

## 4.13 CIENCIA CIUDADANA: MÁS QUE UNA HERRAMIENTA PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

**Camila Deutsch<sup>1,2</sup> & Gabriela Agostini<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> CONICET-Universidad de Buenos Aires, Instituto de Ecología, Genética y Evolución de Buenos Aires. Grupo de Estudios sobre Biodiversidad en Agroecosistemas. Ciudad Universitaria, Pabellón II. Güiraldes 2160, C1428EGA, CABA, Argentina.

<sup>2</sup> COANA, Conservación de Anfibios en Agroecosistemas, La Plata, Argentina.

Como su nombre lo indica, la ciencia ciudadana (CC) relaciona dos conceptos: la investigación científica y la participación ciudadana<sup>(1)</sup>. Este enfoque implica la intervención de voluntarixs no profesionales en la recopilación de datos con fines científicos<sup>(1-4)</sup>. Los proyectos de CC no solo benefician a lxs científicxs que obtienen datos de grandes extensiones geográficas durante largos periodos de tiempo, sino que también lxs participantes adquieren conocimientos sobre los organismos que observan a la vez que se comprometen y sensibilizan sobre diversas problemáticas ambientales<sup>(5,6)</sup>. Aunque la CC es considerada frecuentemente como una metodología de aparición reciente, hace más de doscientos años, disciplinas como la arqueología, la astronomía y la biología, han construido conocimiento nutriéndose de observaciones y datos colectados por “científicxs ciudadanxs”<sup>(3,7,8)</sup>. Sin embargo, la característica principal que diferencia a la CC moderna de su forma histórica es que se trata de una actividad accesible a una amplia mayoría y no solo a un grupo selecto<sup>(3)</sup>. En las últimas dos décadas, la relativa facilidad de acceso a internet y el desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles han incrementado la visibilidad y potenciado los proyectos de CC, lo cual se ha visto reflejado en el creciente número de artículos científicos que emplean esta herramienta<sup>(9,10)</sup>. Probablemente, uno de los primeros proyectos de CC haya sido el Christmas Bird Count en el 1900 en los Estados Unidos, para el cual voluntarixs se reunían con el fin de realizar censos de aves<sup>(3,8)</sup>. De esta manera, muchos proyectos iniciaron con el simple objetivo de coleccionar información a una mayor escala espacio-temporal y a bajo costo. Sin embargo, en la actualidad, los usos y aplicaciones que se pueden alcanzar con el enfoque de CC se han expandido y diversificado<sup>(3,10,11)</sup>.

Con el objetivo de generar una descripción más completa del campo de la CC, Wiggins y Crowston<sup>(12)</sup> examinaron una amplia variedad de proyectos y los agruparon en cinco categorías que se distinguen básicamente por la aplicación y el alcance de los datos recabados. De esta manera, pueden distinguirse aquellos proyectos aplicados en investigación, en conservación, en acción, en educación y virtuales<sup>(12)</sup>. En los proyectos aplicados a la investigación, los voluntarixs proporcionan a lxs investigadorxs grandes cantidades de datos que contribuyen a los objetivos de las investigaciones y al seguimiento y gestión de los recursos naturales a largo plazo. Por su parte, los proyectos aplicados en conservación abordan cuestiones relativas a la gestión del medio ambiente, fomentando la tutela de los ciudadanos y la sensibilización a través de proyectos educativos. Los proyectos aplicados en acción fomentan la intervención de los participantes en problemáticas locales, utilizando la investigación científica como herramienta para apoyar la agenda ambiental. Este tipo de CC emplea metodologías “bottom up”, para las cuales los proyectos no son concebidos ni planificados por científicos,

si no por ciudadanos. En los proyectos aplicados a la educación, el foco no está puesto en la recolección de datos sino en trabajar y en sensibilizar a la sociedad desde el enfoque de la CC<sup>(13,14)</sup>. De esta manera, educadores, estudiantes y científicos llevan a cabo en conjunto, proyectos de CC que tienen como primer objetivo difundir y concientizar a lxs participantes sobre alguna problemática ambiental. Finalmente, los proyectos virtuales tienen un objetivo similar al de los aplicados en investigación, con la diferencia de que la producción y validación del conocimiento científico está mediada principalmente por la participación en línea.

Se han desarrollado proyectos de CC aplicados a la investigación que monitorean una amplia diversidad de organismos<sup>(15)</sup>. Como se mencionó anteriormente, algunos de los más antiguos y conocidos a nivel mundial son aquellos que se focalizan en aves como eBird<sup>(16)</sup>, la United States Breeding Bird Survey<sup>(17)</sup> y Christmas Bird Count<sup>(18)</sup>. A pesar del éxito de las contribuciones a la ornitología, el uso de CC en herpetología ha sido limitado<sup>(15)</sup>. Las razones que explican este fenómeno pueden ser deducidas con facilidad. Por un lado, la mayoría de las especies de anfibios y reptiles no son carismáticas, son crípticas y desconocidas para el público general, y muchas otras son temidas y despreciadas<sup>(19,20)</sup> limitando la participación ciudadana en estos proyectos<sup>(15,21)</sup>. Particularmente, los anfibios son difíciles de detectar para un público no experto ya que la mayoría de las especies tienen actividad nocturna y sus picos de actividad se relacionan a momentos de lluvias. Sin embargo, existen varios proyectos de ciencia participativa que registran datos de biodiversidad a escala global e incluyen a los anfibios entre un gran número de taxa (e.g. iNaturalist) y también es incipiente el uso de enfoques de CC para recabar información sobre anfibios y reptiles específicamente<sup>(15,22-25)</sup>. Un ejemplo concreto es el Global Amphibian BioBlitz creado en 2011 a través de la plataforma iNaturalist, y que hasta la fecha ha registrado más de 4500 especies de anfibios en todo el mundo.

Gran parte de los programas de CC que recolectan datos a nivel de especies, tienen como objetivo identificar la distribución, la abundancia y tendencias poblacionales<sup>(26-29)</sup>. De esta forma, numerosas experiencias alrededor del mundo han aplicado esta metodología en modelados de distribución de especies nativas<sup>(30-35)</sup> y exóticas<sup>(36,37)</sup>. Además, la CC ha realizado importantes contribuciones en el marco de investigaciones orientadas a explorar el efecto de modificaciones antrópicas sobre anfibios como causantes de declinaciones poblacionales y extinciones<sup>(38)</sup>. Por ejemplo, varios trabajos han explorado el efecto de las rutas y caminos en las poblaciones de anfibios basándose en datos obtenidos de proyectos de CC<sup>(39-42)</sup>. Asimismo, se han utilizado estas fuentes de datos para indagar acerca del efecto de la modificación del há-

bitat<sup>(38)</sup>, cambios en el uso de la tierra<sup>(43)</sup> y la prevalencia de enfermedades emergentes sobre poblaciones de anfibios<sup>(44)</sup>. También la CC puede ser utilizada para abordar conflictos de coexistencia entre humanos y fauna<sup>(19,45)</sup> y como una poderosa herramienta en proyectos de conservación<sup>(7,13,46-51)</sup>.

Para el planeamiento de programas de CC existe una extensa literatura la cual facilita las etapas de diseño e implementación<sup>(2,14,52)</sup> que además permite maximizar los resultados y obtener datos de calidad<sup>(1,53)</sup>. Varios de estos autores acuerdan en la necesidad de corroborar la calidad y exactitud de los datos a través de protocolos estandarizados de verificación. En este sentido, Baker y colaboradores<sup>(54)</sup> realizaron un análisis exhaustivo de los distintos esquemas de verificación empleados en proyectos de CC y presentan alternativas novedosas para la verificación de datos.

## Antecedentes en Sudamérica

El enfoque participativo de la CC ha tenido un escaso desarrollo y aplicación en Sudamérica hasta la primera década del 2000<sup>(9)</sup>. Siguiendo la tendencia global, la amplia mayoría de los proyectos de CC o estudios que incorporaron datos provenientes de ciencia participativa en Latinoamérica se focalizan en especies carismáticas (mamíferos y aves)<sup>(55,56)</sup>. Recientemente, el lanzamiento y promoción de plataformas que promueven la participación ciudadana en la recolección de datos y registros a nivel regional (e.g. ArgentiNat; Ecoregistros, iNaturalist) han logrado alentar la búsqueda e inclusión de registros de biodiversidad, entre ellos, anfibios.

Durante los últimos años surgieron en Sudamérica proyectos focalizados en este grupo de vertebrados que involucran a la CC con objetivos educativos, de investigación y de conservación. En la Reserva Nacional de Junín (Perú) el Grupo Rana (<https://www.gruporana.org/>) implementa un programa de CC para obtener registros de dos anfibios amenazados: la Rana de Junín y la Wancha de Junín (*Telmatobius macrostomus* y *Telmatobius brachydactylus*, respectivamente) centrando sus actividades en la educación ambiental, incluyendo salidas de campo para estudiantes locales y adultos de comunidades campesinas<sup>(57)</sup>. En Chile se está empleando esta metodología en varios proyectos. Uno de ellos lo impulsa la ONG Ranita de Darwin (<https://www.ranitadedarwin.org/observa-ranas>) con un proyecto de CC llamado “Observa Ranas” que busca recopilar información de los anfibios chilenos invitando a la comunidad a inscribirse como científicxs voluntarixs y proporcionar sus registros utilizando una página web. El proyecto de investigación Rana Africana (*Xenopus laevis*) (<https://www.instagram.com/proyectoranaafricana/>) es otro ejemplo, aunque el foco está puesto en una especie exótica.

En Argentina esta metodología ha sido escasamente explorada como una herramienta para el muestreo de anfibios<sup>(30)</sup> y en la actualidad solo tres proyectos de CC se encuentran activos. El proyecto Rana Andina Austral (<https://www.instagram.com/proyectoranaandinaaustral/>) ha impulsado un programa de CC con el objetivo de reunir registros de la Rana Andina (*Telmatobius contrerasi*), una especie que no es detectada en el país desde el año 2005. Otra iniciativa de CC vigente está a cargo de Save the Frogs Buenos Aires (<https://www.facebook.com/buenosairesstf/>) bajo el nombre de “Anfibios de la Ciudad de Buenos Aires” cuyo principal objetivo es motivar el registro de especies de anfibios en las reservas y áreas verdes de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Además, se busca promover en la ciudadanía la valoración de la anfibiofauna de la Ciudad de Buenos Aires, reconocer sitios de importancia para la conservación de anfibios, y aportar a la realización de inventarios y monitoreos en sitios de importancia. En este caso, el proyecto “Anfibios de la Ciudad de Buenos Aires” realiza el relevamiento a través de la plataforma de iNaturalist (<https://www.inaturalist.org/>) donde los usuarios (observadores), previamente registrados, cargan desde la página web o aplicación móvil observaciones directas (fotos y audios). La información que se recaba de cada registro incluye fotografías, videos o audios, jerarquía taxonómica, nombre del lugar donde se realizó la observación (se puede cargar manualmente con datos de georreferenciación), fecha y hora del registro, origen del individuo (silvestre o cautiverio), estadios (adulto, juvenil, larva o huevo), sexo y comportamiento del individuo. Hasta el momento, la iniciativa cuenta con 29 observadores de los cuales 15 han aportado en los últimos dos años más de 80 registros confirmados (12 especies, 7 géneros y 4 familias de anuros) en el área de la Ciudad de Buenos Aires. Regularmente los miembros del proyecto realizan charlas con la finalidad de difundir y enseñar a usar la aplicación móvil. El intenso trabajo a través de las redes y las notas de divulgación resultan herramientas claves para generar el compromiso de los ciudadanos y motivarlos a participar (Maruscak, com. pers.). Adicionalmente, en el 2020 a través de un trabajo colaborativo entre la escuela Northfields y Save the Frogs Buenos Aires se generó un proyecto de observación y registro llamado “Anfibios de Tigre y Escobar” que motivó el registro de anfibios de la zona por parte de los estudiantes de la institución<sup>(58)</sup>.

En el marco de la iniciativa COANA (<https://www.coana.com.ar/>) el proyecto “Gigante de las Pampas”<sup>(59)</sup> coordina el tercer programa de CC focalizado en una especie de anfibio, vigente hasta el momento en Argentina (ver **Sección 6.3 Gigante de las Pampas**).

### Caja 4.13.1 - Publicación y comunicación de resultados negativos

*Dado que las normas internacionales de publicación en revistas/libros científicos priorizan resultados novedosos y positivos, resulta limitada la información proveniente de investigaciones o proyectos con abordajes de CC que no resultaron exitosos<sup>(60)</sup>. En este sentido, cuando los proyectos de CC no logran los resultados esperados, las experiencias no son publicadas ni en revistas científicas ni en ningún otro formato, limitando ampliamente la información disponible sobre experiencias no replicables, personal necesario, herramientas de comunicación, grupos objetivo y grupos de investigación involucrados. Resulta necesario comenzar a desarrollar nuevas formas de comunicar los resultados de las experiencias de CC, ya sean positivos o negativos, para propiciar escenarios posibles en que los proyectos de CC puedan desarrollarse. A nivel global, pueden utilizarse sistemas de información de ciencia abierta y participativa<sup>(60)</sup> como la Open Science Framework (<https://osf.io/>) y a nivel regional la Red Iberoamericana de Ciencia Participativa (<http://cienciaparticipativa.net/>) que ofrecen un espacio alternativo para hacer visibles nuestros trabajos y experiencias.*

## Tips para un proyecto de CC exitoso en Argentina

Muchos trabajos han publicado valiosa información y recomendaciones generales para llevar a cabo un proyecto de CC exitoso. Para ello se recomienda ampliamente consultar los siguientes autores: Conrad y Hilchey<sup>(53)</sup>; Vohland y colaboradorxs<sup>(52)</sup>; Rutten y colaboradorxs<sup>(61)</sup>. Sin embargo, se observa una crítica falta de publicaciones con herramientas para mejorar la participación y establecer programas de CC en los países en vías de desarrollo<sup>(62)</sup>. Haciendo una breve revisión de lo publicado hasta el momento y sumando lo aprendido por experiencia, se presenta una breve lista de tips orientados a la implementación de programas de CC para el estudio de anfibios en Argentina.

- **Complemento de formatos para la obtención de datos.** Como se expuso anteriormente, el limitado acceso a internet en muchos lugares del mundo y de nuestro país en particular, obliga a incorporar herramientas alternativas a las más ampliamente utilizadas como las aplicaciones móviles y las plataformas web<sup>(63)</sup>. En este sentido, la implementación de encuestas presenciales puede incrementar sustancialmente la eficacia de la estrategia de CC en áreas con baja accesibilidad a internet<sup>(62)</sup>.

- **Promoción de los proyectos de CC a través de actividades educativas y de comunicación.** La motivación y predisposición de la ciudadanía a las propuestas de CC son un factor clave para el éxito de los proyectos. A la hora de plantear la estrategia de un programa de CC se debe contemplar en el diseño, una importante inversión de recursos humanos y tiempo en la promoción de la iniciativa con los miembros de la ciudadanía. Aunque es posible que los fondos destinados a las actividades de comunicación sean significativamente menores a los costos que implica una campaña de campo, debe ser considerada una inversión monetaria para impresión de cartelería, folletería y visita a localidades remotas. Fundamentalmente en las primeras etapas del proyecto, estas actividades de comunicación resultan importantes para dar a conocer el proyecto en aquellas localidades de mayor interés<sup>(14,46)</sup>. Para ello, se pueden utilizar diversos medios de comunicación, desde comunicados de prensa y artículos de revistas, hasta folletos y presentaciones<sup>(14)</sup>. La articulación con entidades educativas y el desarrollo de talleres o cursos resulta esencial para generar un vínculo más estrecho con la comunidad. Esto se ve potenciado aún más en comunidades campesinas o aborígenes donde la escuela tiene un rol primordial como punto de congregación y encuentro de la población. La estrategia de reclutamiento de científicxs ciudadanxs puede ser general o dirigida a algún grupo específico dentro de la comunidad<sup>(46)</sup>. En este último caso, es importante que los métodos de comunicación se ajusten a la audiencia deseada<sup>(14)</sup>.
- **Herramientas de Marketing.** Logos, slogans, juegos y productos pueden atraer y mantener la participación de lxs ciudadanxs sobre todo en programas de CC que trabajan con especies no carismáticas<sup>(64,65)</sup>.
- **Reclutamiento/Identificación de replicadores locales.** La evidencia indica que la identificación, apoyo y compromiso de actores locales es un factor clave para el éxito de una estrategia de CC<sup>(66)</sup>. En el caso de comunidades pequeñas y aisladas (e.g. con baja accesibilidad a internet), la identificación de actores clave de la sociedad que puedan replicar las actividades del programa de CC, es fundamental para mantener en vigencia las actividades, generar lazos con las comunidades y alentar la participación de lxs pobladorxs. Los mejores ejemplos de actores clave son lxs docentes, funcionarixs públicos locales y naturalistas aficionados. Adicionalmente, si éstxs colaboradorxs reciben capacitaciones y el entrenamiento necesario pueden, eventualmente, desenvolverse en monitoreos continuos de las especies apoyando las tareas de campo de lxs investigadorxs.

- **Intercambio constante con lxs participantes.** Ningún programa de CC llevado a cabo en territorio será exitoso si no se logran vínculos estrechos y sostenidos en el tiempo con las comunidades. La generación de vínculos sólidos incluye, entre otras cosas, la posibilidad de brindar una respuesta rápida y efectiva a las consultas que surjan de lxs ciudadanxs participantes.

## Bibliografía

1. Brown, E.D. & Williams, B.K. 2019. The potential for citizen science to produce reliable and useful information in ecology. *Conservation Biology* 33: 561-569.
2. Shirk, J.L.; Ballard, H.L.; Wilderman, C.C.; Phillips, T.; Wiggins, A.; Jordan, R.; McCallie, E.; Minarchek, M.; Lewenstein, B.V.; Krasny, M.E. & Bonney, R. 2012. Public participation in scientific research: a framework for deliberate design. *Ecology and Society* 17: 29.
3. Silvertown, J. 2009. A new dawn for citizen science. *Trends in Ecology & Evolution* 24: 467-471.
4. Trumbull, D.J.; Bonney, R.; Bascom, D. & Cabral, A. 2000. Thinking scientifically during participation in a citizen-science project. *Science education* 84: 265-275.
5. Frigerio, D.; Richter, A.; Per, E.; Pruse, B. & Vohland, K. 2021. Citizen Science in the Natural Sciences: 79-96. *En: Vohland, K.; Land-Zandstra, A.; Ceccaroni, L.; Lemmens, R.; Perelló, J.; Ponti, M.; Samson, R. & Wagenknecht, K. (eds.). The Science of Citizen Science.* Springer, Cham, Suiza.
6. Noordwijk, T.C.G.E.; Bishop, I.; Staunton-Lamb, S.; Oldfield, A.; Loiseau, S.; Geoghegan, H. & Ceccaroni, L. 2021. Creating Positive Environmental Impact Through Citizen Science: 373-395. *En: Vohland, K.; Land-Zandstra, A.; Ceccaroni, L.; Lemmens, R.; Perelló, J.; Ponti, M.; Samson, R. & Wagenknecht, K. (eds.). The Science of Citizen Science.* Springer, Cham, Suiza.
7. Oberhauser, K. & Prysby, M.D. 2008. Citizen science: creating a research army for conservation. *American Entomologist* 54: 103-104.
8. Miller-Rushing, A.; Primack, R. & Bonney, R. 2012. The history of public participation in ecological research. *Frontiers in Ecology and the Environment* 10: 285-290.
9. Bonney, R.; Shirk, J.L.; Phillips, T.B.; Wiggins, A.; Ballard, H.L.; Miller-Rushing, A.J. & Parrish, J.K. 2014. Next steps for citizen science. *Science* 343: 1436-1437.
10. Dickinson, J.L.; Shirk, J.; Bonter, D.; Bonney, R.; Crain, R.L.; Martin, J.; Phillips, T. & Purcell, K. 2012. The current state of citizen science as a tool for ecological research and public engagement. *Frontiers in Ecology and the Environment* 10:291-297.
11. Pocock, M.J.; Tweddle, J.C.; Savage, J.; Robinson, L.D. & Roy, H.E. 2017. The diversity and evolution of ecological and environmental citizen science. *PLOS ONE* 12: e0172579.
12. Wiggins, A. & Crowston, K. 2011. From Conservation to Crowdsourcing: A Typology of Citizen Science. *En: Proceedings of the 44th Annual Hawaii International Conference on Systems Sciences*, Koloa, Hawaii.
13. 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.; Suskevics, M.; Roy, H.E.; Itkonen, P.; Kulvik, M.; Laszlo, M.; Basnou, C.; Pino, J. & Bonn, A. 2016. Learning and the transformative potential of citizen science. *Conservation Biology* 30: 990-999.
14. Bonney, R.; Cooper, C.R.; Dickinson, J.; Kelling, S.; Phillips, T.; Rosenberg, K.V. & Shirk, J. 2009. Citizen science: a developing tool for expanding science knowledge and scientific literacy. *BioScience* 59:977-984.
15. Price, S.J. & Dorcas, M.E. 2011. The Carolina Herp Atlas: an online, citizen-science approach to document amphibian and reptile occurrences. *Herpetological Conservation and Biology* 6: 287-296.
16. Sullivan, B.L.; Aycrigg, J.L.; Barry, J.H.; Bonney, R.E.; Bruns, N.; Cooper, C.B... & Kelling, S. 2014. The eBird enterprise: An integrated approach to development and application of citizen science. *Biological Conservation* 169: 31-40.

17. Sauer, J.R.; Link, W.A.; Fallon, J.E.; Pardieck, K.L. & Ziolkowski, Jr.D.J. 2013. The North American Breeding Bird Survey 1966-2011: summary analysis and species accounts. *North American Fauna* 79: 1-32.
18. LeBaron, G. 2009. The 109th Christmas Bird Count. *American Birds* 63: 2-7.
19. Deutsch, C.; Grisolia, J.; Bilenca, D. & Agostini, M.G. 2021. Human attitudes as threats in amphibians: the case of the Ornate Horned Frog (*Ceratophrys ornata*). *Human Dimensions of Wildlife* 26: 210-227.
20. Frynta, D.; Peléšková, Š.; Rádlová, S.; Janovcová, M. & Landová, E. 2019. Human evaluation of amphibian species: A comparison of disgust and beauty. *The Science of Nature* 106: 1-19.
21. Vergara-Ríos, D.; Montes-Correa, A.C.; Urbina-Cardona, J.N.; De Luque-Villa, M.A.; Cattán, P.E. & Granda, H.D. 2020. Local community knowledge and perceptions towards amphibians in urban and rural settings: Tools for biological conservation. *Square Research* 1-20.
22. Lee, T.S.; Kahal, N.L.; Kinas, H.L.; Randall, L.A.; Baker, T.M.; Carney, V.A.; Kendell, K.; Sanderson, K. & Duke, D. 2021. Advancing Amphibian Conservation through Citizen Science in Urban Municipalities. *Diversity* 13: 1-15.
23. Marsh, D.M. & Cosentino, B.J. 2019. Causes and consequences of non-random drop-outs for citizen science projects: lessons from the North American amphibian monitoring program. *Freshwater Science* 38: 292-302.
24. Pittman, S.E. & Dorcas, M.E. 2006. Catawba River corridor coverboard program: a citizen science approach to amphibian and reptile inventory. *Journal of the North Carolina Academy of Science* 142-151.
25. Rowley, J.J.; Callaghan, C.T.; Cutajar, T.; Portway, C.; Potter, K.; Mahony, S.; Trembath, D.F.; Flemmons, P. & Woods, A. 2019. FrogID: Citizen scientists provide validated biodiversity data on frogs of Australia. *Herpetological Conservation and Biology* 14: 155-170.
26. Devictor, V.; Whittaker, R.J. & Beltrame, C. 2010. Beyond scarcity: citizen science programmes as useful tools for conservation biogeography. *Diversity and Distributions* 16: 354-362.
27. Feldman, M.J.; Imbeau, L.; Marchand, P.; Mazerolle, M.J.; Darveau, M. & Fenton, N.J. 2021. Trends and gaps in the use of citizen science derived data as input for species distribution models: A quantitative review. *PLoS ONE* 16: e0234587.
28. Howard, E.; Aschen, H. & Davis, A.K. 2010. Citizen science observations of monarch butterfly overwintering in the southern United States. *Psyche: A Journal of Entomology* 1-6.
29. Pocock, M.J. & Evans, D.M. 2014. The success of the horse-chestnut leaf-miner, *Cameraria ohridella*, in the UK revealed with hypothesis led citizen science. *PLOS ONE* 9: e86226.
30. Deutsch, C.; Bilenca, B. & Agostini, G. 2017. In search of the horned frog (*Ceratophrys ornata*) in Argentina: complementing field surveys with citizen science. *Herpetological Conservation and Biology* 12: 664-672.
31. Hoyos, D.A.G.; Molina, W.H.; Rafael, M. & Méndez-Arrieta, A. La Rana Lechera (*Trachycephalus typhonius*) en Costa Rica. *Revista Latinoamericana de Herpetología* 3: 105-107.
32. Matutini, F.; Baudry, J.; Pain, G.; Sineau, M. & Pithon, J. 2021. How citizen science could improve species distribution models and their independent assessment. *Ecology and Evolution* 11: 3028-3039.
33. Rohman, M.; Prasetyo, L.B. & Kusriani, M.D. 2021. Predicting spatial distribution of Asian Horned Frog (*Megophrys montana* Kuhl & Van Hasselt 1882) in Java Island using citizen science's data. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 771: 012027.
34. Tiago, P.; Pereira, H.M. & Capinha, C. 2017. Using citizen science data to estimate climatic niches and species distributions. *Basic and Applied Ecology* 20: 75-85.
35. Wangyal, J.T.; Bower, D.S.; Sherub, S.T.; Wangdi, D.O.R.J.I.; Rinchen, K.A.D.O.; Phuntsho, S.; ... & Das, I. 2020. New herpetofaunal records from the Kingdom of Bhutan obtained through citizen science. *Herpetological Review* 51: 790-798.
36. Callaghan, C.T. & Brooks, D.M. 2020. Using citizen science to study exotic and invasive birds. *Invasive Birds: Global Trends and Impacts* 363.
37. Johnson, B.A.; Mader, A.D.; Dasgupta, R. & Kumar, P. 2020. Citizen science and invasive alien species: An analysis of citizen science initiatives using information and communications technology (ICT) to collect invasive alien species observations. *Global Ecology and Conservation* 21: e00812.

38. Liu, G.; Rowley, J.J.; Kingsford, R.T. & Callaghan, C.T. 2021. Species' traits drive amphibian tolerance to anthropogenic habitat modification. *Global Change Biology* 27: 3120-3132.
39. Cosentino, B.J.; Marsh, D.M.; Jones, K.S.; Apodaca, J.J.; Bates, C.; Beach, J. ... & Willey, A. 2014. Citizen science reveals widespread negative effects of roads on amphibian distributions. *Biological Conservation* 180: 31-38.
40. Heigl, F.; Horvath, K.; Laaha, G. & Zaller, J.G. 2017. Amphibian and reptile road-kills on tertiary roads in relation to landscape structure: using a citizen science approach with open-access land cover data. *BMC Ecology* 17: 1-11.
41. Gutierrez-Sanabria, D.R. 2017. Evaluación del riesgo de las carreteras nacionales para la fauna silvestre y el uso de ciencia ciudadana como herramienta para el monitoreo de fauna silvestre atropellada en Costa Rica. Tesis de Maestría, Universidad Nacional, Costa Rica.
42. Sterrett, S.C.; Katz, R.A.; Fields, W.R. & Grant, E.H.C. 2019. The contribution of road-based citizen science to the conservation of pond-breeding amphibians. *Journal of Applied Ecology* 56: 988-995.
43. Todd, B.D.; Rose, J.P.; Price, S.J. & Dorcas, M.E. 2016. Using citizen science data to identify the sensitivity of species to human land use. *Conservation Biology* 30: 1266-1276.
44. Group, E.A.; Pope, K.L.; Wengert, G.M.; Foley, J.E.; Ashton, D.T. & Botzler, R.G. 2016. Citizen scientists monitor a deadly fungus threatening amphibian communities in northern coastal California, USA. *Journal of Wildlife Diseases* 52: 516-523.
45. Ostermann-Miyashita, E.F.; Pernat, N. & König, H.J. 2021. Citizen science as a bottom-up approach to address human—wildlife conflicts: From theories and methods to practical implications. *Conservation Science and Practice* 3: e385.
46. Cooper, C.B.; Dickinson, J.; Phillips, T. & Bonney, R. 2007. Citizen science as a tool for conservation in residential ecosystems. *Ecology and Society* 12: 11.
47. Haywood, B.K.; Parrish, J.K. & Dolliver, J. 2016. Place-based and data-rich citizen science as a precursor for conservation action. *Conservation Biology* 30: 476-486.
48. Jordan, R.; Gray, S.; Howe, D.; Brooks, W.; Ehrenfeld, J. 2011. Knowledge gain and behavioral change in citizen-science programs. *Conservation Biology* 25: 1148-1154.
49. McKinley, D.C.; Miller-Rushing, A.J.; Ballard, H.L.; Bonney, R.; Brown, H.; Cook-Patton, S.C.; ... & Soukup, M.A. 2017. Citizen science can improve conservation science, natural resource management, and environmental protection. *Biological Conservation* 208: 15-28.
50. Soteropoulos, D.L.; De Bellis, C.R.; Witsell, T. 2021. Citizen science contributions to address biodiversity loss and conservation planning in a rapidly developing region. *Diversity* 13: 255.
51. Toomey, A.H. & Domroese, M. C. 2013. Can citizen science lead to positive conservation attitudes and behaviors? *Human Ecology Review* 20: 50-62.
52. Vohland, K.; Land-Zandstra, A.; Ceccaroni, L.; Lemmens, R.; Perelló, J.; Ponti, M.; Samson, R. & Wagenknecht, K. 2021. The Science of Citizen Science. Springer, Cham, Suiza.
53. Conrad, C.C. & Hilchey, K.G. 2011. A review of citizen science and community-based environmental monitoring: issues and opportunities. *Environmental Monitoring and Assessment* 176: 273-291.
54. Baker, E.; Drury, J.P.; Judge, J.; Roy, D.B.; Smith, G.C. & Stephens, P.A. 2021. The verification of ecological citizen science data: current approaches and future possibilities. *Citizen Science: Theory and Practice* 6: 1-14.
55. Terán-Sánchez, S.; Díaz-Arango, A.; Arias-Monsalve, H.F. & Ramírez-Chaves, H.E. 2021. New records of mammals of the Coffee Region, Central Andes of Colombia using citizen science. *Neotropical Biology and Conservation* 16: 27.
56. DeGroote, L.W.; Hingst-Zaher, E.; Moreira-Lima, L.; Whitacre, J.V.; Slyder, J.B. & Wenzel, J. W. 2021. Citizen science data reveals the cryptic migration of the Common Potoo *Nyctibius griseus* in Brazil. *Ibis* 163: 380-389.
57. Damián-Baldeón, O. & Castillo, L. 2018. Herramientas Educativas Enfocada en Anfibios: Desaparición de las Ranas, Adaptado a América Latina y el Perú. Asociación Grupo Ultram, Amphibian Ark, Clorox, Discovery Education & Animal Planet. Lima, Perú.
58. Maruscak, N.; Rudak, R.M. & Sabán, M. 2021. Conociendo los anfibios de Tigre y Escobar: Educación formal, virtualidad y ciencia ciudadana. Exposición oral en 1er. Congreso Latinoamericano de Ciencia Ciudadana.
59. Deutsch, C.; Marin da Fonte, L.F.; Maneyro, R.; Kindel, A.; Dallagnol-Vargas, N.;

- Duarte-Freire, M. & Agostini, G. 2018. In search of the Giant of the Pampas: Gathering conservation efforts in Argentina, Brazil and Uruguay. *Froglog* 26: 22-24.
60. Nosek, B.A.; Spies, J.R. & Motyl, M. 2012. Scientific utopia: II. Restructuring incentives and practices to promote truth over publishability. *Perspectives on Psychological Science* 7: 615-631.
  61. Rutten, M.; Minkman, E. & Van Der Sanden, M. 2017. How to get and keep citizens involved in mobile crowd sensing for water management? A review of key success factors and motivational aspects. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water* 4: e1218.
  62. Iacovides, I.; Jennett, C.; Cornish-Trestrail, C. & Cox, A.L. 2013. Do Games Attract or Sustain Engagement in Citizen Science? A study of Volunteer Motivations: 1101-1106. *En: Mackay, W.E. (ed.). CHI'13 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*. ACM, New York, USA.
  63. Verissimo, D.; Vaughan, G.; Ridout, M.; Waterman, C.; MacMillan, D. & Smith, R.J. 2017. Increased conservation marketing effort has major fundraising benefits for even the least popular species. *Biological Conservation* 211: 95-101.
  64. Le Coz, J.; Patalano, A.; Collins, D.; Guillén, N.F.; García, C.M.; Smart, G.M.; ... & Braud, I. 2016. Crowdsourced data for flood hydrology: Feedback from recent citizen science projects in Argentina, France and New Zealand. *Journal of Hydrology* 541: 766-777.