los mismos, es decir, un mucho mejor conocimiento de la biodiversidad y de la distribución de los organismos en el territorio. Esto suele ir asociado a una apuesta ciudadana para la conservación del grupo estudiado y de la diversidad biológica en su conjunto.”*

#### **Jordina Belmonte**

Profesora de Botánica en el Depto. de Biología Animal, Biología Vegetal y Ecología de la UAB e investigadora del Instituto de Ciencia y Tecnología Ambientales de la UAB (ICTA-UAB). Presidenta de la Institución Catalana de Historia Natural (ICHN).



*“La Ciencia Ciudadana se ha convertido, ya en nuestros días, en una fuente de información de primer orden en la información y el conocimiento de nuestro patrimonio natural. Actualmente, la Ciencia Ciudadana nos permite obtener datos que de otra manera sería imposible poder recoger. En Cataluña tenemos buenos y exitosos ejemplos que nos aportan datos muy valiosos que, después, convenientemente tratados y analizados, están en la base de las políticas públicas de la administración ambiental de la Generalitat de Cataluña.”*

### **Pau Sainz de la Maza**

*Responsable de la Red Natura 2000 y coordinador de la Unidad de Información y Conocimiento UIC Dirección General de Políticas Ambientales y Medio Natural, Departamento de Territorio y Sostenibilidad (Generalitat de Cataluña).*



*“El mundo se transforma ante nosotros, aparecen retos globales y locales sin precedentes. Las personas deberán poder movilizar interactivamente la información, los datos, la tecnología, los conocimientos, las habilidades de trabajar en equipo, los valores y las actitudes, para poder participar de manera efectiva y actuar en los nuevos contextos de los próximos años. La Ciencia Ciudadana es un valioso y potente contexto de aprendizaje de estas nuevas competencias que ayudan a formar ecociudadanos participativos y críticos, con voluntad de actuar para un mundo mejor”.*

### **Júlia Garcia**

*Jefa del Departamento de Educación Ambiental de Fundesplai.*



*“La Ciencia Ciudadana, como ciencia, aporta un procedimiento riguroso para estudiar los problemas ambientales a los que nos enfrentamos y, por otro lado, como ciudadana, lo hace implicando tantos actores como sea posible en la consideración crítica, valorativa y transformadora de estos problemas. Esta idea de participación colectiva en la aplicación de un método de investigación y en la valoración crítica de la realidad es, desde siempre, el núcleo del trabajo por proyectos y, en la actualidad, del aprendizaje servicio, una metodología pedagógica que vincula la adquisición de conocimientos con el servicio a la comunidad.”*

### **Josep Maria Puig**

*Profesor Honorífico de la Facultad de Educación de la UB y miembro del Centre Promotor d'ApS.*



*“La Ciencia Ciudadana ofrece la posibilidad de hacer ciencia real y quien participa genera conocimiento que tiene valor en muchos contextos. Estos aspectos pueden incluso culminar con una reflexión que potencia la conciencia de la persona participante y habilita una movilización colectiva, muy en la línea con las corrientes educativas relacionadas con el compromiso cívico y social. Las aportaciones compartidas empoderan a los participantes dotándolos de razones y argumentos científicamente contrastados para habilitar la movilización individual y colectiva”.*

### **Josep Perelló**

*OpenSystems - Universidad de Barcelona.*



# Banco de experiencias

15 proyectos de Ciencia Ciudadana en el ámbito de la biodiversidad urbana

En este apartado de la guía exploramos 15 proyectos de Ciencia Ciudadana, locales e internacionales, que se centran en el ámbito de la biodiversidad, especialmente en contextos urbanos y que comprenden elementos que los hacen especialmente relevantes en la dimensión educativa.



# UBMS (Urban Butterfly Monitoring Scheme)

1

Coordinación y apoyos: Centro de Investigación Ecológica y Aplicaciones Forestales (CREAF)  
 Web del proyecto: <http://ubms.creaf.cat/ca/>  
 Año de inicio: 2018  
 Ámbito de intervención: Parques urbanos de Barcelona y Madrid

## ¿Qué es?

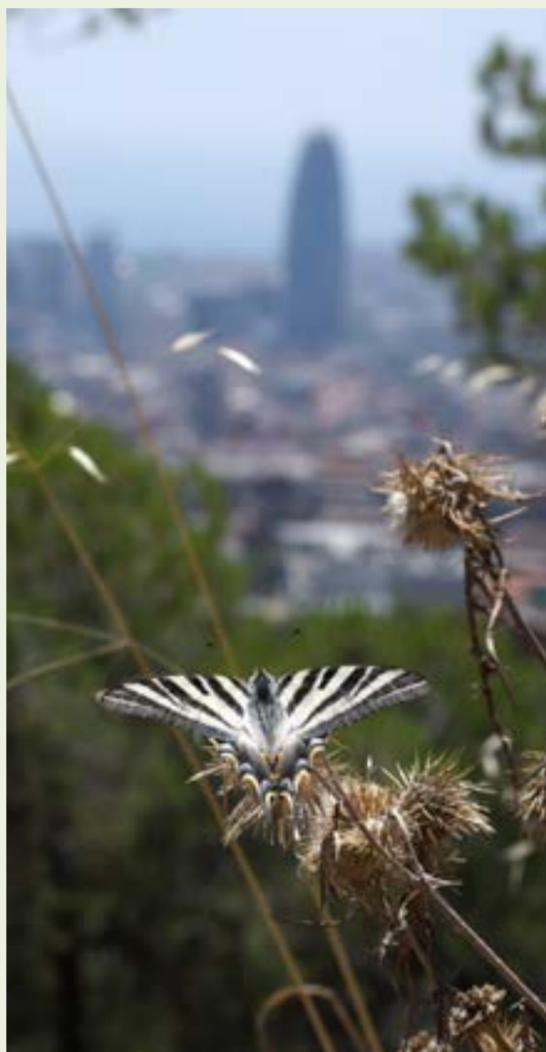
El uBMS forma parte de la red internacional de Programas de Seguimiento de Mariposas (Butterfly Monitoring Schemes). Se basa en censos periódicos de mariposas en parques urbanos para obtener información sobre la presencia, abundancia y evolución en el tiempo de las diferentes especies y así contribuir generar directrices de gestión de espacios verdes urbanos para la mejora de la conservación de las mariposas.

## ¿Qué problema real contribuye a transformar?

Las mariposas diurnas, que son un excelente bioindicador de la calidad ambiental de nuestro entorno, se encuentran actualmente en declive. En un contexto de cambio climático y de crecimiento de las áreas urbanas, se quiere conocer qué papel juegan las ciudades en la biodiversidad, qué potencial tienen de alojar especies nativas y cómo se pueden mejorar los jardines y áreas verdes para favorecer la conservación de las mariposas.

## ¿Qué aprendizajes aporta a las personas y colectivos participantes?

El proyecto da a conocer las mariposas que viven en las ciudades, fomenta la sensibilización hacia la biodiversidad urbana y contribuye a la forma-



ción de nuevos expertos en mariposas. También contribuye a la concienciación acerca de los efectos del cambio global en la biodiversidad.

## ¿Cómo se organiza y qué metodología usa?

- **Censos.** Los voluntarios eligen uno de los parques de estudio y lo visitan cada 15 días para realizar un censo de mariposas siguiendo una metodología sencilla y estandarizada. Posteriormente, introducen los datos en la aplicación web del proyecto.
- **Talleres de identificación.** Se proporciona a los participantes material para la identificación de las mariposas y se organizan talleres de introducción a la identificación con salidas de campo guiadas por un experto.
- **Compartir la información.** A través de un grupo privado creado en Facebook, la comunidad de voluntarios puede compartir fotografías de mariposas y resolver dudas con los expertos.
- **Comunicación de resultados.** Los datos recogidos son publicados y consultables en forma de mapa de observaciones en la web del proyecto. También se realiza una memoria anual de los resultados del proyecto.

## ¿Qué impactos y resultados tiene?

- 60 personas voluntarias en Madrid y Barcelona en 2019
- 40 parques visitados en Madrid y Barcelona
- 559 visitas registradas en 2019
- 6.135 mariposas identificadas en 2019, de 52 especies distintas

# Dawn Chorus

Coordinación y apoyos: BIOTOPIA-Naturkundemuseum Bayern

Web del proyecto: <https://dawn-chorus.org/en/>

Año de inicio: 2020

Ámbito de intervención: Cualquier ambiente urbano o rural de todo el mundo

## 2

### ¿Qué es?

Dawn Chorus es un proyecto pionero a escala global, surgido durante la época de confinamiento vivida en todo el mundo por la pandemia de la Covid-19, cuando la actividad humana quedó silenciada y los sonidos de la naturaleza se hicieron más evidentes para a muchas personas. Se trata de un proyecto de Ciencia Ciudadana y arte que se alimenta de grabaciones sonoras de cantos de pájaros registrados al amanecer, para crear un mapa mundial de grabaciones de cantos de pájaros e incorporarlas a una base de datos para la investigación científica sobre la salud de los ecosistemas y la pérdida de biodiversidad.

### ¿Qué problema real contribuye a transformar?

El objetivo científico es documentar los cantos de pájaros al amanecer en diferentes localizaciones del mundo y durante una larga serie de años. A partir de estos datos se podrán desarrollar proyectos de investigación en bioacústica, se podrá verificar la presencia de diferentes especies y hacer un seguimiento en el tiempo,

investigar el declive y desaparición de especies en diferentes hábitats, incluyendo las ciudades, y analizar cómo la contaminación acústica puede influenciar el canto de los pájaros. BIOTOPIA-Naturkundemuseum Bayern se ha unido a la Coalición Global por la Biodiversidad, impulsada por la Comisión Europea, y los datos del proyecto Dawn Chorus serán compartidos con todas las instituciones participantes. El proyecto también quiere crear conciencia sobre la pérdida de biodiversidad provocada por la humanidad y, en particular, el declive de las poblaciones de pájaros, aprovechando la vertiente más artística de los cantos para llegar a una amplia audiencia y, en último término, contribuir a la protección de las especies.

### ¿Qué aprendizajes aporta a las personas y colectivos participantes?

El proyecto introduce a los participantes en una escucha consciente del entorno, contribuye al descubrimiento y autoaprendizaje sobre las especies de aves y de sus cantos a nivel mundial y



conciencia a los participantes de que el declive en las poblaciones de pájaros es un fenómeno real que ya está pasando en el entorno más inmediato de nuestros hogares. Es los próximos años, el proyecto prevé desarrollar actividades para el público general y para la cooperación de centros escolares en Baviera (Alemania).

### ¿Cómo se organiza y qué metodología usa?

- **Grabación de cantos.** Las personas participantes graban los cantos de pájaros con el móvil desde una localización determinada 1) en el transcurso de una mañana (antes, durante y después del amanecer) o 2) en un mismo momento de la mañana, pero durante diferentes días (idealmente en un día laborable normal y en un día festivo). Posteriormente, suben las grabaciones en la web y responden a unas breves preguntas sobre la localización, hora y condiciones ambientales de su registro.

- **Comunicación de resultados.** Todas las grabaciones subidas por las personas participantes aparecen inmediatamente en el mapa web y se pueden consultar por tipo de hábitat.

### ¿Qué impactos y resultados tiene?

- Más de 3.500 grabaciones subidas por participantes (la gran mayoría en Alemania, 23 en España)
- Más de 60.000 personas interesadas en el proyecto en las redes sociales

El proyecto ha tenido muy buena aceptación y en la primavera de 2020 se tuvo que ampliar el plazo de participación. Se prevé que se repita anualmente, para disponer de datos comparativos, siendo la próxima edición en mayo de 2021.

Coordinación y apoyos: Centro de Investigación Ecológica y Aplicaciones Forestales (CREAF), Servei Meteorològic de Catalunya (Servicio Meteorológico de Cataluña)

Web del proyecto: <https://ritmenatura.cat/index.htm>

Año de inicio: 2017

Ámbito de intervención: Entornos urbanos y rurales de Cataluña

### ¿Qué es?

Es un observatorio ciudadano para recopilar observaciones fenológicas de una serie de especies indicadoras que muestran cambios en la morfología o el comportamiento atribuidos a los ritmos climáticos estacionales.

### ¿Qué problema real contribuye a transformar?

Debido al cambio climático, los ciclos biológicos (época de floración de árboles, aparición de insectos, migración de las aves, etc.) de algunas especies sensibles se pueden ver afectados, cambiando de duración o produciéndose en momentos diferentes. Esto puede conllevar problemas como el desacoplamiento entre los momentos fenológicos de especies que dependen

de una de la otra (por ejemplo, una planta con flores y su polinizador). Para poder estudiar y evaluar los efectos de los cambios climáticos en la fenología de las especies y su estrategia para adaptarse, se necesitan largas series de datos repartidos por todo el territorio. RitmeNatura quiere crear una comunidad de observadores fenológicos para contribuir a la recopilación de datos en Cataluña, como complemento del proyecto FenoCat del Servei Meteorològic de Catalunya (Servicio Meteorológico de Cataluña).

### ¿Qué aprendizajes aporta a las personas y colectivos participantes?

El proyecto acerca la observación naturalista al público general y es apto para realizar con grupos de escolares, despertando su interés por las salidas naturalistas, por la participación en la ciencia y fomentando su aprendizaje y trabajo autónomo, de manera que se forma a una comunidad de futuros observadores. Por su temática, el proyecto crea conciencia sobre los cambios reales que el



cambio climático está produciendo en las especies de nuestro entorno más inmediato.

### ¿Cómo se organiza y qué metodología usa?

- **Observaciones ocasionales.** Paseando por la ciudad o por espacios naturales, las personas participantes registran dentro del proyecto RitmeNatura en la plataforma iNaturalist sus observaciones sobre el

momento de floración, fructificación, aparición de las hojas, etc. de 39 especies de plantas o detectan la presencia de golondrinas comunes.

- **Observaciones recurrentes.** Las personas participantes eligen una especie, individuo o zona a observar y anotan y fotografían sus cambios a lo largo del año creando una serie de datos más larga. Estos datos se registran dentro del subproyecto de observaciones recurrentes de RitmeNatura a iNaturalist.

### ¿Qué impactos y resultados tiene?

- 40 especies indicadoras
- 712 observaciones en Natusfera y 104 en iNaturalist



# Observadores del mar

## 4

Coordinación y apoyos: Institut de Ciències del Mar (CSIC)

Web del proyecto: <https://www.observadoresdelmar.es/>

Año de inicio: 2012

Ámbito de intervención: Hábitat marino de la costa catalana, Baleares y resto del Mediterráneo.

## ¿Qué es?

Es una plataforma de proyectos de Ciencia Ciudadana marina. Funciona como un observatorio de la biodiversidad y las problemáticas relacionadas con el medio marino. Consta de 14 proyectos dentro de 5 ámbitos diferentes: cambio climático, especies invasoras, polución marina, proliferación de especies nocivas y generación de conocimiento sobre nuevas especies. Los centros, entidades o colectivos que colaboran con el proyecto forman una red de observatorios centinela, complementaria a las aportaciones individuales.

## ¿Qué problema real contribuye a transformar?

El proyecto surge con la intención de conseguir información a gran escala para realizar un seguimiento del estado de la salud del mar Mediterráneo.

neo y documentar los cambios. Observadores del mar es un observatorio pionero en temática marina que pretende generar nueva información, concienciar la ciudadanía de los problemas ambientales que existen en el mar y fomentar el diálogo entre la sociedad y la comunidad científica. Las observaciones recopiladas son importantes para generar nuevos proyectos de investigación, han dado lugar a publicaciones en revistas internacionales científicas de alto valor y contribuyen a guiar la toma de decisiones en la gestión del medio marino.

## ¿Qué aprendizajes aporta a las personas y colectivos participantes?

Todas las observaciones recopiladas en los diferentes proyectos son validadas por el equipo



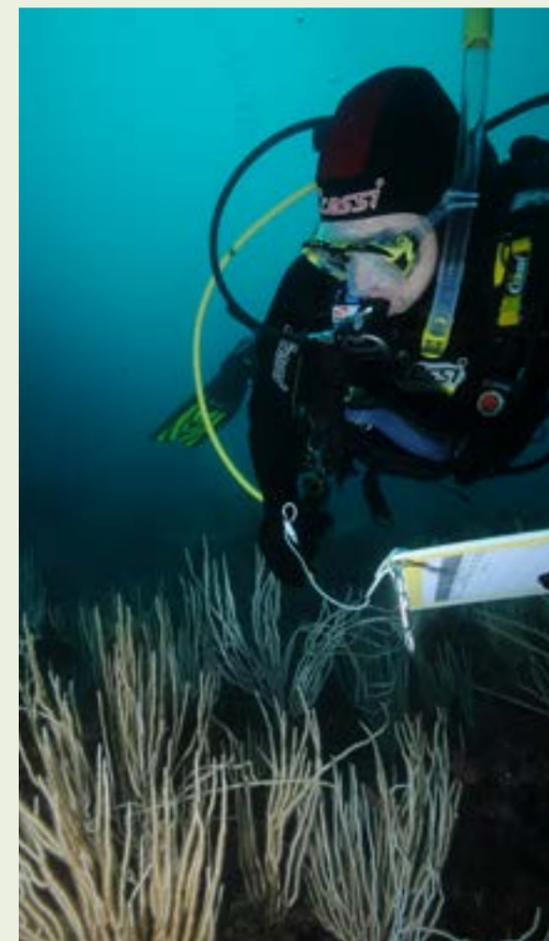
científico coordinador y publicadas en un mapa de observaciones y en una galería fotográfica que contribuyen al aprendizaje de la comunidad. Con la documentación de referencia de cada proyecto, los participantes aprenden a identificar las especies, realizar censos y detectar impactos como los desiertos submarinos. En colectivos asiduos a las actividades marinas, la participación en estos proyectos hace que tomen conciencia de las presiones que afectan el medio marino y de la importancia de la conservación del mismo. En un futuro, Observadores del Mar pretende desarrollar nuevas propuestas para trabajar la Ciencia Ciudadana en las escuelas.

## ¿Cómo se organiza y qué metodología usa?

- **Observaciones individuales.** Mediante la aplicación web, los participantes registran sus observaciones de biodiversidad marina y de impactos como la presencia de basura, microplásticos o desiertos marinos. La observación se documenta con una fotografía y rellenando unos breves campos de información, según el proyecto, como la abundancia de la especie, la turbidez del agua u otros impactos observados.
- **Red de observadores centinela** dirigida a centros de buceo, asociaciones, colectivos, universidades y otras entidades. El funcionamiento es el mismo que en las observaciones individuales y, además, se realizan talleres de formación sobre proyectos específicos y sobre los protocolos de muestreo. En esta modalidad se crea una comunidad observadora y el impacto social mayor.
- **Comunicación de resultados.** Las observaciones registradas se pueden consultar en el mapa web, así como las fotografías realizadas por los participantes.

## ¿Qué impactos y resultados tiene?

- 12.805 observaciones
- 2.780 personas observadoras
- 264 entidades
- 14 proyectos científicos



# Projecte Orenetes

## 5

Coordinación y apoyos: Institut Català d'Ornitologia (ICO)

Web del proyecto: <https://www.orenetes.cat/>

Año de inicio: 2007

Ámbito de intervención: Pueblos y ciudades de Cataluña, Baleares y Comunidad Valenciana

## ¿Qué es?

Se trata del seguimiento del estado de las poblaciones de avión común (*Delichon urbicum*) en ambientes urbanos, a partir de los censos visuales de sus nidos.

## ¿Qué problema real contribuye a transformar?

El proyecto pretende recabar información sobre las tendencias poblacionales y los requerimientos ecológicos del avión común. Se elabora una cartografía para estimar la población catalana de la especie y se calculan indicadores de su estado de conservación que podrán servir para

poder definir medidas de gestión y protección adecuadas.

## ¿Qué aprendizajes aporta a las personas y colectivos participantes?

El proyecto fomenta la participación social en la observación de la naturaleza y la ciencia y, en particular, acerca la ornitología a un público amplio y diverso a través de una metodología sencilla apta para todos los públicos. De esta manera, incentiva el vínculo entre personas y aves y fomenta el respeto hacia esta especie en concreto y el medio ambiente en general.



## ¿Cómo se organiza y qué metodología usa?

- **Censos.** Los voluntarios se encargan de censar una parte o la totalidad de un pueblo o ciudad (en núcleos urbanos pequeños, con pocos nidos de avión común, una sola persona puede cubrir toda el área). El recuento de nidos se realiza en mayo y/o del 15 de junio al 31 de julio. Cada persona o entidad elige participar en sólo uno o en ambos períodos de censo. Los datos del censo se introducen en la página web del proyecto antes del 15 de octubre.
- **Sesiones informativas y salidas.** Cualquier particular, colectivo u organización interesada en la divulgación del proyecto y sus resultados puede solicitar la realización de una charla divulgativa o una salida con un técnico especialista, para aprender la metodología de muestreo y conocer la especie y el funcionamiento del proyecto.
- **Comunicación de resultados.** Todos los resultados se sintetizan en forma de mapas, gráficos y tablas disponibles en la web del proyecto.

## ¿Qué impactos y resultados tiene?

- 18.329 nidos de avión común registrados en 2020
- 108 municipios censados en 2019



# Embajadores de la biodiversidad

Coordinación y apoyos: Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA)  
 Web del proyecto: <https://embajadoresdelabiodiversidad.cita-aragon.es/>  
 Año de inicio: 2019  
 Ámbito de intervención: Cultivos agrícolas y huertos urbanos/escolares

## ¿Qué es?

Es un proyecto que pretende recuperar el cultivo de variedades agrícolas tradicionales en Aragón y estudiar su crecimiento con la ayuda de agricultores/as y centros escolares, que plantan las semillas en sus huertos.

## ¿Qué problema real contribuye a transformar?

El banco de Germoplasma hortícola del CITA de Aragón almacena más de 300 tipos de semillas de variedades locales que, por razones diversas, se han dejado de cultivar con el paso del tiempo. En el propio centro se realizan estudios con estas variedades, pero el proyecto permite, además, estudiar el comportamiento, evolución y rendimiento de los cultivos en sus zonas de origen. Esto es imprescindible para la mejora del conocimiento sobre estas especies, realizar estudios de mejora genética y promover su recuperación como herramienta de dinamización de las zonas rurales, contribuyendo también a una agricultura más sostenible, diversa y adaptada a la región, en el actual contexto de cambio climático.

## ¿Qué aprendizajes aporta a las personas y colectivos participantes?

Agricultores/as y centros escolares se con-



vierten en los "embajadores de semillas". Para los escolares es especialmente interesante ya que adquieren nuevos conocimientos y habilidades, y entran en contacto con el método científico de forma práctica y atractiva, y aprenden sobre el ciclo reproductivo de la planta y sobre la biodiversidad local.

Para los agricultores y agricultoras puede suponer un redescubrimiento de estas variedades hortícolas locales y el retorno del proyecto es una futura dinamización de la economía rural potenciando la recuperación de estos productos con valor añadido.

## ¿Cómo se organiza y qué metodología usa?

- **Agricultores/as.** El proyecto les proporciona las semillas que plantarán en sus huertos y un dossier con los aspectos a valorar sobre la plantación de las semillas, evolución de las



plantas y calidad del producto final. Muchos de los agricultores y agricultoras participantes también son donadores de semillas de estas variedades locales al Banco de Germoplasma del CITA.

- **Centros educativos.** Los centros con huerto reciben semillas de variedades concretas de cultivo en función de su localización geográfica (haba y bisalto). En otoño las plantan y comienzan un seguimiento que realizan de forma quincenal durante el curso, rellenando unas fichas de datos sobre el crecimiento y fenología de la planta y las características de sus flores y frutos. Las fichas se envían por correo electrónico en mayo, a finales de curso. Vía web, la escuela dispone de materiales docentes adaptados a las distintas edades del alumnado.
- **Comunicación de resultados.** El proyecto realiza jornadas divulgativas con los participantes, centros escolares y otros colectivos interesados.

## ¿Qué impactos y resultados tiene?

- Más de 30 centros escolares participantes en menos de 1 año
- 2.000 alumnos/as participantes
- 43 agricultores/as cultivando variedades locales para el proyecto

# X-Polli:Nation

Coordinación y apoyos: The Open University (Reino Unido), Imperial College London (Reino Unido), Museo di Storia Naturale della Maremma (Italia)

Web del proyecto: <https://xpollination.org/>

Año de inicio: 2016

Ámbito de intervención: Jardines, huertos y espacios verdes urbanos

Tipo de público: escolar y público general

## ¿Qué es?

Es un proyecto que promueve que los ciudadanos, especialmente niños y jóvenes, creen y mantengan hábitats para los insectos polinizadores y hagan un seguimiento. La idea nació en Reino Unido, aunque el proyecto también se está llevando a cabo en Italia y está abierto a la participación de cualquier país. Está basado en la encuesta a gran escala Polli:Nation, que finalizó en 2019.

## ¿Qué problema real contribuye a transformar?

Ante el declive en las poblaciones de polinizadores, se quiere concienciar a la sociedad de su



importancia ecológica, su relación con la seguridad alimentaria y de la importancia de conservar hábitats que favorezcan la presencia de estos insectos beneficiosos. El proyecto también busca explorar cómo el aprendizaje en el exterior del aula y la Ciencia Ciudadana se pueden incorporar en las escuelas, e investiga cómo la inteligencia artificial puede contribuir a la monitorización del medio ambiente y el aprendizaje científico.

## ¿Qué aprendizajes aporta a las personas y colectivos participantes?

Las personas participantes aprenden a crear hábitats que potencian la presencia de abejas, mariposas y otros insectos polinizadores en espacios verdes (jardines, jardines escolares...). Los materiales educativos están disponibles en su sitio web (en inglés, para niños a partir de 7 años). A través de los materiales, los estudiantes aprenderán sobre las diferentes especies, el proceso de polinización, cómo crear y mantener el hábitat para promoverlas y aportarán datos a la investigación y la conservación.

## ¿Cómo se organiza y qué metodología usa?

- **X-Polli:Nation Survey.** Las escuelas participantes plantan flores para atraer polinizadores hacia el patio de la escuela, huerto o en cualquier espacio exterior con un área mínima de 1 m<sup>2</sup>. El proyecto les proporciona mezclas de semillas específicas para atraer abejas, mariposas y polinizadores en general, suficientes para plantar hasta 10 m<sup>2</sup>. Los escolares anotan una serie de características del hábitat antes y después de haber hecho esta mejora y realizan un mínimo de 3 muestreos entre abril y septiembre, identificando



los polinizadores que los visitan y haciendo fotografías. Se pueden descargar materiales docentes, el protocolo de muestreo y las fichas en la web, así como acceder a recursos educativos y de identificación.

- **Pollinator promise.** Se trata de que cualquier escuela, colectivo o persona haga una promesa de plantar especies para los polinizadores en un área de 1m<sup>2</sup>, en su balcón, jardín, patio de la escuela, en el trabajo, etc. y hagan crecer la iniciativa involucrando la gente de su entorno. La promesa se registra vía formulario web y queda recogida en un mapa global online.

## ¿Qué impactos y resultados tiene?

El proyecto X-Polli:Nation involucra, en Italia y Reino Unido

- 500 estudiantes en 20 escuelas

La encuesta Polli:Nation consiguió en el Reino Unido:

- Más de 35.200 m<sup>2</sup> de hábitat mejorado para los polinizadores
- 271 escuelas participantes
- 35.721 estudiantes implicados en el proyecto, de cuales 7.800 se implicaron de forma más regular
- 2.185 personas adultas implicadas
- 18.866 observaciones de polinizadores en 3 años
- Participación de escuelas primarias (58%), secundarias (16%) y de otras escuelas públicas (28%)

Juntos, el proyecto X-Polli:Nation y la encuesta Polli:Nation han conseguido hasta ahora:

- 1.946 promesas en ocho países y 4.569 m<sup>2</sup> de hábitat creados dentro de la iniciativa Pollinator Promise.

# Plant alert

Coordinación y apoyos: Centro de Agroecología, Agua y Resiliencia (Centre for Agroecology, Water and Resilience) de la Universidad de Coventry; y la Sociedad Botánica de Gran Bretaña e Irlanda (Botanical Society of Britain and Ireland).

Web del proyecto: <https://plantalert.org/>

Año inicio: 2019

Ámbito de intervención: Jardines en Gran Bretaña e Irlanda

## ¿Qué es?

Es un proyecto para la detección de plantas ornamentales no autóctonas que sean potencialmente invasoras (en Reino Unido e Irlanda). Se quiere implicar a la comunidad aficionada a la jardinería en la monitorización temprana de plantas potencialmente invasoras, puesto que se asume que las personas que cuidan jardines pueden ser las primeras en observar qué plantas tienen tendencia a crecer más que otras o expandirse por el jardín.

## ¿Qué problema real contribuye a transformar?

Las plantas invasoras no autóctonas causan grandes problemas a la biodiversidad, ecosistemas,



infraestructuras, agricultura y salud humana. La mayoría de estas plantas son ornamentales que empiezan reproduciéndose de forma no controlada en jardines y alcanzan hábitats naturales. Es común que lleve mucho tiempo (unos 100 años de media) observar que una planta ornamental se ha convertido en invasora.

El proyecto permite la detección temprana de plantas potencialmente problemáticas, limitando el riesgo de que se conviertan en invasoras.

## ¿Qué aprendizajes aporta a las personas y colectivos participantes?

El programa permite a las personas participantes conocer la problemática de las especies invasoras y saber cuáles se encuentran en su área.

Además, proporciona información a quienes cuidan un jardín sobre cuáles son las mejores plantas para plantar allí, y cuáles pueden ser difíciles de gestionar.



# 8

## ¿Cómo se organiza y cuál es la metodología utilizada?

- **Censo:** las personas participantes detectan plantas ornamentales potencialmente invasoras y rellenan un cuestionario web sobre éstas, que incluye su localización y fotografías. Este censo es revisado, interpretado y conservado en un archivo de la Botanical Society of Britain and Ireland, que lo utilizará para rastrear cambios en la distribución de las plantas.
- **Comunicación de resultados:** los resultados se pueden consultar en la página web, incluyendo una lista de las especies observadas con mayor frecuencia. Una vez al año se publica un resumen de todos los datos recibidos que se publica en la web y en el boletín de noticias de la Botanical Society of Britain and Ireland. El proyecto tiene también una cuenta de Twitter activa con cientos de seguidores (@PlantAlert).

## ¿Qué impactos y resultados tiene?

- 300 participantes
- 438 observaciones registradas
- 176 especies potencialmente invasoras detectadas



# Programa de seguimiento de ratpenats

9

Coordinación y apoyos: Programa de seguimiento de ratpenats (programa de seguimiento de murciélagos) del Museo de Ciencias Naturales de Granollers, Generalitat de Catalunya y Diputación de Barcelona. En colaboración con la asociación Galanthus.

Web del proyecto: <https://www.ratpenats.org/>

Año de inicio: 2019

Ámbito de intervención: Todos los hábitats de Catalunya, incluyendo espacios urbanos

## ¿Qué es?

Es un programa de seguimiento de murciélagos que busca crear una imagen completa del conjunto de poblaciones de quirópteros. El proyecto anima a la ciudadanía a 1) crear cajas nido, contar los ejemplares y especies de murciélagos que la ocupan gracias a una cámara endoscópica; 2) llevar a cabo estaciones de escucha y detección de ultrasonidos; 3) hacer censos en ríos para contar murciélagos de agua y 4) inspeccionar refugios como cuevas, minas, antiguas cabañas o edificios para hacer el seguimiento de colonias.

## ¿Qué problema real contribuye a transformar?

Debido a la falta de bosques maduros, árboles viejos y en creciente presencia de hábitats alterados, la disponibilidad de refugios naturales ha disminuido drásticamente. Las cajas refugio son una medida compensatoria temporal, que a la vez permite aportar información sobre la cantidad de ejem-



plares y tipos de especies de murciélagos. Las colonias cavernícolas y los murciélagos ribereños son muy vulnerables a la actividad humana y la transformación de los hábitats, y junto con las estaciones de escucha podemos llevar a cabo un seguimiento cuidadoso de sus poblaciones.

## ¿Qué aprendizajes aporta a las personas y colectivos participantes?

El proyecto sensibiliza a las personas participantes acerca de la conservación de la biodiversidad, en particular sobre la conservación de un animal no siempre popular como es el murciélago.



## ¿Cómo se organiza y qué metodología usa?

- **Capacitación:** Periódicamente se organizan jornadas de capacitación para facilitar los conocimientos necesarios a la ciudadanía para llevar a cabo el protocolo del proyecto.
- **Construcción de cajas:** Las personas participantes, mediante un tutorial, pueden construir cajas nido, aprender a utilizar detectores de ultrasonidos, revisar colonias utilizando los mejores métodos y detectar los murciélagos de agua en vuelo con sólo una linterna.
- **Censos:** Hay cuatro tipos de censos:
  - **QuiroCaixes:** A través de una cámara endoscópica que se introduce en la caja refugio se recopilan datos sobre las especies y la cantidad de murciélagos que viven a lo largo del año, si crían o si hibernan.
  - **QuiroRius:** Con sólo una linterna de mano se contabilizan los murciélagos de agua que están cazando o desplazando por encima de ríos u otros cursos fluviales.
  - **QuiroHabitats:** Con un detector de ultrasonidos automático de bajo coste se realizan estaciones de escucha y grabación durante noches enteras en cualquier ambiente (urbano, rural o natural) y se identifican las especies a posteriori a través de los sonogramas, utilizando software libre.

- **QuiroRefugis:** Mediante fotografía, vídeo o conteo directo se lleva a cabo un seguimiento cuidadoso de las colonias de murciélagos que se encuentran en edificios históricos como iglesias, iglesias, casas, etc. así como colonias presentes en minas y cuevas.
- **Comunicación:** La información sobre el desarrollo del proyecto se publica en la web, donde se puede consultar toda la información relativa a la red de seguimiento. También se publica información en las redes sociales y se difunde a través de un boletín de noticias.

## ¿Qué impactos y resultados tiene?

- 198 personas participantes registradas
- >350 estaciones acústicas, >75 ríos muestreados; 1135 cajas y >300 refugios.
- 10 jornadas de capacitación



# SoilSkin. La piel viva del suelo

Coordinación y apoyos: Universidad Autónoma de Madrid (UAM) y Museo Nacional de Ciencias Naturales (MNCN-CSIC). Con la colaboración de Fundación Española para la Ciencia y Tecnología (FECYT)- Ministerio de Ciencia, Innovación e Universidades

Web del proyecto: <https://ebryo.com/soilskin/>

Año inicio: 2020

Ámbito de intervención: Coberturas biológicas del suelo de la península ibérica.

Tipo de público: general y escolar (ESO y bachillerato)

## ¿Qué es?

Es un proyecto que busca hacer un seguimiento de la salud del suelo, analizando las coberturas biológicas del suelo (musgos, líquenes y algas) y su distribución, conservación y funciones ecosistémicas. Así mismo, pretende que los ciudadanos conozcan la importancia de estos ecosistemas y ayuden a los científicos a explorar dónde crecen y qué amenazas de conservación enfrentan.

## ¿Qué problema real contribuye a transformar?

Las comunidades biológicas ayudan a mantener los suelos sanos y pueden contribuir a mitigar los efectos del cambio climático. En un contexto de presión humana sobre el medio ambiente, se hace necesario monitorizar la salud de estos

ecosistemas, su vulnerabilidad y su potencial de recuperación.

## ¿Qué aprendizajes aporta a las personas y colectivos participantes?

El proyecto da a conocer a las personas participantes la importancia las coberturas biológicas del suelo (en relación a la erosión y otros conceptos) e incentiva el cambio de la percepción generalizada de que la conservación de la naturaleza consiste tan sólo en proteger especies y paisajes llamativos.

## ¿Cómo se organiza y qué metodología utiliza?

- Talleres y actividades educativas: Se organizan actividades, principalmente en la Comu-



nidad de Madrid, para conocer el proyecto, su temática y aprender a participar en él.

- Programa didáctico: Con explícita voluntad educativa, SoilSkin propone tres actividades dirigidas a estudiantes de ESO y bachillerato, para que conozcan las coberturas biológicas del suelo.
- Censos: Cuenta con una aplicación móvil (eBryoSoil, disponible para Android), a través de la cual cualquier persona que haya participado en las actividades educativas puede re-



gistrar dónde se desarrollan las comunidades biológicas del suelo. Los datos recopilados mediante esta aplicación servirán para saber dónde crecen estas comunidades y dónde son más abundantes. Además, también servirá para averiguar qué comunidades están en riesgo y cuáles necesitamos proteger.

- Información compartida: El desarrollo del proyecto se va compartiendo a través de redes sociales y se difunde, asimismo, en los talleres y actividades educativas.

## ¿Qué impactos y resultados tiene?

- 500 personas participantes en las actividades presenciales y en torno a 200 en las charlas y actividades en línea.
- 200 imágenes recogidas y en torno a 70 localidades muestreadas en toda la península Ibérica
- 24 localidades muestreadas para la medición detallada de la salud y las funciones ecosistémicas de las comunidades del suelo

# Plant\*tes: Flora urbana i al·lèrgia

11

Coordinación y apoyos: Punt d'Informació Aerobiològica (PIA) del Instituto de Ciencia y Tecnología Ambientales (ICTA-UAB) y Departamento de Biología Animal, Biología Vegetal y Ecología (BABVE) de la Universidad Autónoma de Barcelona. En colaboración con el Departamento de Botánica de la Universidad de Granada.

Web del proyecto: <http://www.planttes.com/>

Año de inicio: 2015 (con App des de 2017)

Ámbito de intervención: Espacios urbanos preferentemente, pero también ambientes abiertos (en la versión actual, preferentemente en el área mediterránea)

## ¿Qué es?

Planttes es un proyecto de Ciencia Ciudadana que pretende elaborar un mapa de riesgo de alergia al polen mediante la observación del estado fenológico (sin flor, presencia de flor cerrada, de flor abierta y / o de fruto) de plantas del entorno que causan alergia.

## ¿Qué problema real contribuye a transformar?

A partir de las observaciones del estado de las plantas se interpreta si se encuentran en fase de emisión de polen al medio y si, en consecuencia, pueden estar causando alergia a personas que son sensibles. Planttes ayuda a mejorar la calidad de vida de las personas que sufren alergia al polen ya que permite crear mapas de riesgo personalizados para identificar las zonas urbanas donde los niveles de polen son más elevados.

## ¿Qué aprendizajes aporta a las personas y colectivos participantes?

El proyecto permite conocer algunas de las plantas más habituales de nuestras ciudades y pueblos que pueden causar alergias respiratorias y el aspecto que presentan cuando pueden afectar a las personas alérgicas. Asimismo, permite solidarizarse con el colectivo de afectados porque, aportando información, hace posible comprender mejor la relación entre el medio ambiente y las enfermedades alérgicas y así ayudar a mejorar

la calidad de vida de las personas que las padecen. También aporta oportunidades formativas de cara a la enseñanza.

## ¿Cómo se organiza y qué metodología usa?

- **Mapeo:** Las personas participantes, a iniciativa propia, observan el estado fenológico de las plantas de su entorno, registran (marcan la ubicación) de un tipo de planta (de entre un listado pre-existente) y, periódicamente, informan de en qué fase se encuentra. Si pasa demasiado tiempo y hay que actualizar el registro de los datos fenológicos, aparece un aviso en el mapa para que las personas participantes visiten de nuevo la planta e informen sobre su estado. El sistema traduce la información indicada en un punto sobre el mapa, que será de color verde (riesgo bajo) si no hay flor o hay fruto, de color naranja (atención, riesgo creciente) si la flor está cerrada y de color rojo (riesgo máximo) si la flor está abierta.
- **Validación:** Las aportaciones de las personas participantes son validadas por una comunidad científica gracias a que el sistema les pide que envíen una fotografía del detalle de la planta.
- **Talleres de Ciencia Ciudadana:** Periódicamente, se organizan talleres para familiarizarse con el proyecto y la App para explicar la problemática que resuelve y las oportunidades formativas que ofrece.

- **Comunicación de los resultados:** A través del mapa de la web y la App se pueden ver tanto el estado fenológico de las plantas en el momento de la consulta como los cambios fenológicos registrados para cada planta a lo largo del tiempo.

## ¿Qué impactos y resultados tiene?

- Proyectos educativos en 6 escuelas, 8 institutos, 4 centros cívicos y bibliotecas
- Más de 10 eventos de Ciencia Ciudadana realizados
- 400 aportaciones a la base de datos



# Ocells dels jardins

Coordinación y apoyos: Institut Català d'Ornitologia (ICO)  
 Web del proyecto: <https://www.ocellsdelsjardins.cat/>  
 Año de inicio: 2010  
 Ámbito de intervención: Espacios urbanos, parques y jardines de Cataluña

## ¿Qué es?

Es un proyecto que estudia la distribución de los pájaros presentes en los jardines y espacios verdes urbanos de toda Cataluña.

## ¿Qué problema real contribuye a transformar?

Las observaciones aportadas por las personas participantes permiten construir una gran base de datos sobre la presencia, abundancia y distribución de las aves que habitan en los pueblos y ciudades de Cataluña, y hacer un seguimiento a lo largo del año y en el tiempo. Toda esta información contribuye a resolver preguntas sobre las migraciones de los pájaros en función de los cambios en el clima, los hábitos de alimentación de los pájaros, cómo afecta el desarrollo urbano en la capacidad de las aves para vivir en la ciudad, el papel que juegan los jardines en pequeños pueblos y zonas rurales, etc.

## ¿Qué aprendizajes aporta a las personas y colectivos participantes?

Las personas participantes aprenden a identificar las especies más comunes de pájaros, tienen acceso a toda la información pública vía web y pueden aprender con las observaciones del resto de la comunidad. También hay una galería de imágenes que fomenta el aprendizaje. El proyecto permite una aproximación a la ornitología apta para todos los públicos, de forma sencilla y desde el entorno más cercano.

## ¿Cómo se organiza y qué metodología usa?

- **Introducción de observaciones.** Cualquier participante que se registre en el portal de



Ocells de Jardins puede introducir datos de observaciones en cualquier momento del año. El observador debe dar de alta un jardín, balcón, huerto, espacio concreto de un parque urbano, etc. que esté bien delimitado en el espacio. Puede crear tantos jardines como quiera muestrear y debe indicar una serie de características. Después introduce el número máximo de individuos diferentes de todas las especies de aves que detecta durante un intervalo de tiempo definido. No hay una periodicidad establecida para hacer los recuentos; se pueden hacer todos los días, una vez al mes o de forma puntual, aunque se recomienda que todos participen durante el último fin de semana de enero y el último fin de semana de mayo (por el período invernal y de nidificación, respectivamente) y que las series de observaciones sean lo más largas posibles.

- **Comunicación de resultados.** Todos los datos recopilados se pueden consultar en la web del proyecto.

## ¿Qué impactos y resultados tiene?

- Cerca de 25.000 contribuciones entre enero y octubre de 2020
- 1.590 jardines registrados en toda Cataluña

# Liquencity

Coordinación y apoyos: Real Jardín Botánico (RJB-CSIC), Nodo Nacional de Información en Biodiversidad (GBIF España), Institut de Ciències del Mar (ICM-CSIC) y Centro de Investigación Ecológica y Aplicaciones Forestales CREA.

Web del proyecto: <https://liquencity.org/cat/>

Año de inicio: 2018

Ámbito de intervención: Espacios urbanos de Madrid y Barcelona

## ¿Qué es?

Es un proyecto que utiliza los líquenes como bioindicadores de la calidad ambiental de nuestras ciudades. Con la participación de la ciudadanía y un equipo experto en líquenes, se identifican los líquenes que viven en Madrid y Barcelona y se relacionan con la calidad del aire. Actualmente el proyecto ya ha finalizado en Barcelona y se mantiene activo en Madrid, bajo la coordinación del GBIF.

## ¿Qué problema real contribuye a transformar?

Con los datos aportados desde los diferentes distritos de Madrid y Barcelona se dispone de un inventario detallado de las comunidades liquenáceas urbanas, que se integra en la plataforma GBIF. A partir de estos datos se han realizado mapas de la contaminación atmosférica de estas dos ciu-

dades. Los resultados permitirán dar recomendaciones que puedan ser implantadas en los planes de uso y gestión de las ciudades, para mitigar los niveles de ciertos contaminantes.

La continuidad del proyecto en el tiempo permitirá monitorizar cambios y evaluar si las medidas adoptadas para mitigar la contaminación atmosférica son efectivas. A su vez, el proyecto concientiza a la población urbana acerca de la incidencia de la contaminación atmosférica en la salud.

## ¿Qué aprendizajes aporta a las personas y colectivos participantes?

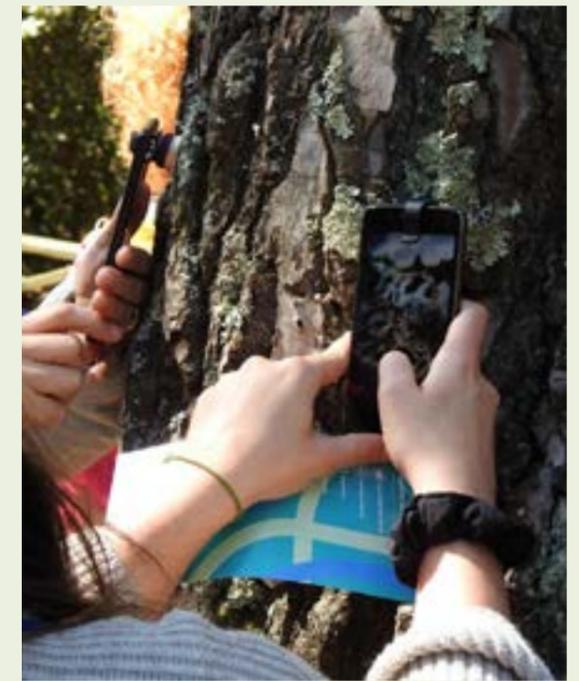
Las personas participantes aprenden a identificar las especies de líquenes epífitos que encontramos en la ciudad y toman conciencia sobre los efectos de los contaminantes atmosféricos y su incidencia en la salud.



## ¿Cómo se organiza y qué metodología usa?

- **Muestreo de líquenes.** Las personas participantes buscan líquenes epífitos que crecen en los troncos de los árboles a cualquier punto de la ciudad, en la calle, en parques... En concreto, 10 especies en Barcelona y 9 especies en Madrid, que tienen diferentes grados de tolerancia a la contaminación atmosférica. Una vez identificada la especie, toman una foto de esta y cuelgan la información de la observación en el proyecto LiquenCity dentro de la plataforma Natusfera. Cualquier persona o colectivo interesado puede participar siguiendo la metodología de muestreo y la guía de identificación de los líquenes que se puede consultar en la web.

Los centros escolares de ESO, bachillerato y formación profesional disponen, además, de materiales docentes para explicar el proyecto, de la coordinación de la actividad con un educador ambiental y de material (lupa para móviles y cinta métrica) para hacer los muestreos. Las observaciones de los escolares son revisadas por un equipo experto en líquenes que también complementan el estudio realizando muestreos sistemáticos.



## ¿Qué impactos y resultados tiene?

- 23 centros educativos participantes en Barcelona y 29 en Madrid



# Programa de conservación de odonatos

14

Coordinación y apoyos: Centro de Estudios Ambientales de Vitoria-Gasteiz  
 Web del proyecto: [https://www.vitoria-gasteiz.org/wb021/was/contenidoAction.do?idioma=es&uid=u39e55291\\_14ac2d076fb\\_\\_7f75](https://www.vitoria-gasteiz.org/wb021/was/contenidoAction.do?idioma=es&uid=u39e55291_14ac2d076fb__7f75)  
 Año de inicio: 2014  
 Ámbito de intervención: Municipio de Vitoria-Gasteiz

## ¿Qué es?

Se trata de un seguimiento de odonatos en puntos permanentes de muestreo, tanto urbanos (estanques y lagos artificiales) como periurbanos (ríos y lagunas naturales) del municipio de Vitoria-Gasteiz, con el fin de conocer la distribución y dinámica poblacional de las diferentes especies, detectar enclaves relevantes y promover su conservación.

## ¿Qué problema real contribuye a transformar?

El objetivo de este programa de conservación es ampliar el conocimiento sobre la ecología, com-

portamiento y áreas de distribución de las libélulas y caballitos del diablo que viven asociadas a los sistemas acuáticos presentes en el entorno de Vitoria-Gasteiz. Actualmente son uno de los grupos de biodiversidad más amenazados debido a la desecación y contaminación de las masas de agua, por lo que conocer su dinámica poblacional y localizar los enclaves más relevantes para las especies más amenazadas o de interés es clave para establecer medidas de conservación y valorar si la renaturalización de estos ambientes favorece la presencia y aumento de las poblaciones de odonatos. En este sentido, se ha



constatado que la renaturalización de uno de los estanques urbanos, en el año 2016, propició el establecimiento de 11 especies de odonatos.

## ¿Qué aprendizajes aporta a las personas y colectivos participantes?

Las personas participantes aprenden a identificar las especies de odonatos y toman conciencia de la importancia de mantener en buen estado los puntos de agua y de la biodiversidad que albergan en espacios urbanos y periurbanos. El programa de conservación engloba acciones de sensibilización ambiental para el público general: desde exposiciones sobre odonatos hasta recorridos naturalísticos para ver ejemplares y cursos de identificación.

## ¿Cómo se organiza y qué metodología usa?

- **Censos de odonatos.** Las personas participantes solicitan una parcela de estudio en la que hay una zona de agua y realizan un mínimo de 4 visitas anuales, entre mayo y octubre. Tienen a su disposición una guía de identificación de las especies, un grupo de WhatsApp donde pueden consultar dudas con el coordinador del proyecto, y una ficha de campo donde anotan el número de individuos de cada especie y si observan

reproducción. Los datos y fotografías que obtengan las introducen en el portal Orni-tho Euskadi vía web o desde su App móvil NaturaList.

- **Comunicación de resultados.** En la web del proyecto se publican las memorias anuales de resultados y se pueden consultar los mapas de observaciones de cada año.

## ¿Qué impactos y resultados tiene?

- Más de 20 puntos de muestreo anuales
- 16 personas participantes en 2019
- 41 especies de odonatos detectadas en 6 años de seguimiento



# Projecte rius

15

Coordinación y apoyos: Associació Hàbitats.

Web del proyecto: [www.projecterius.cat/el-projekte/](http://www.projecterius.cat/el-projekte/)

Año de inicio: 1997

Ámbito de intervención: Conjunto de cuencas fluviales de Cataluña. Actualmente, el proyecto también se desarrolla en la Comunidad Valenciana, Galicia, Madrid, Cantabria y Portugal, impulsado por entidades de cada región bajo el nombre de Red Proyecto Ríos.



## ¿Qué es?

Projecte Rius es un proyecto de Ciencia Ciudadana que quiere estimular la participación activa de la sociedad en la conservación y mejora de los ríos. Fomenta el acercamiento de las personas al medio y permite conocer las características de los ecosistemas fluviales, la biodiversidad, los valores ecológicos y socioculturales, así como los problemas que padecen y qué se puede hacer para mejorarlos. El proyecto se estructura en tres líneas de trabajo: la inspección de ríos, la adopción y custodia de espacios fluviales y las actividades de educación ambiental.

## ¿Qué problema real contribuye a transformar?

Los ríos son uno de los ecosistemas naturales más degradados y lo son especialmente en los tramos de ríos cercanos a los núcleos urbanos. El proyecto emerge para contribuir a transformar la

concepción simplista de los cursos fluviales que obvia el conjunto de servicios ecosistémicos y los valores vinculados a la biodiversidad. El proyecto contribuye a disponer de datos sistematizados y periódicos sobre la calidad y el estado de los ríos y arroyos de Cataluña a partir de las inspecciones y análisis hidromorfológicos, fisicoquímicos y biológicos que realizan las personas y colectivos participantes.

## ¿Qué aprendizajes aporta a las personas y colectivos participantes?

El proyecto contribuye, con voluntad explícita de ser una herramienta de educación ambiental, al conocimiento ya la conservación de los ríos, y promueve especialmente la implicación de la sociedad en la gestión directa de los espacios fluviales, poniendo en marcha y compartiendo iniciativas para la mejora de los ríos y del entorno de ribera.

## ¿Cómo se organiza y qué metodología usa?

- **La inspección.** Las personas participantes se comprometen a realizar dos inspecciones anuales a un tramo de río de 500 metros que ellos mismos han elegido. Una vez se ha realizado su inspección se envían los datos a la coordinación del Projecte Rius, mediante el espacio web. La Associació Hàbitats proporciona a los grupos la metodología de inspección, los materiales necesarios y una formación inicial.
- **La adopción.** Aquellos grupos de voluntarios y voluntarias que deseen comprometerse más activamente con el tramo de río donde realizan las inspecciones pueden "adoptarlo" e iniciar así un proyecto de custodia del territorio, con el objetivo de conservar y mejorar de forma más exhaustiva y decidida el río y su entorno, realizando en ella diferentes acciones participativas de gestión ambiental y social.

## ¿Qué impactos y resultados tiene?

- 214 grupos participantes; 6.121 personas voluntarias implicadas
- 355 inspecciones a ríos de Cataluña
- 115 km de ríos analizados en 2019



# Acción educativa

Características educativas de los proyectos de Ciencia Ciudadana

Los proyectos de Ciencia Ciudadana tienen un potencial educativo y transformador muy significativo para las personas participantes, las comunidades y el entorno próximo. Pueden convertirse en motores de cambios comunitarios y de iniciativas de protección del entorno natural y la biodiversidad, más allá de constituir instrumentos de investigación participativos muy útiles para el conocimiento científico de nuestro entorno.

A continuación, identificamos unas características y atributos que fortalecen esta voluntad educativa de los proyectos, actuando de facilitadores de planteamientos vinculados a la Educación para la Sostenibilidad.

La presencia de uno o de más de uno de los elementos que seguidamente se detallan, facilita el uso o la conversión de un proyecto participativo de investigación en una herramienta educativa muy interesante, especialmente para grupos escolares, grupos de educación en el tiempo libre o entidades y colectivos del ámbito de la educación.

## ¿Cuáles son los atributos y aspectos que pueden favorecer que un proyecto de Ciencia Ciudadana se convierta, al mismo tiempo, en un proyecto educativo y transformador?

### TRABAJAR SOBRE PROBLEMAS REALES

**Proyectos que brindan situaciones de aprendizaje muy significativas para los y las participantes.**

Los proyectos de Ciencia Ciudadana se caracterizan por trabajar sobre retos y problemas reales, con rigor en el método y en el contenido. Comparten esta voluntad las metodologías y corrientes de aprendizaje activo basadas en el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) o el Aprendizaje Servicio (ApS), que buscan alejarse de simulaciones o contextos de aprendizaje más forzados.

Para estas corrientes educativas, la Ciencia Ciudadana se convierte en un contexto de aprendizaje muy significativo y motivador, a través del cual, los y las participantes se ponen en contacto con un reto o una situación problematizada. En estas metodologías la motivación es esencial, así como la búsqueda activa de información, o la misma identificación de las necesidades de aprendizaje de las personas participantes en el proyecto de Ciencia Ciudadana que les ha de permitir comprender mejor el reto y participar en la su resolución.

*El proyecto "Observadores del Mar" propone a los y las participantes contribuir en varios proyectos vinculados a problemáticas ambientales marinas, como la presencia de los microplásticos y los residuos, el calentamiento global o la alteración de hábitats subacuáticos, proponiendo un aprendizaje e inmersión en las causas, efectos y consecuencias de estas problemáticas*

## PROMOVER LA VOCACIÓN CIENTÍFICA

**Proyectos que favorecen la reflexión sobre el valor y el impacto de la investigación.**

Identificamos proyectos de Ciencia Ciudadana que incorporan una metodología que facilita la reflexión sobre la naturaleza propia de la ciencia, ayudando a promover vocaciones científicas, nuevas perspectivas, curiosidades e intereses entre las personas participantes.

Son proyectos que aportan un acercamiento participativo y crítico a la ciencia, promoviendo la idea de que todo el mundo puede contribuir al desarrollo de investigaciones relevantes.

Asimismo, son proyectos que siguen las fases del método científico, y dan valor y significado a cada una de las etapas del proceso de investigación a través de procesos reflexivos. De esta manera, las personas participantes son especialmente conscientes del impacto de la investigación y de su contribución a la misma.

Otro aspecto a considerar en este ámbito es el aprendizaje vinculado al uso y manejo de plataformas digitales utilizadas en algunos de los proyectos de Ciencia Ciudadana que nutren bases de datos más globales. Los y las participantes dominan estas plataformas abiertas (o adaptadas a las características de los participantes, en algunos casos), llegando a poder diseñar sus propios proyectos de Ciencia Ciudadana en función de sus posibilidades y entornos.

**En el proyecto "X-Polli:Nation", los escolares participantes se implican en la reflexión, intervienen siguiendo el método científico y utilizan plataformas digitales de Ciencia Ciudadana. Ellos y ellas deciden donde plantarán las flores, qué polinizadores quieren atraer con estas, preparan el terreno, consiguen las semillas, las plantan y las ven crecer, hacen el seguimiento de los polinizadores, envían los datos y debaten los resultados en el aula.**

## INCLUIR UNA DIMENSIÓN GRUPAL

**Proyectos que tienen una estructura que facilita la vinculación de procesos de aprendizaje grupales.**

Identificamos proyectos de Ciencia Ciudadana que son especialmente adecuados para participar en grupos estables de personas, especialmente niños y jóvenes de centros educativos. Más allá de los proyectos que se dirigen a un amplio abanico de participantes (personas expertas, aficionadas o apasionadas en la temática, estudiantes universitarios, alumnado de centros escolares, etc.), proyectos que por su diseño facilitan una participación continuada en el tiempo (y no solo puntual), y proyectos que disponen de materiales didácticos muy visuales y atractivos para facilitar la participación en la investigación.

Los proyectos con un planteamiento de dimensión grupal son proyectos que, a lo largo de sus fases, invitan a debatir y reflexionar en grupo, a identificar el problema o reto a resolver y a conocer más aspectos de este. Contemplan espacios de valoración de etapas y aprendizajes alcanzados, y que sirven también para orientar nuevos objetivos.

Son proyectos especialmente adaptables a la dimensión y gestión grupal, permitiendo la distribución de tareas entre los y las participantes de un grupo, incorporando el valor del trabajo colaborativo y el aprendizaje social.

**Proyectos como "PlantAlert", de seguimiento y alerta de plantas invasoras relacionadas con los jardines y parques, son especialmente adecuados para el trabajo colaborativo y en grupos de participantes. Mientras un grupo investiga sobre qué plantas son consideradas invasoras, otros exploran las reflexiones sobre si las plantas no autóctonas son un problema para el entorno, y otros planifican una identificación sistemática sobre plano en los parques cercanos al centro educativo.**

## CREAR VÍNCULOS EMOCIONALES

### *Proyectos que contribuyen a despertar la conciencia de las personas participantes*

Identificamos proyectos de Ciencia Ciudadana, en los que el solo hecho de participar en ellos, aunque sea a diferentes niveles, ya representa un cambio en los valores, actitudes y estilos de vida de las personas participan-

tes. Los conocimientos adquiridos asociados a la investigación, y sobre todo los lazos emocionales y los vínculos significativos con la temática, el objeto y finalidad de la investigación, favorecen cambios notables en las personas participantes y en su entorno.

Especialmente en proyectos vinculados a la conservación de la biodiversidad y la naturaleza, las personas participantes establecen un vínculo emocional con la temática objeto de la investigación, despertando la conciencia para la protección y el cuidado del mismo.

*El "Proyecto Orenetes" (Proyecto golondrinas) de seguimiento de la nidificación de aves, favorece por su naturaleza, un acercamiento a estos animales, creando un vínculo emotivo que impacta en la conciencia de los y las participantes.*



## FOMENTAR EL TRABAJO EN RED

### *Proyectos que faciliten el trabajo compartido entre centros de investigación, centros educativos, entidades y colectivos.*

Identificamos proyectos de Ciencia Ciudadana que, por su planteamiento, impulsan un trabajo en red que pone en contacto estrecho los centros de investigación universitarios con los centros educativos y el mundo asociativo, facilitando una relación que puede hacer surgir nuevas iniciativas y nuevos proyectos que incorporen, al mismo tiempo, miradas científicas y educativas.

El contacto entre las entidades impulsoras de los proyectos y las personas participantes, durante toda su actuación, es vital para garantizar la vinculación emocional y operativa con los proyectos. Pero más allá de esta relación bilateral, el planteamiento del trabajo en red adquiere más dimensiones.

El trabajo en red propicia una apertura de la Ciencia Ciudadana, promoviendo los procesos de participación y toma de conciencia en la comunidad educativa (centros, profesorado, equipos, alumnado y familias). Asimismo, explora la posibilidad de que los niños y jóvenes contribuyan con sus acciones al desarrollo de otras investigaciones. Pone en contacto profesionales de otros ámbitos con niños y jóvenes, más allá de los educadores/as y profesores/as de referencia. En síntesis, establece un marco de reciprocidad y de transferencia de conocimiento entre centros de investigación, centros educativos y mundo asociativo.

*El programa de seguimiento de murciélagos ("Programa de Seguiment de Ratpenats") en parques urbanos está impulsados por instituciones con voluntad divulgativa, asociaciones naturalistas y administraciones. Asimismo, el proyecto "Embajadores de la Biodiversidad", aunque está impulsado exclusivamente desde el ámbito científico, pone en común centros de investigación, agricultores y centros escolares-alumnos/as. Todos los actores trabajan conjuntamente, se relacionan y se benefician de la sinergia creada.*



## IMPULSAR EL COMPROMISO Y SERVICIO A LA COMUNIDAD

### **Proyectos que estimulen la acción y compromiso con la biodiversidad**

Los niños, niñas y jóvenes de un centro educativo pueden promover un cambio en su entorno partiendo evidencias científicas recogidas a través del proyecto de Ciencia Ciudadana, ya que son estas evidencias recogidas con rigor científico las que les permiten identificar y razonar el tipo de mejoras a realizar.

Los proyectos de Ciencia Ciudadana invitan a movilizar los conocimientos adquiridos, las habilidades y competencias para mejorar el entorno natural o social del ámbito de la investigación. Desde esta perspectiva, los proyectos de Ciencia Ciudadana pueden transformarse en verdaderos promotores de una investigación al servicio de la comunidad y el entorno natural de donde viven los niños y jóvenes participantes.

Esta dimensión de los proyectos de investigación y de Ciencia Ciudadana, se vincula con la mirada educativa del Aprendizaje Servicio. A pesar de la diversidad de definiciones y concepciones sobre el Aprendizaje Servicio (ApS), lo podemos definir como una propuesta educativa que combina procesos de aprendizaje y de servicio a la comunidad en un solo proyecto bien articulado en el que los participantes se forman trabajando sobre necesidades reales del entorno con el objetivo de mejorarlo. Así pues, el Aprendizaje Servicio parte de elementos tan conocidos como son el servicio voluntario a la comunidad (o mejora del medio natural) y la adquisición de

aprendizajes. Es gracias a la relación circular que se establece entre ellos que se genera una nueva realidad que intensifica los efectos de cada uno.

Profundizando en elementos de compromiso y de servicio a la comunidad, identificamos tres grupos de características y atributos:

#### **A) FOMENTAR LA ACCIÓN LOCAL**

##### **Proyectos que facilitan la acción local relacionada con la temática de la investigación.**

Identificamos proyectos de Ciencia Ciudadana que, más allá de la investigación realizada, favorecen el impulso de acciones locales sencillas relacionadas con el ámbito y la temática de la investigación allá donde se ha participado. Son acciones que a pesar de surgir de temáticas globales, tienen dimensiones locales en el contexto y entorno cercano de las personas participantes,

*El proyecto del observatorio ciudadano de mariposas urbanas "uBMS" propone la identificación de mariposas a través de transectos o paseos por parques urbanos. Grupos de centros educativos, que han trabajado el mundo de las mariposas y de los insectos en general, dan continuidad al proyecto en su entorno más cercano con la construcción de un jardín de mariposas o de un hotel de insectos en el patio escolar.*

centradas en mejorar la biodiversidad en algún aspecto más o menos vinculado al ámbito de la investigación realizada.

#### **B) INCENTIVAR LA SENSIBILIZACIÓN CIUDADANA**

##### **Proyectos que facilitan la elaboración de campañas de sensibilización ciudadana.**

Identificamos proyectos de Ciencia Ciudadana en el campo de la biodiversidad, que por la temática que abordan o por los resultados de búsqueda que obtienen, son fácilmente utilizables como origen de una campaña ciudadana de sensibilización. Los y las participantes aplican los conocimientos adquiridos durante la investigación, como contenidos para diseñar una acción de sensibilización ciudadana.

Los y las participantes adquieren la voluntad y el compromiso que la investigación tenga incidencia en la realidad cercana, con voluntad de cambiarla.

#### **C) PROMOVER LA ADOPCIÓN DE ESPACIOS**

##### **Proyectos que facilitan la adopción y la custodia de espacios naturales.**

Identificamos proyectos de Ciencia Ciudadana que, después de utilizar determinados espacios o contextos para observar la naturaleza y obtener datos, promueven la adopción de estos espacios (tramos de río, jardines urbanos, glorietas o rotondas municipales, patios escolares...) entre las personas participantes para su conservación y mejora. Los y las participantes, después de observar los elementos naturales de estos espacios y de aprender contenidos relacionados, están invitados a hacer propuestas de conservación y de mejora del entorno natural, empoderándose haciendo propuestas de gestión de bienes y espacios públicos.

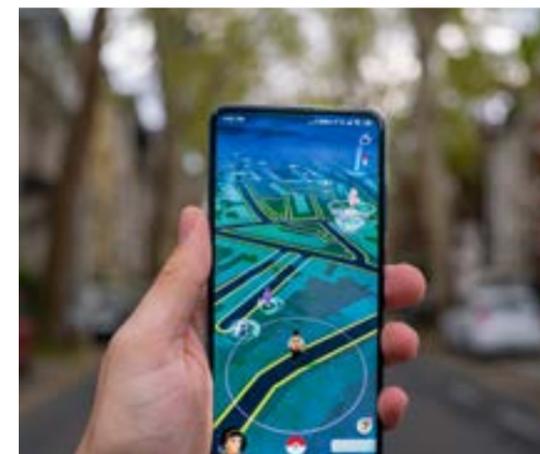
*El proyecto "LiquenCity" propone el monitoreo y seguimiento de los líquenes en las ciudades como bioindicadores de la calidad de aire. Los grupos de los centros educativos participantes toman conciencia acerca de los efectos de los contaminantes atmosféricos y la incidencia sobre la salud de los seres vivos, incluidos los seres humanos. Este planteamiento facilita la continuación del proyecto con la creación de campañas de sensibilización ciudadana en torno a la contaminación por parte de los participantes, o de propuestas concretas y locales para reducir las emisiones de gases contaminantes.*

*El "Proyecto Rius" propone diagnosticar la calidad de los ríos, al tiempo que con la misma metodología y estructuración de etapas, invita a adoptar el tramo de río que se estudia periódicamente, implicándose en su gestión y mejora ambiental.*

# Las sinergias de la realidad aumentada

El reto de incorporar la RA a la Ciencia Ciudadana

El éxito mundial de Pokémon Go, un videojuego de realidad aumentada (RA), pone en evidencia el potencial de estas tecnologías para el desarrollo de proyectos con fines de educación ambiental y de conservación de la biodiversidad. El juego, lanzado en 2016, se basa en buscar y capturar virtualmente personajes escondidos en sus hábitats. Para hacerlo, los jugadores tienen que desplazarse físicamente por la ciudad. La unión de la gamificación con la tecnología de realidad aumentada georreferenciada ha generado alto nivel de entusiasmo y compromiso entre participantes de todo el mundo.



**¿Cómo podríamos generar este nivel de entusiasmo por la biodiversidad real de nuestro planeta? ¿Podría la realidad aumentada ayudarnos a lograrlo?**

## ¿QUÉ ES LA REALIDAD AUMENTADA?

La realidad aumentada (RA) es una tecnología que permite la superposición de información virtual (fotos, textos, videos, etc.) al mundo físico, en tiempo real. Esos elementos virtuales pueden ser visualizados a través de dispositivos, como pueden ser las "gafas inteligentes" o las pantallas de dispositivos móviles. De esa manera, la RA añade una nueva capa de información y contenidos digitales al mismo tiempo que permite a las personas participantes observar y explorar su entorno real. En ese aspecto, la RA se diferencia de la Realidad Virtual (RV), que sumerge al usuario en un mundo completamente virtual y desconectado de su entorno real.

En este apartado analizamos experiencias de realidad aumentada que atraen y acercan al público a temas relacionados con la biodiversidad, gracias al entusiasmo y entretenimiento que generan. Por otro lado, exploramos cómo esas experiencias de realidad aumentada proporcionan a las personas participantes nuevas herramientas metodológicas centrales en Ciencia Ciudadana, como pueden ser la observación y la recopilación de datos.

*"El término realidad aumentada ha surgido en la década de 1990, con el trabajo de Tom Caudell y David Mizell. Caudell trabajaba en el fabricante de aviones Boeing y concibió una aplicación para facilitar el trabajo de los mecánicos que, a través de wireframes, indicaba dónde se conectaba cada parte. Como resultado, los profesionales se ahorraron lecturas laboriosas de complejos y gigantescos manuales. Es interesante señalar que el primer experimento de realidad aumentada fue relacionado con la idea de facilitar el aprendizaje de un contenido".*

### Nina da Hora

Programadora e Investigadora, columnista del MIT Technology Review Brasil



## EL PAPEL DE LA RA EN EL DISEÑO EDUCATIVO

El informe *EDUCAUSE* Horizon de educación considera la RA como una práctica y tecnología emergente desde 2010. El informe destaca su gran potencial como herramienta de aprendizaje siempre y cuando forme parte de un diseño educativo adecuado. Múltiples estudios y experiencias en diversos ámbitos de conocimiento y niveles educativos han detectado que favorece la enseñanza activa del alumno, en la que el aprendizaje se adapta al ritmo y tipo de inteligencia de los y las estudiantes, y que les permite llegar a sus propias conclusiones. Además, la RA facilita la realización de experimentos, experiencias prácticas y el acceso a realidades que de otro modo serían inaccesibles.

Se ha detectado que los alumnos que participan en programas educativos con RA mejoran su interés y motivación, satisfacción y resultados en una materia, en parte por el aspecto vivencial y el potencial de gamificación que incorpora al aprendizaje. Es común que se desarrollen también las competencias de colaboración. Además, está especialmente capacitada para ser utilizada en contextos de formación a distancia. **Eso hace de la RA, en sí misma, una herramienta con gran potencial para sensibilizar, movilizar e involucrar a las personas.**



## LA RELACIÓN ENTRE REALIDAD AUMENTADA Y CIENCIA CIUDADANA

En algunas ocasiones la RA y la Ciencia Ciudadana pueden ser herramientas diferentes para lograr objetivos similares, sean educativos o de concienciación. Sin embargo, unidas, pueden multiplicar las posibilidades de éxito de un proyecto. La RA puede contribuir a un programa de Ciencia Ciudadana en múltiples ámbitos, entre los cuales:

- Facilitar el trabajo de identificación y recopilación de datos por las personas participantes.
- Complementar y profundizar, conectando al participante con informaciones y datos multimedia relevantes.
- Gamificar la experiencia de las personas participantes, promoviendo el compromiso a largo plazo con la iniciativa de Ciencia Ciudadana y la creación de comunidad.
- Ser un factor atractivo para captar nuevos participantes y difundir el proyecto.
- Diseminar y difundir los resultados.
- Sensibilizar a la ciudadanía en temas ambientales, promoviendo la visualización de aspectos o consecuencias no visibles a los participantes.

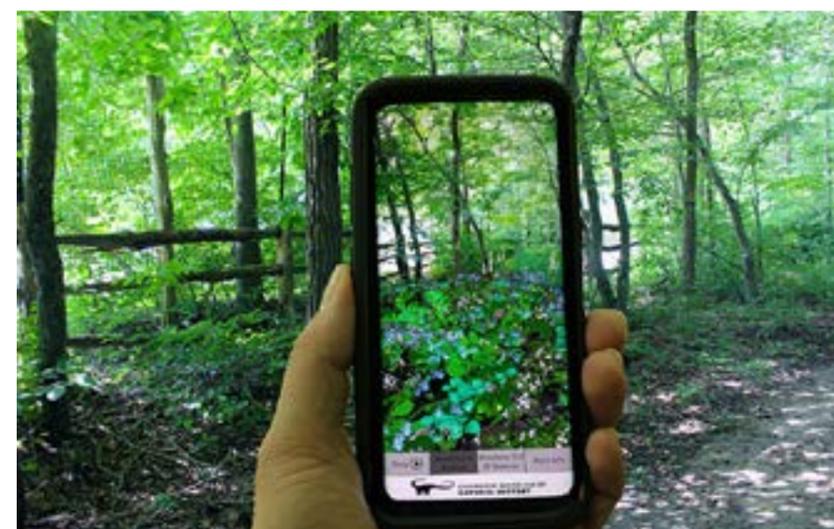


## APLICACIÓN "PERPETUAL GARDEN"

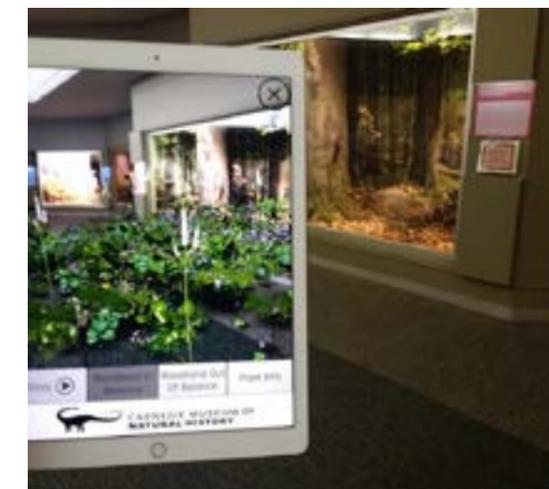
Creada en 2018 por la Reserva Natural Powdermill del Museo Carnegie de Historia Natural (Pittsburgh, Pensilvania, EUA), con la colaboración del Harrington Lab de la Universidad de Florida Central y del MultiMediaTechnology de la Universidad de Ciencias Aplicadas de Salzburgo.

### Descripción:

Es una aplicación gratuita que permite a los y las participantes crear jardines virtuales de flores silvestres y comparar un escenario de ecosistema en equilibrio con otro que no lo está. Inicialmente, fue diseñada como una alternativa a las visitas guiadas en la Reserva Natural Powdermill y en el Museo Carnegie de Historia Natural, aunque ahora la aplicación se puede utilizar también, con fines educativos, en escuelas, otros museos o en casa. La mayoría de los visitantes a la Reserva percibe la que se encuentra ante un bosque saludable, pero no es así: la App pretende concienciar sobre el desequilibrio ambiental de ese ecosistema debido a la sobrepoblación



de ciervos en la región. Al visualizar y comparar el ambiente utilizando realidad aumentada 3D y sonidos ambientales, el usuario comprende un problema científico complejo (cascada trófica) de forma más clara y rápida que como lo haría a través de fotos o textos.



*"La realidad aumentada ofrece la capacidad de transferir conocimiento en un instante, como solo un experto en la materia podría imaginar, y es ideal para la educación."*

**Maria Harrington,**  
*Perpetual Garden App*

## INSTALACIÓN "UNEXPECTED GROWTH"

Instalación creada por Tamiko en el año 2018 para la exposición "Programmed: Rules, Codes, and Choreographies in Art, 1965–2018" (Programado: reglas, códigos y coreografías en el Arte, 1965–2018) en el Museo Whitney de Arte Americano de Nueva York.

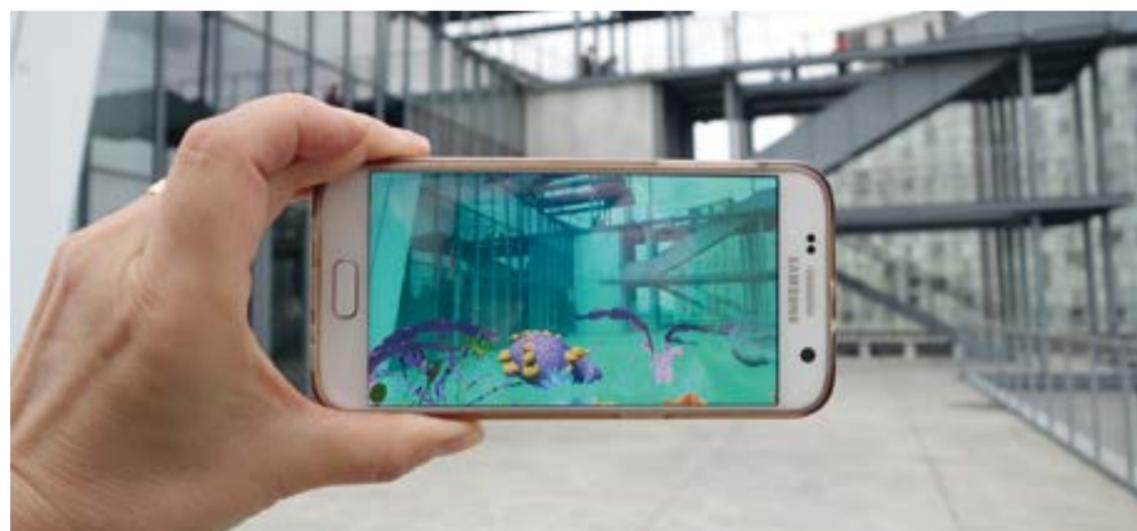
### Descripción:

A través de esa instalación artística, los dispositivos móviles de los visitantes permiten visualizar una dimensión paralela ficticia, superpuesta a la realidad. En la terraza del sexto piso del Museo Whitney de Arte Americano los visitantes son invitados a explorar un "crecimiento inesperado", visible solamente a través de la aplicación. La artista crea una atmósfera fantástica para concienciar al público sobre amenazas reales para la biodiversidad. Las especies retratadas son una simbiosis de coral y plástico, que alertan sobre los desechos plásticos y sus efectos nocivos para los ecosistemas marinos. Dependiendo de la cantidad de personas que lo visiten, es decir, del grado de interferencia humana, esos corales ficticios sufren diferentes grados de blanqueamiento a lo largo del día, también alertando sobre otro efecto de la crisis ecológica del calentamiento global. Finalmente, al ubicar especies submarinas en una terraza del sexto piso en un escenario de futuro, la artista reflexiona sobre la subida del nivel del mar en ciudades como Nueva York.



*"Hay muchos procesos en la naturaleza que no son visibles para nosotros en nuestra vida diaria, pero que finalmente nos afectarán personalmente, ya sea debido a sustancias submicroscópicas como la creciente concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera, o debido a fenómenos que quizás parezcan lejanos y estén escondidos debajo del agua, como el blanqueamiento y la muerte de los arrecifes de coral tropicales submarinos. La realidad aumentada se puede utilizar para hacer que estos procesos sean visibles y, al superponerlos en nuestros entornos personales, parezcan más relevantes para nuestra propia vida diaria."*

**Tamiko Thiel,**  
Unexpected Growth



## APLICACIÓN INSECTS3D

Aplicación desarrollada en 2019 por la Unidad de Biodiversidad y Biocomplejidad del Okinawa Institute of Science and Technology (OIST).

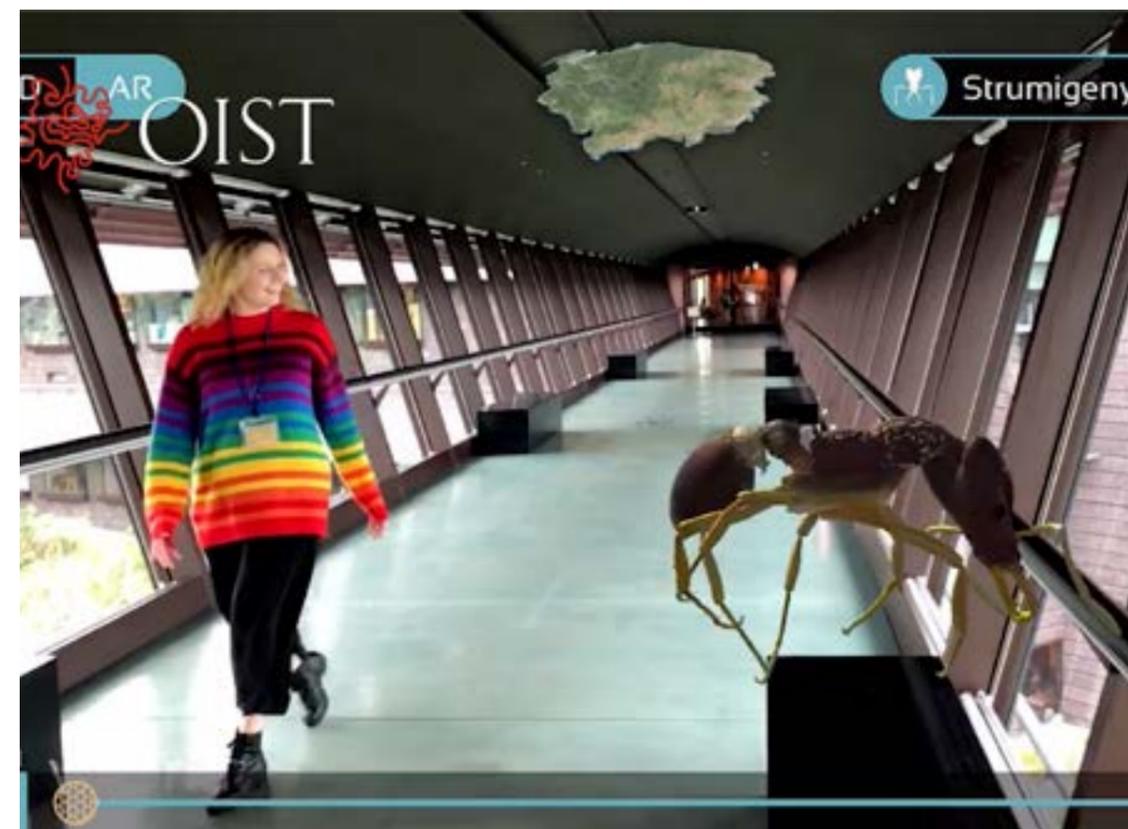
### Descripción:

Insects3D es la primera aplicación que funciona como una herramienta complementaria a un artículo científico de taxonomía. El artículo, publicado en la revista *Insect Systematics and Diversity*, es de acceso abierto y presenta seis nuevas especies de hormigas. Los investigadores han utilizado escáners de rayos-X 3D para crear modelos digitales y muy precisos de las hormigas. La aplicación permite al usuario visualizar modelos 3D de hormigas, añadirlas digitalmente a su entorno e incluso magnificar su dimensión (hasta el tamaño de un león). Los detalles de la anatomía de cada especie están descritos en el artículo y también se pueden visualizar a través de la aplicación, haciendo con que el contenido de la investigación esté disponible de manera más accesible.



*"En lugar de simplemente describir nuevas especies en artículos que muy pocos leerán, estamos interesados en ampliar los límites de la tecnología y en pensar cómo compartimos los resultados con nuestros colegas y el público".*

**Evan Economo,**  
Insects3D.



# Conclusiones

La Ciencia Ciudadana aporta beneficios evidentes para la investigación en general y, en concreto, para la enfocada a la conservación de la biodiversidad. Facilita la recopilación e interpretación de grandes conjuntos de datos (espaciales y temporales) los cuales la ciencia no podría obtener sin la ayuda de una red de ciudadanía distribuida por el territorio. A través de los observatorios ciudadanos se obtienen nuevos datos muy relevantes para el conocimiento de la biodiversidad y series temporales que permiten hacer un seguimiento a lo largo del tiempo, estudiar sus tendencias y detectar cambios de forma temprana.

La Ciencia Ciudadana se erige, además, como un instrumento muy útil para acercar la ciencia a la sociedad, comunicando temas relevantes, abriéndola y haciéndola cercana y participativa. La sociedad colabora así con proyectos científicos que estudian problemáticas reales y se convierte en parte implicada en los procesos de recogida de datos –principalmente– o en fases subsecuentes de los proyectos, desde la interpretación de los resultados hasta la toma de decisiones.

Los beneficios que se obtienen de la Ciencia Ciudadana son, por lo tanto, multidireccionales: la comunidad científica se nutre de datos que le permiten desarrollar la investigación; la sociedad conecta con la importancia de la ciencia y toma consciencia acerca de temáticas ambientales; administraciones públicas y entidades tienen información valiosa para la toma de decisiones; y el entorno y la biodiversidad se pueden ver favorecidos cuando los resultados de esta Ciencia Ciudadana se traducen en medidas de gestión y acciones concretas para la conservación del medio natural.

Del análisis de las experiencias recogidas en el presente documento, así como de las aportaciones de los expertos consultados, se extraen cinco conceptos asociados al desarrollo de las plataformas y proyectos de Ciencia Ciudadana en el ámbito ambiental:

- **Información.** La Ciencia Ciudadana se entiende y desarrolla como instrumento para conseguir información relevante y satisfacer una demanda de datos que debe posibilitar desarrollar estudios científicos para mejorar el conocimiento existente, donde la recopilación de datos se convierte en un elemento nuclear y central.

- **Formación.** La Ciencia Ciudadana tiene también una vertiente de formación y capacitación de las personas participantes, tanto en lo referido a la disciplina o al ámbito concreto de estudio del proyecto, como a las técnicas y metodologías aplicadas, así como en conceptos transversales que la participación en el proyecto permite trabajar de forma individual y colectiva. Los proyectos de Ciencia Ciudadana pueden incluir este elemento formativo de manera implícita o bien desarrollarlo de forma explícita a través de programas educativos más o menos ambiciosos.
- **Concienciación.** La Ciencia Ciudadana favorece la toma de conciencia de las personas participantes respecto a diferentes problemáticas o retos socioambientales. El estudio de problemáticas reales; acercamiento a elementos de la naturaleza con los cuales las personas participantes establecen un vínculo emocional, y la participación activa en los proyectos, que contribuye a crear un sentimiento de pertenencia a la comunidad, despiertan la conciencia en las personas participantes y en su entorno y los empodera como agentes de cambio.
- **Transformación.** La Ciencia Ciudadana es también un motor de transformación de la sociedad ya que tiene la capacidad de cambiar percepciones y sensibilizar a las personas participantes a través de la vivencia, y promueve actitudes proactivas y una serie de valores relacionados con el respeto por la naturaleza y la cooperación. Esta transformación también se extiende a las comunidades y entornos cercanos de las personas participantes y a los territorios donde se desarrollan las acciones de los proyectos, a través de la divulgación y el boca a boca. Así mismo, la transformación también se propaga a través del impacto socioambiental que pueda tener cada proyecto, por ejemplo, generando cambios en la gestión del medio, a favor de la conservación de la biodiversidad, o resolviendo o mejorando la calidad de vida de las personas.
- **Cocreación.** La Ciencia Ciudadana por su naturaleza e intencionalidad, facilita la participación de la ciudadanía en la creación y

articulación de proyectos relacionados con las investigaciones desarrolladas.

Todas estas características convierten la Ciencia Ciudadana en un instrumento muy potente de educación ambiental, especialmente en el caso de aquellos proyectos que trabajan sobre problemáticas reales, sobre objetos de investigación u organismos que facilitan el vínculo emocional con el público; que usan metodologías que favorecen la reflexión; que tienen una dimensión grupal y fomentan el trabajo en red y que promueven cambios de valores, percepciones, actitudes y hábitos, y la adquisición de compromisos para emprender acciones posteriores, relacionadas con la conservación de la biodiversidad. Tener en cuenta estos aspectos en el diseño inicial de los proyectos de Ciencia Ciudadana es conveniente para aumentar la significación de los aprendizajes y competencias adquiridas por las personas participantes y de las habilidades vinculadas.

En esta mirada, la realidad aumentada aparece como un elemento tecnológico y digital que aún da más recorrido a la Ciencia Ciudadana, tanto desde el punto de vista educativo como científico, aportando nuevas dimensiones reales y significativas.

La realidad aumentada destaca por su idoneidad para hacer más cercanos, accesibles e incluso cauteladores los proyectos de Ciencia Ciudadana a lo largo de sus diversas etapas. Es útil para informar a las personas participantes sobre el área de estudio en cuestión o para favorecer que adquieran determinadas habilidades de forma atractiva y entretenida. De igual modo, la combinación de realidad aumentada con Ciencia Ciudadana puede hacer más comprensible y sencilla la identificación y recopilación de datos. Gracias a sus elementos lúdicos y sorprendentes, esta tecnología permite acercar el proyecto al gran público, captar nuevas personas participantes y reforzar el compromiso individual y colectivo de las que ya colaboran. Es también una herramienta muy interesante para difundir los resultados del proyecto de manera clara e inteligible y para sensibilizar sobre los retos ambientales relacionados con el proyecto, sirviéndose de la capacidad que tiene la realidad aumentada para impactar y hacer visibles mundos minúsculos, lejanos o de difícil acceso.

Así mismo, a lo largo de las entrevistas rea-

lizadas y a partir del análisis de las experiencias de Ciencia Ciudadana seleccionadas, se observa que la información, la formación y la concienciación son dimensiones muy compartidas. Estas dimensiones son las que más se alinean con la llamada Ciencia Ciudadana clásica (crowdsourcing). Una mirada que pone de relevo el papel de la ciudadanía como sensores sociales y captadores de información, a la vez que reconocen su capacitación técnica y en conocimientos. Las características de las experiencias de ciencia ciudadana analizadas así lo manifiestan.

Con todo, aparece una dicotomía sobre la utilidad de la Ciencia Ciudadana entre las personas expertas procedentes del ámbito ambiental y de la educación-activismo social, aportando estas últimas el papel educativo y potencial transformador de la Ciencia Ciudadana. Se observan aún pocos proyectos y experiencias que desarrollen la cocreación (como si lo hacen, por ejemplo, proyectos de construcción o mejora de hábitats y puntos de nidificación o custodia de ríos) que nos conduzca hacia una ciencia todavía más participativa. Además, todavía no se explicita ni se plantea abiertamente el potencial transformador de la sociedad como producto o output de los proyectos y plataformas de ciencia ciudadana, lo cual queda como una tarea claramente pendiente.

La Ciencia Ciudadana puede incorporar la voluntad de convertirse en un motor de transformación social y conceptualizarse desde esta mirada, aportando utilidad científica, conocimientos y desarrollando competencias en las personas, fomentando su implicación en las políticas públicas, empoderándolas y reforzando su capacidad de tomar decisiones para vivir y convivir en un mundo más sostenible.

Avanzar en este sentido implica reconocer plenamente este potencial formativo y de transformación de la sociedad, mejorar los aspectos educativos y formativos y transformar las plataformas de Ciencia Ciudadana actualmente existentes que aún responden a un modelo clásico y solo empiezan a apuntar tímidamente hacia modelos de inteligencia distribuida.

Tenemos el potencial y el reto identificado. Es el momento de ponernos a diseñar nuevos proyectos con esta voluntad.

## ¿Quiénes somos?



### FUNDESPLAI (FUNDACIÓ CATALANA DE L'ESPLAI)

Fundesplai es una entidad sin ánimo de lucro que desde hace más de 50 años trabaja en favor de los niños y niñas, la juventud, las familias y el tercer sector social, con la finalidad educativa y de mejorar el medio ambiente y promover la ciudadanía y la inclusión social, con voluntad transformadora.

Fundesplai desarrolla proyectos y programas de educación ambiental y de capacitación de las personas para actuar en favor de un mundo más justo y sostenible, desarrolla talleres de educación ambiental en escuelas, imparte formación a equipos docentes, gestiona escuelas de naturaleza y centros de información ambiental, realiza proyectos de voluntariado ambiental y campos de trabajo, etc.

Fundesplai impulsa proyectos innovadores en materias como la ciencia ciudadana, para fomentar el compromiso de niños, niñas y jóvenes en la transformación de su entorno.



### CREAF (CENTRE DE RECERCA ECOLÒGICA I APLICACIONS FORESTALS)

CREAF es un centro de investigación público dedicado a la ecología terrestre y el análisis del territorio, y que genera conocimientos y metodologías para la conservación, gestión y adaptación del medio ambiente al cambio global.

Actualmente trabaja en 20 líneas de investigación distintas, pertenecientes a los ámbitos de la biodiversidad, el funcionamiento de los ecosistemas, el cambio global y la observación de la Tierra.

La ciencia ciudadana es presente de forma transversal en la investigación del centro y es cada vez más importante. CREAM impulsa proyectos de ciencia ciudadana en el ámbito de la biodiversidad (uBMS, RitmeNatura, Natusfera), las especies invasoras (Mosquito Alert) i la salud de los bosques (Alerta Forestal), entre otros, y fomenta los procesos participativos en todos sus proyectos de investigación con la voluntad de contribuir a una ciencia más abierta y inclusiva en la cual la sociedad pueda ser escuchada y reconocida como una fuente de información clave en todos los estadios de la investigación, a la vez que se fomenta la sensibilización sobre temas de interés público como el cambio climático, la biodiversidad y la ecología.

# Referencias

*Las imágenes del presente documento han sido cedidas para su uso en el mismo por las entidades y proyectos que han colaborado en la elaboración de la guía, o bien son de acceso libre.*

Bela, G., Peltola, T., Young, J.C., Balázs, B., Arpin, I., Pataki, G., Hauck, J., Kelemen, E., Kopperoinen, L., Van Herzele, A., Keune, H., Hecker, S., Suškevičs, M., Roy, H.E., Itkonen, P., Külvik, M., László, M., Basnou, C., Pino, J., Bonn, A., 2016. Learning and the transformative potential of citizen science. *Conservation Biology*, 30: 990-999.

Broglio, E., de la Cerda, M., Perelló, J., Escartín, S., Bartumeus, F., Peña, A., Agell, G., Ruiz-Orejón, L., Puig, C., Vicioso, M., Ferré, S., Colomer, P., Sagarra, O., Díaz, O., Fortuño, P., Ladrera, R., Verkaik, I., Prat, N., Bonada, N., Cigarini, A., Bonhoure, I., 2020. Ciència Ciutadana i aprenentatge servei. Barcelona. Associació Centre Promotor d'Aprenentatge Servei.

Brown, M., McCormack, M., Reeves, J., Brooks, C., Grajek, S., 2020. 2020 EDUCAUSE Horizon. Louisville, Estados Unidos d'Amèrica. EDUCAUSE.

Buchel, S., Frantzeskaki, N., 2015. Citizens'voice: A case study about perceived ecosystem services by urban park users in Rotterdam, the Netherlands. *Ecosyst. Serv.* 12: 169–177.

Cabero, J., Barroso, J., 2016. The educational possibilities of Augmented Reality. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 5(1), 44-50.

Dehnen-Schmutz K., Conroy, J., 2018. Working with gardeners to identify potential invasive ornamental garden plants - testing a citizen science approach. *Biological Invasions*.

Follett, R. i Strezov, V., 2015. An analysis of citizen science based research: Usage and publication patterns. *PloS One*, 10(11).

Haklay M., 2013. Citizen Science and Volunteered Geographic Information: Overview and Typology of Participation. In: Sui D., Elwood S., Goodchild M. (eds.) *Crowdsourcing Geographic Knowledge*. Springer, Dordrecht.

Melero, Y., Toro, E., Stefanescu, C., Cabrero, F.J., Garcí-Barros, E., López, M., Ramírez, M., I Pino, J., 2020. uBMS: urban Butterfly Monitor Scheme. Informe anual de 2019.

Puig, J., Batlle, R., Bosch, C., de la Cerda, M., Climent, T., Gijón, M., Graell, M., Martín, X., Muñoz, A., Palos, J., Rubio, L., Trilla, J., 2009. Aprendizaje servicio (ApS). Educación y compromiso cívico. Barcelona. Graó.

Raymond, C.M., Berry, P., Breil, M., Nita, M.R., Kabisch, N., de Bel, M., Enzi, V., Frantzeskaki, N., Geneletti, D., Cardinaletti, M., Lovinger, L., Basnou, C., Monteiro, A., Robrecht, H., Sgrigna, G., Munari, L. i Calfapietra, C., 2017 An Impact Evaluation Framework to Support Planning and Evaluation of Nature-based Solutions Projects. Report prepared by the EKLIPSE Expert Working Group on Nature-based Solutions to Promote Climate Resilience in Urban Areas. Centre for Ecology & Hydrology, Wallingford, Regne Unit.

Sturm, U., Schade, S., Ceccaroni, L., Gold, M., Kyba, C., Claramunt, B., Haklay, M., Kasperowski, D., Albert, A., Piera, J., Brier, J., Kullenberg, C., Luna, S., Haralabopoulos, G., 2018. Defining principles for mobile apps and platforms development in citizen science. *Research Ideas and Outcomes* 4.

