

ALGUNAS EXPERIENCIAS DE INVESTIGACIÓN BASADA EN CIENCIA CIUDADANA PARA EL BENEFICIO DE ÁFRICA

LA CIENCIA CIUDADANA EN ÁFRICA. PERSPECTIVAS.

AUTORES: Jorge Iván Pincay Ponce¹

Wilian Richart Delgado Muentes²

Leo Antonio Cedeño Cabezas³

Pedro Emilio Delgado Franco⁴

DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA: jorge.pincay@uleam.edu.ec

Fecha de recepción: 10-08-2020

Fecha de aceptación: 26-11-2020

RESUMEN.

África es un continente culturalmente caracterizado como el de mayor pobreza, enfermedades o guerras civiles en el mundo; cuando entre otros aspectos positivos se trata de un continente con una creciente capacidad científica. El objetivo del presente es ofrecer una perspectiva del potencial científico de este continente, especialmente a nivel de proyectos que contemplan ciencia ciudadana, y cuyos resultados se reflejen en artículos publicados recientemente. La metodología aplicada ha sido la compilación y análisis de diez artículos revisados por pares, nueve de ellos se publicaron entre los años 2016 y 2018 y uno se publicó en 2014. Como resultado se presentan los detalles de cómo se recolectaron y analizaron los datos, los beneficiarios, la cantidad de participantes y su nivel de actividad en los proyectos. Como resultados se evidencia que la ciencia ciudadana se ha desarrollado a nivel del alcance y la eficiencia de la recopilación de datos para estudios en ecología, conservación de la biodiversidad, labores de rescate ante desastres o preservación del conocimiento indígena, entre otros. Como conclusiones se

¹ Docente titular en la Facultad de Ciencias Informáticas de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Ingeniero en Sistemas. Máster Universitario en Ingeniería de Software, por la Universidad de Alcalá. Doctorando del Programa Doctorado en Informática de la Universidad Nacional de La Plata. ORCID: 0000-0003-4711-8850. Manta, Manabí, Ecuador. Email: jorge.pincay@uleam.edu.ec, jorge.pincayp@info.unlp.edu.ar. Móvil: +593992621369.

² Docente titular en la Facultad de Ciencias Informáticas de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Ingeniero en Sistemas Computacionales. Máster en Informática de Gestión y Nuevas Tecnologías, por la Universidad Santa María de Chile. ORCID: 0000-0002-5136-0677. Manta, Manabí, Ecuador. Email: wilian.delgado@uleam.edu.ec. Móvil: +593980778865

³ Docente titular en la Facultad de Ciencias Informáticas de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Ingeniero Civil. Máster en Educación Matemática Universitaria, por la Universidad de Holguín de Cuba. Manta, Manabí, Ecuador. Email: leo.cedeno@uleam.edu.ec. Móvil: +593984282932

⁴ (+) Docente titular en la Facultad de Ciencias Informáticas de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Ingeniero Eléctrico. Máster en Administración de Empresas Mención en Gestión de Recursos Humanos, por la ULEAM. Manta, Manabí, Ecuador.

determina que existe un considerable uso de TICs, desde SMS, redes sociales, hasta aplicaciones e infraestructuras ajustadas a ciertos proyectos, pero también persisten problemáticas técnicas como la duración de las baterías de los móviles o deficiente cobertura telefónica. El escenario demanda un esmerado cuidado por la usabilidad y accesibilidad de las aplicaciones y tecnologías que asistan a los ciudadanos de diferentes niveles de formación educativa.

PALABRAS CLAVES/PALAVRAS-CHAVE: África; ciencia ciudadana; ciencia y sociedad; cultura científica; redes de investigación

SOME RESEARCH EXPERIENCES BASED ON CITIZEN SCIENCE FOR THE BENEFIT OF AFRICA

ABSTRACT

Background: Africa is a continent often seen as if it were a single country where poverty, disease or civil wars mostly coexist, when among other positive aspects it is a continent with a growing scientific capacity.

Objective: To offer a perspective of the scientific capacity of Africa, especially at the level of projects that contemplate citizen science, and whose results are reflected in recently published articles.

Methodology: Ten projects involving citizen science published from 2016 to 2018 are intentionally compiled and analyzed. The articles should specify information about the problem solved, its designers, details of how the data was collected and analyzed, the beneficiaries, the number of participants and their level of activity in the projects. In addition, to arise in Africa or be directed towards the continent.

Results: Citizen science has been developed at the level of the scope and efficiency of data collection for studies in ecology, biodiversity conservation, disaster rescue efforts or preservation of indigenous knowledge, among others.

Conclusions: There is considerable use of ICTs, from SMS, social networks, to applications and infrastructures adjusted to certain projects, but there are also technical problems such as the duration of mobile batteries or poor telephone coverage. The scenario demands careful care for the usability and accessibility of applications and technologies that assist citizens of different levels of educational training.

KEYWORDS: Africa; citizen science; science and society; scientific culture; research networks

INTRODUCCIÓN

La ciencia ciudadana es una forma de colaboración de investigación que involucra a miembros del público usualmente desentrenados, en proyectos de investigación científica para abordar problemas del mundo real, por lo que también se considera como una forma de educación científica (Brossard et al., 2005; Cohn, 2008), que revitalizada por la web y las tecnologías digitales (Colella & Bolici, 2017, p. 27), permite un acceso más rápido por parte de los científicos a conjuntos de datos más grandes para estudiar problemas a menores costos (McCampbell et al., 2018), y con mejoras en la disponibilidad, accesibilidad, precisión y capacidad de acción necesarios para tomar decisiones informadas en atención a necesidades y contextos de sus usuarios (Dumakude & Graham, 2017).

Como referencia histórica, el primer proyecto de ciencia ciudadana consistió en el denominado conteo navideño de aves del año 1900, y fue dirigido por la National Audubon Society, que desde 1905 pertenece a los Estados Unidos. En aquella iniciativa participaron 27 personas e identificaron 18500 aves, mayormente en el nordeste de los Estados Unidos. (National Environmental Education Foundation (NEEF), 2016; Silvertown, 2009).

En cierto modo la ciencia ciudadana ha experimentado una notable evolución especialmente en Norteamérica y el Reino Unido, donde el voluntariado y la vinculación con la naturaleza son actividades relativamente comunes entre el público en general y donde hay numerosos científicos y organizaciones dispuestos a organizar proyectos de ciencia ciudadana (Chandler et al., 2012). Durante varios años han surgido frases como la "Science for the People" que expresan los deseos por impulsar la ciencia ciudadana (Silvertown, 2009).

Este trabajo tiene como objetivo ofrecer una perspectiva de la capacidad científica de África, especialmente a nivel de proyectos que contemplan ciencia ciudadana, desde el análisis de publicaciones recientes.

Desde hace algunos años se han desarrollado diversos proyectos de ciencia ciudadana en favor de África, por lo que los investigadores extranjeros se reúnen allí para recopilar y analizar datos, lo que a su vez ha propiciado que los científicos del continente exijan un papel más importante en los proyectos, así como beneficios en la salud u otros para sus ciudadanos (Nordling, 2018), incluso algunos estudios han surgido como iniciativa de investigadores africanos.

Entre los escenarios de estudio están la biodiversidad, los museos virtuales y el soporte tecnológico para potenciar la investigación basada en ciencia ciudadana, empero, para abordar los desafíos de investigación y desarrollo en África, se necesitan mayores presupuestos y proyectos de ciencia ciudadana, donde se evidencie colaboración y motivación entre los investigadores de las

diversas organizaciones que trabajen en estos desafíos con los ciudadanos como socios en el terreno de las investigaciones (Ngumbi, 2016).

METODOLOGÍA

Este trabajo contempló el análisis de diez artículos revisados por pares, nueve de ellos se publicaron entre los años 2016 y 2018 y uno se publicó en 2014. En ocasiones, se sustentó algunas ideas en publicaciones de fechas anteriores o en la web de los proyectos que abordan las investigaciones.

Los diez artículos fueron seleccionados intencionalmente, y se los menciona de forma progresiva en la siguiente sección. Para la selección de los artículos se introdujo en Google Scholar la cadena de búsqueda "citizen science" + Nombre de País, donde nombre de país es el nombre de cada país de África escrito en idioma inglés. Para fines del análisis se incluyó artículos donde se detalle la mayor cantidad de respuestas a las siguientes preguntas:

- ¿Quién o quiénes tienen el problema?
- ¿Quién o quiénes diseñan el proyecto?
- ¿Quién o quiénes y cómo recolectan las muestras?
- ¿Quién o quiénes y cómo analizan los resultados?
- ¿Quién o quiénes y cómo han resultado beneficiados?
- ¿Cuántos ciudadanos han participado en el proyecto? en caso de que los investigadores proporcionen tal información.
- ¿Nivel de actividad de los actores? lo cual aplica si los investigadores proporcionan tal información.

RESULTADOS

El primer artículo revisado, que se referirá como A1, fue "The distribution and numbers of cheetah in southern Africa", que documenta un proyecto de investigación diseñado, liderado y financiado mediante gestión de la Animal Demography Unit, ADU, de la Universidad de Ciudad del Cabo. La investigación surgió de la premisa de que es posible conservar la biodiversidad si las decisiones de conservación se basen en datos compilados por los ciudadanos, como fotografías digitales organizadas en una base de datos MySQL y disponibles en el Museo Virtual de ADU. Lo que resulta en material educativo y prueba cuantitativa de cuántos individuos de una especie existen, causas de su decrecimiento poblacional y mapas dinámicos de su hábitat; especialmente en Botswana, Namibia, South Africa y Zimbabwe (Weise et al., 2017).

Datos:

- Los ciudadanos recolectaron 3137 registros de población de guepardos.
- Los datos fueron analizados por expertos de la ADU.
- Participaron 97 Ciudadanos.
- El nivel de actividad de los ciudadanos fue ALTO, es de indicar que 8 ciudadanos alcanzan más de 100 registros.

El segundo artículo, que se referirá como A2, fue "Smartphone icon user interface design for non-literate trackers and its implications for an inclusive citizen science", que documenta un proyecto diseñado y financiado vía donaciones, por la Organización CyberTracker Conservation, de Ciudad del Cabo. El proyecto ayudaba a organizaciones y científicos ciudadanos especialmente no alfabetizados a que puedan participar a través de una galardonada aplicación móvil usable y accesible para smartphones, que mediante una serie de íconos permite a los ciudadanos la mejora de la interpretación, recopilación y supervisión a gran escala y a largo plazo de información de mapeo participativo más completo en áreas como biodiversidad en general, pesca artesanal, plantas invasoras y brotes de ébola (Baard & Kraaij, 2019; Cybertracker, 2013; Larson et al., 2016; Liebenberg et al., 2017, p. 2; Paul et al., 2016).

Datos:

- Los datos de índole particular a cada proyecto son recolectados por los ciudadanos, incluso no alfabetizados.
- Los datos de muestra son analizados por los científicos ciudadanos y organizaciones públicas o privadas participantes. CyberTracker certifica a los observadores como tal, con el fin de potenciar su confiabilidad.
- No existe un número exacto de participantes, pero se estima es alto, dado que desde 1997, CyberTracker registra más de doscientas mil descargas, entre los sistemas operativos Windows, Windows Mobile y Android.
- El nivel de actividad de los participantes es ALTO, dada la cantidad de descargas de las diferentes versiones de la aplicación.

El tercer artículo revisado, que se referirá como A3, fue "Developing biodiversity indicators for African birds", que documenta un proyecto diseñado por los autores del artículo y financiado por Royal Society for the Protection of Birds, RSPB y el gobierno de Botswana. Los autores se basaron en los índices Wild Bird, para medir la biodiversidad y la degradación o desarrollo sostenible de aves en Botswana, Kenya y Uganda. El proyecto surgido en Inglaterra también permitió seguir la efectividad de las políticas relacionadas, al tiempo de conseguir programas estructurados de monitoreo de aves para ayudar a informar a los respectivos entes de Biodiversidad Nacional involucrados y que estos emprendan estrategias y planes de acción que resulten extrapolables a países vecinos. El estudio reflejó tendencias distintas en la población de aves terrestres entre Botswana y Uganda, así como diferencias en las áreas protegidas de cada país. Los índices obtenidos en esta investigación se consideraron potenciales, aunque provisionales porque el periodo de análisis de 2009 a 2015 es corto. (Wotton et al., 2020).

Datos:

- Los datos fueron recolectados por los ciudadanos, por medio de encuestas registradas dos veces por año, entre 2009 y 2015.
- Los datos de muestra fueron analizados por el autor principal del proyecto S. Wotton, de acuerdo con los índices Wild Bird. En los datos compilados se encontraron 501 especies de aves en Botswana (2010 - 2015), 789 en Uganda (2009 - 2015) y 639 en Kenya (2011 - 2015).
- En los periodos de tiempo detallados participaron el siguiente número de científicos ciudadanos por país: Botswana: 350, Uganda: 120 y Kenya: 160.
- El nivel de actividad de los ciudadanos fue ALTO, pese a que la participación en los proyectos implicó desplazamientos largos para la toma de datos.

El cuarto artículo revisado, que se referirá como A4, fue "Taking participatory citizen science to extremes", que documenta un proyecto diseñado por el grupo de investigación ExCiteS de la University College London, tiene características sociales e inclusivas para miembros de comunidades indígenas marginadas donde residen ciudadanos científicos con potencial, si es que se les brinda apoyo para que compartan sus conocimientos indígenas, sin embargo, no excluye a personas de diversas habilidades cognitivas, comunidades u organizaciones públicas o privadas en general, que participan en proyectos de ciencia ciudadana. Hasta 2016, el proyecto se había aplicado en comunidades de agricultores de El Congo, en el monitoreo de la tala de árboles en Camerún y en la investigación agropastoril en Etiopía (Isabel Preto et al., 2016a, p. 27).

El principal recurso por usar son aplicaciones como Sapelli, que cuenta con interfaces gráficas usables y accesibles que pueden funcionar en modo offline y luego sincronizar datos con un servidor en la web o incluso vía SMS. Hasta 2017, Sapelli se financiaba con contribuciones voluntarias y mediante el cobro por ajustes a escenarios específicos (sapelli.org, 2017).

Datos:

- Los datos de muestra fueron recolectados por científicos ciudadanos de diversas edades, especialmente residentes indígenas marginados.
- Este proyecto era de propósitos generales, las aplicaciones envían datos a un servidor central desde donde es posible generar reportes para su respectivo análisis por parte de miembros de los proyectos.
- La cantidad de participantes varía según cada proyecto.
- El nivel de actividad de los ciudadanos es ALTO, motivado por el diseño inclusivo de la aplicación Sapelli

El quinto artículo revisado, que se referirá como A5, fue "Biota of the WAP complex – starting a citizen science project for West Africa's largest complex of protected areas", que documenta un proyecto diseñado por los autores,

financiados por la Global Biodiversity Information Facility GFBio, difundido mediante la plataforma de ciencia ciudadana iNaturalist y que trata sobre la biodiversidad en diversas áreas de Benin, Burkina Faso y Niger. La GFBio apoya investigaciones mediante el desarrollo e implementación de estrategias efectivas de gestión de datos, para hacerlos accesibles, interoperables y reutilizables durante todas las etapas del proceso de investigación, pues, según los autores la escasez de datos para el mapeo de la biodiversidad en la región de la Sabana de África Occidental, en el desierto del Sahara y en las zonas secas que lo rodean, limita las acciones de conservación (GFBio, 2018; Schmidt et al., 2016).

Datos:

- Los datos de muestra fueron recolectados por los científicos ciudadanos, quienes en los dos primeros meses compilaron 900 observaciones de 324 especies.
- Los datos fueron analizados por los autores del artículo, con el soporte iNaturalist, que es dónde se los recibía por parte de los ciudadanos.
- Participaron 10 personas durante los primeros 2 meses del proyecto, algunos científicos y otros eran entusiastas ciudadanos.
- El nivel de actividad es ALTO, pues en promedio cada persona aporta 90 observaciones en 2 meses.

El sexto artículo revisado, que se referirá como A6, fue "Wildbook: Crowdsourcing, computer vision, and data science for conservation", diseñado por la multinacional Lewa Wildlife Conservancy con sede en Kenya, Estados Unidos, Suiza, Reino Unido y Canadá. En el artículo, se revisó el Crowdsourcing como mecanismo para precisar datos que permitan la conservación de la Grant's zebra, la especie más pequeña de cebras y también la conservación de las jirafas; además de la conservación de las cebras de Grevy, en peligro de extinción debido a la depredación por parte de los leones. Los datos se obtuvieron en Kenya. (Berger-Wolf et al., 2017) y para estimar el tamaño de la población animal se usó la metodología Mark-recapture, considerada estándar para este fin (Pradel, 1996); los datos se analizaron con tecnología de Ciencia de Datos de la compañía Wildbook de Singapore (Wildbox Technologies, 2018). Los principales beneficiarios fueron la International Union for Conservation of Nature, IUCN y el Parque Nacional de Nairobi, Kenya, pues obtuvo los datos más precisos al año 2016 respecto a las especies estudiadas.

Datos:

- Los datos de muestra fueron recolectados en marzo del 2015. Los científicos ciudadanos tomaban fotografías con sus cámaras desde los vehículos que empleaban para sus recorridos (Berger-Wolf et al., 2017, p. 3).
- Los datos fueron analizados por especialistas de Lewa, mediante Wildbook, especialmente con algoritmos de visión por computadora.

- En la toma de datos de las Grant's zebra y la cebrá de Grevy participaron 55 y 162 personas, que capturaron 9406 y 40810 fotografías respectivamente.
- El nivel de actividad de los ciudadanos fue ALTO.

El séptimo artículo revisado, que se referirá como A7, fue "Kenyan dragonflies: past, present and future" fue diseñado por los autores, como parte del proyecto "Atlas and phenology of dragonflies and damselflies in South Africa" financiado por la JRS Biodiversity Foundation, con sede en Seattle, Estados Unidos (JRS Biodiversity Foundation, 2018). Para esta investigación se tomó registros disponibles en la ADU y si bien el estudio se centró en Kenya, buscó establecer proyecciones a futuros trabajos mediante diagramas de cobertura y distribución de los dragonflies, que son insectos depredadores aéreos que se encuentran comúnmente cerca de hábitats de agua dulce en la mayor parte del mundo. Entre los principales beneficiarios están la ciencia y la investigación, el Servicio de Vida Silvestre de Kenya y la Universidad del Cabo que incrementó su cooperación con los Museos Nacionales de Kenya. (Encyclopedia Britannica, 2018; Njoroge et al., 2017).(Njoroge et al., 2017)

Datos:

- Los datos de muestra fueron recolectados hasta mayo de 2017, posiblemente desde 1980, por la ADU, institución que registró 3376 avistamientos de dragonflies en Kenya, distribuidos entre 172 especies de 4 familias. De ellos, 129 registros fueron realizados por científicos ciudadanos y 3247 registros fueron realizados por museos.
- Los datos eran analizados por expertos de la ADU. De los 129 registros realizados por científicos ciudadanos desde el 2010, 53 han sido confirmados en tanto que 76 seguían sin confirmarse hasta 2017.
- Respecto a los ciudadanos participantes, en el artículo se indica que desde 2010 ha habido 7 ciudadanos que aportaron 129 registros distribuidos entre 4 familias de dragonflies: Aeshinidae 13, Gomphidae 26, Libellulidae 71 y Macromiidae 7.
- El nivel de actividad de los ciudadanos fue BAJO porque apenas alcanzó el 4% del total de registros.

El octavo artículo revisado, que se referirá como A8, fue "Exploring farmers' intentions to adopt mobile Short Message Service (SMS) for citizen science in agriculture", diseñado por los investigadores de este artículo, con base en la Unified Theory of Acceptance and Use of Technology, UTAUT2, a la cual le agregaron las variables edad, género y experiencia para predecir las intenciones de uso de tecnología SMS por parte de los agricultores de Etiopía según tales características. UTAUT2 tiene siete constructos clave: 1) la expectativa de rendimiento, 2) la esperanza de esfuerzo, 3) la influencia social, 4) las condiciones de facilitación, 5) motivación hedónica, 6) valor del precio

y 7) hábito (Venkatesh et al., 2012). La investigación fue parte del programa Mapping for Sustainable Intensification, WUR, y buscó que pequeños agricultores etíopes seleccionados al azar, proporcionen información relacionada con sus parcelas experimentales mediante SMS, lo que era esencial para que con el empleo de ciencia ciudadana digital se reconozca el efecto de los inoculantes y el fósforo en el rendimiento de los cultivos de leguminosas. El estudio se desarrolló durante las temporadas de crecimiento de cultivos de 2014 y 2015. Mediante el modelado de ecuaciones estructurales se mostró que las intenciones de adoptar la tecnología de SMS para la provisión de datos agrícolas fueron predichas, según (Beza et al., 2018, pp. 101, 295, 309), por:

- La utilidad y agilidad percibida de la tecnología, es decir, la denominada expectativa de rendimiento de UTAUT2, misma que resultó más importante en agricultores jóvenes,
- El esfuerzo necesario para utilizar la tecnología, denominado esperanza de esfuerzo en UTAUT2,
- El costo de usar la tecnología, denominado valor de precio en UTAUT2, y
- La confiabilidad del cuerpo organizador de los proyectos, así como la percepción de auto beneficio por parte del agricultor.

Datos:

- Los datos de muestra fueron recolectados por 125 agricultores de tres regiones de Etiopía.
- Los datos fueron analizados por los autores de la investigación, que procesaron los mensajes mediante las aplicaciones FrontlineSMS y Ushahidi.
- Entre 2014 y 2015 participaron 220 pequeños agricultores de Etiopía.
- El nivel de actividad de los ciudadanos fue ALTO.

El noveno artículo revisado, que se referirá como A9, fue "Xanthomonas Wilt of Banana (BXW) in Central Africa: Opportunities, challenges, and pathways for citizen science and ICT-based control and prevention strategies", diseñado por los autores del artículo, como parte del Research Program on Roots, Tubers and Bananas CGIAR, que lo financió junto con German Federal Ministry for Economic Cooperation and development BMZ, y la Belgian Directorate General for Development Cooperation and Humanitarian Aid DGD.

Esta investigación mixta, documentó el problema de la marchitez bacteriana del banano causada por la bacteria *Xanthomonas campestris* (Tushemereirwe et al., 2004), proporcionó un análisis sistémico y metodológico, que aumentó la comprensión sobre malas prácticas en el manejo de enfermedades y limitaciones para prevenir en lugar de controlar la bacteria en la región de los grandes lagos de África (Etiopía, Kenya, Uganda, Tanzania, Burundi, Ruanda y el Congo). Los beneficiarios directos fueron los agricultores, mediante estrategias para mitigar el efecto de BXW a niveles económicamente

aceptables. Como dato llamativo, los investigadores detectaron concepciones de los agricultores, como que si el vecino no trata el problema este llega igual a "nuestros" cultivos... lo que autolimita su accionar. (McCampbell et al., 2018; Vaast et al., 2017).

Datos:

- Los datos de muestra fueron recolectados por 52 agricultores con experiencia en el uso móviles, de diversas edades y de diversas regiones de los países referidos, 2 entrevistados, 50 encuestados.
- Los datos de muestra fueron analizados por los autores de la investigación.
- El nivel de participación estimado es ALTO.

El décimo artículo revisado, que se referirá como A10, fue "Assessing Wetland Health Using a Newly Developed Land Cover Citizen Science Tool for Use by Local People Who Are Not Wetland Specialists", diseñado por los autores del artículo y que consistió en validar la propuesta de Donovan Kotze, que en 2015 usó las aplicaciones WET-Health y Wetland IHI (Kotze, 2015). A criterio de (Dumakude & Graham, 2017) estas herramientas diseñadas para examinar características de los humedales no promueven la participación local porque las personas que no son especialistas en el tema las encuentran difíciles de entender, por tanto, compilaron en una hoja de cálculo sencilla ciertos datos que permitiesen tratar el problema de que más de la mitad de los humedales en Sudáfrica se degradan debido a malas gestiones económicas que repercuten en inconvenientes para la población mayoritariamente rural, que tiene en los recursos naturales un medio importante para su subsistencia. En el artículo se menciona a la educación ambiental para el desarrollo sostenible, como importante para abordar estos problemas, mediante la participación de ciudadanos como científicos, porque su aporte no dista del de los especialistas, si se les proporciona formación y recursos como aplicaciones móviles usables y accesibles.

Datos:

- Los datos de muestra fueron recolectados por 56 ciudadanos, previamente capacitados sobre el llenado de la hoja de cálculo. Los ciudadanos trabajaron en dos días distintos, 10 en los humedales de los Golfos de Howick y 46 en Ixopo.
- Para el análisis estadístico descriptivo de los datos, de sí los participantes pudiesen usar la herramienta, los investigadores utilizaron Excel y luego SPSS. Mediante análisis de varianza identificaron los factores que podría afectar la variabilidad de la valoración y con análisis de contexto determinaron las percepciones con respecto al uso de esta.
- Participaron 56 ciudadanos agricultores expertos en humedales, de diversas edades y género, con habilidades básicas en el manejo básico de móviles.
- El nivel de actividad de los ciudadanos se estima de que fue ALTO.

Existen otros trabajos publicados pero que guardan propuestas futuras a 2018, uno de ellos es "3-D digital preservation of at-risk global cultural heritage", donde investigadores de la Universidad de San Diego, USA, se hacen eco de la vulnerabilidad del patrimonio cultural mundial y canalizan programas de investigación con ciencia ciudadana que impliquen uso de internet e imágenes satelitales de alta resolución, para salvaguardar virtualmente algunos de los objetos y lugares de patrimonios con mayor riesgo. Los profesores y estudiantes involucrados en este proyecto desean ejecutar una investigación arqueológica pionera, que abarca más de diez mil años de cultura y arquitectura de Chipre, Grecia, Egipto, Etiopía, Israel, Jordania, Marruecos, Turquía y los Estados Unidos. El proyecto monitoreará y modelará sitios arqueológicos en peligro y sus entornos, además de conectar diversos sistemas de realidad virtual inmersivos a entre 10 y 40 Gb/s de velocidad. El proyecto es financiado por la National Science Foundation de Estados Unidos (Lercari et al., 2016).

DISCUSIÓN

Las naciones africanas han logrado cierto éxito en el desarrollo de su capacidad científica, pese a que hasta el año 2011 se consideraba que sus bases aun eran inestables (Irikefe et al., 2011) y hasta el año 2017, que el número de publicaciones científicas y el impacto académico eran limitados (Heigl & Dörler, 2017). Por los artículos revisados se denota el empleo de diversas herramientas tecnológicas como canales impulsores del crecimiento de la ciencia ciudadana, especialmente los teléfonos móviles, con lo que se logró esfuerzos distribuidos y coordinados en la recolección, análisis e interpretación de datos (GSMA, 2016).

Indubitablemente, existen dificultades como la tasa de analfabetismo reportada por la Statistics South Africa (2014), que en ciertas regiones de Sudáfrica es cercana al 60%, lo que demanda mejoras de diseños de interacción en los canales tecnológicos de comunicación que incluso contemplen capacidades diferentes y limitaciones del contexto del científico ciudadano (Delgado-Reyes et al., 2018; J. I. Pincay-Ponce, 2017; J. I. Pincay-Ponce et al., 2020). Además, de problemas como recursos tecnológicos e infraestructura eléctrica y de conectividad deficientes (Brewer et al., 2005; Leeuwis & Van den Ban, 2004; Pejovic & Skarlatidou, 2020).

Los investigadores recién citados concuerdan con lo que (Delgado-Reyes et al., 2018) describen como contemplar a las diversidades como propicias para construir relaciones nuevas, a lo que otros autores como (Dumakude & Graham, 2017; Pejovic & Skarlatidou, 2020), adicionan el argumento de que en ocasiones las soluciones tecnológicas prediseñadas demuestran ser intransferibles a entornos particulares de las regiones rurales en desarrollo, por lo que reportan problemas como dificultades manifiestas con abstracciones.

Pese a las bondades que sustentan autores como (Beza et al., 2018; Garcia et al., 2018; Isabel Preto et al., 2016a) o las barreras recién señaladas, en los proyectos de ciencia ciudadana en o para África, las plataformas basadas en las TIC mejoraron la conectividad entre poblaciones desasociadas e incluso a nivel mundial la ciencia ciudadana es considerada como la forma más inclusiva de búsqueda de la ciencia y de notables resultados y beneficios como los revisados (Colella & Bolici, 2017, p. 27; McCampbell et al., 2018).

En África hace falta que las investigaciones que implican ciencia ciudadana tengan el respaldo de protocolos científicos sólidos, simples y repetibles estadísticamente (Barnard et al., 2017, p. 2), que eviten sesgos desconocidos que desafían los métodos computacionales como el uso de aplicaciones como Sapelli o de analítica de datos con herramientas como Wildbook (Berger-Wolf et al., 2017; Isabel Preto et al., 2016a). Tales protocolos deben relacionarse con actividades de gestión óptima, estratégica y sistemática de las tecnologías de la información y de las comunicaciones. (J. Pincay-Ponce et al., 2016; Samaniego-Moncayo et al., 2020).

Desde otras perspectivas, la ciencia ciudadana desarrollada en la actualidad con herramientas en línea mayoritariamente, por permitir la participación con unos pocos clics, puede ocasionar que a veces las personas aporten datos e información que no comprenden. (Reiheld & Gay, 2019), lo que implicaría educar a los ciudadanos con un enfoque cultural capaz de conservar los resultados de los adelantos suscitados y llevarlos más allá (J. I. Pincay-Ponce, 2018).

Es destacable la participación de varios organismos nacionales donde se han desarrollado los proyectos revisados, lo que de masificarse podría repercutir en un beneficio adicional de la ciencia ciudadana expresado en la creación de empleo a través de las habilidades transmitidas a los ciudadanos, a la par de mitigar barreras como el costo de usar la tecnología o la transmisión de datos, por parte de los agricultores u otras personas que funjan de científicos ciudadanos. (Dumakude & Graham, 2017).

En líneas generales, en África existe un desarrollo de la ciencia ciudadana a nivel del alcance y la eficiencia de la recopilación de datos para estudios en ecología, conservación de la biodiversidad, labores de rescate ante desastres o preservación del conocimiento indígena (Dickinson et al., 2012; Isabel Preto et al., 2016b), e incluso en campos no tan tradicionales como lo son los cambios de nombres de carreteras e instituciones educativas usualmente por cuestiones políticas (Ahmouda & Hochmair, 2018).

Si bien, en esta revisión se aprecia que la ciencia ciudadana en África está más orientada a las zonas rurales, no podría discutirse el éxito de proyectos similares ejecutados en zonas urbanas de África, en coincidencia con (Pejovic & Skarlatidou, 2020) quienes expresan que en las zonas urbanas existen niveles generalmente más altos de educación básica y el sentido de

compromiso cívico y la mayor disponibilidad de la infraestructura favorecerían al mejor desarrollo de estos proyectos.

CONCLUSIONES

La ciencia ciudadana tiene un notable crecimiento en África, cada vez incorpora más voluntarios para participar en la recopilación y análisis de datos, pese a la asignatura pendiente, de definir procesos que conviertan las actuales actividades en colaborativas, socio constructivas y realistas, en todas las etapas del proceso científico.

En cada proyecto revisado, se observa un considerable uso TICs, desde SMS, redes sociales, hasta aplicaciones e infraestructuras diseñadas específicamente para estos proyectos. De modo implícito, la literatura revisada motiva a atender problemáticas técnicas como la duración de las baterías de los móviles o deficiente cobertura telefónica, unidos a un esmerado cuidado por la usabilidad y accesibilidad de las aplicaciones y tecnologías que asistan a los ciudadanos de diferentes niveles de formación educativa, lo cual redundará en beneficios sociales y económicos al incrementar participantes y su posible permanencia colaborativa en los proyectos, al tiempo de convertir la experiencia en conocimiento multiplicador de bienestar.

En relación con el tipo de proyectos de ciencia ciudadana que más se evidencian desde o para África, se estima que se darán más estudios relativos a la biodiversidad, dado el coste que supone abordar hábilmente avistamientos de las especies por métodos tradicionales, el pequeño tamaño de la comunidad científica y pocos datos sobre muchas especies en África y el mundo.

Finalmente, aunque África evidencia un soporte mayoritario de países europeos o Estados Unidos, en estos temas, en cada proyecto se beneficia de formación que repercute en bienestar de sus comunidades.

AGRADECIMIENTO

Agradecimiento especial a Diego Torres, PhD, profesor e investigador de la Universidad Nacional de La Plata, Argentina, por el múltiple soporte los autores en el desarrollo de este tema de investigación. Hacemos una dedicación especial al docente y amigo, Pedro Delgado Franco, coautor de las primeras etapas de este artículo y fallecido recientemente víctima del Covid-19.

REFERENCIAS

- Ahmouda, A., & Hochmair, H. H. (2018). Using Volunteered Geographic Information to measure name changes of artificial geographical features as a result of political changes: A Libya case study. *GeoJournal*, 83(2), 237–255. <https://tinyurl.com/y4nhxc79>
- Baard, J. A., & Kraaij, T. (2019). Use of a rapid roadside survey to detect potentially invasive plant species along the Garden Route, South Africa. *Koedoe*, 61(1), 1–10. <https://doi.org/10.4102/koedoe.v61i1.1515>
- Barnard, P., Altwegg, R., Ebrahim, I., & Underhill, L. G. (2017). Early warning systems for biodiversity in southern

- Africa—How much can citizen science mitigate imperfect data? *Biological Conservation*, 208, 183–188. <https://tinyurl.com/yxjks8q3>
- Berger-Wolf, T. Y., Rubenstein, D. I., Stewart, C. V., Holmberg, J. A., Parham, J., Menon, S., Crall, J., Van Oast, J., Kiciman, E., & Joppa, L. (2017). Wildbook: Crowdsourcing, computer vision, and data science for conservation. *ArXiv Preprint ArXiv:1710.08880*. <https://arxiv.org/pdf/1710.08880.pdf>
- Beza, E., Reidsma, P., Poortvliet, P. M., Belay, M. M., Bijen, B. S., & Kooistra, L. (2018). Exploring farmers' intentions to adopt mobile Short Message Service (SMS) for citizen science in agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture*, 151, 295–310. <https://tinyurl.com/y772r6zg>
- Brewer, E., Demmer, M., Du, B., Ho, M., Kam, M., Nedeveschi, S., Pal, J., Patra, R., Surana, S., & Fall, K. (2005). The case for technology in developing regions. *Computer*, 38(6), 25–38. <https://doi.org/10.1109/MC.2005.204>
- Brossard, D., Lewenstein, B., & Bonney, R. (2005). Scientific knowledge and attitude change: The impact of a citizen science project. *International Journal of Science Education*, 27(9), 1099–1121. <https://doi.org/10.1080/09500690500069483>
- Chandler, M., Bebbler, D. P., Castro, S., Lowman, M. D., Muoria, P., Oguge, N., & Rubenstein, D. I. (2012). International citizen science: making the local global. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 10(6), 328–331. <https://doi.org/10.1890/110283>
- Cohn, J. P. (2008). Citizen science: Can volunteers do real research? *AIBS Bulletin*, 58(3), 192–197. <https://tinyurl.com/y6873hr4>
- Colella, N. A., & Bolici, F. (2017). How to Design Citizen-Science Activities: A Framework for Implementing Public Engagement Strategies in a Research Project. In *New Activities For Cultural Heritage* (Vol. 7, Issue 7, pp. 228–238). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-67026-3_25
- Cybertracker. (2013). *Getting started*. <https://tinyurl.com/y868zvcw>
- Delgado-Reyes, K. A., Pincay-Ponce, J. I., & Herrera-Tapia, J. S. (2018). Interculturalidad mesocurricular de la carrera de Ingeniería en Tecnologías de la Información en una universidad pública del Ecuador. *Congreso Internacional de Tecnologías de La Información y Computación. CITIC 2018*, 38–49. <https://tinyurl.com/y5afrovo>
- 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(6), 291–297. <https://doi.org/10.1890/110236>
- Dumakude, N., & Graham, M. (2017). Assessing wetland health using a newly developed land cover citizen science tool for use by local people who are not wetland specialists. *Southern African Journal of Environmental Education*, 33(1), 71. <https://doi.org/10.4314/sajee.v.33i1.6>
- Encyclopedia Britannica. (2018). *Dragonfly*. <https://tinyurl.com/ybldgkz>
- Garcia, P. G., Galeon, D. H., & Palaoag, T. D. (2018). TEXTnology. *Proceedings of the 2018 7th International Conference on Software and Computer Applications - ICSCA 2018*, 279–284. <https://doi.org/10.1145/3185089.3185100>
- GFBio. (2018). *GFBio Services*. <https://www.gfbio.org/about/services>
- GSMA. (2016). *The mobile economy*. GSMA Intelligence London. <https://tinyurl.com/yyjtzys8>
- Heigl, F., & Dörler, D. (2017). Public participation: Time for a definition of citizen science. *Nature*, 551(7679), 168. <https://doi.org/10.1038/d41586-017-05745-8>
- Irikefe, V., Vaidyanathan, G., Nordling, L., Twahirwa, A., Nakkazi, E., & Monastersky, R. (2011). Science in Africa: The view from the front line. *Nature*, 474(7353), 556–559. <https://doi.org/10.1038/474556a>
- Isabel Preto, Michael K. McCall, Mário Freitas, & Luís Dourado. (2016a). Participatory Mapping of the Geography of Risk: Risk Perceptions of Children and Adolescents in Two Portuguese Towns. *Children, Youth and Environments*, 26(1), 85. <https://doi.org/10.7721/chilyoutenvi.26.1.0085>
- Isabel Preto, Michael K. McCall, Mário Freitas, & Luís Dourado. (2016b). Participatory Mapping of the Geography of Risk: Risk Perceptions of Children and Adolescents in Two Portuguese Towns. *Children, Youth and*

- Environments*, 26(1), 85. <https://doi.org/10.7721/chilyoutenvi.26.1.0085>
- JRS Biodiversity Foundation. (2018). *About JRS*. <https://jrdbiodiversity.org/about-jrs/>
- Kotze, D. C. (2015). *A method for assessing wetland ecological condition based on land-cover type*. Version. <https://tinyurl.com/yyw47nkh>
- Larson, L. R., Conway, A. L., Hernandez, S. M., & Carroll, J. P. (2016). Human-wildlife conflict, conservation attitudes, and a potential role for citizen science in Sierra Leone, Africa. *Conservation and Society*, 14(3), 205. <https://tinyurl.com/yxd4xt3n>
- Leeuwis, C., & Van den Ban, A. (2004). Knowledge and Perception. In *Communication for Rural Innovation: Rethinking Agricultural Extension* (3er ed., pp. 94–116). Blackwell Science Ltd. <https://doi.org/10.1002/9780470995235>
- Lercari, N., Shulze, J., Wendrich, W., Porter, B., Burton, M., & Levy, T. E. (2016). 3-D digital preservation of at-risk global cultural heritage. In C. Catalano & L. De Luca (Eds.), *Eurographics Workshop on Graphics and Cultural Heritage*. The Eurographics Association. <https://tinyurl.com/yxdaz2bz>
- Liebenberg, L., Steventon, J., Brahman, N., Benadie, K., Minye, J., Langwane, H. K., & Xhukwe, Q. (Uase). (2017). Smartphone Icon User Interface design for non-literate trackers and its implications for an inclusive citizen science. *Biological Conservation*, 208, 155–162. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.04.033>
- McCampbell, M., Schut, M., Van den Bergh, I., van Schagen, B., Vanlauwe, B., Blomme, G., Gaidashova, S., Njukwe, E., & Leeuwis, C. (2018). Xanthomonas Wilt of Banana (BXW) in Central Africa: Opportunities, challenges, and pathways for citizen science and ICT-based control and prevention strategies. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*, 86–87, 89–100. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2018.03.002>
- National Environmental Education Foundation (NEEF). (2016). *Conteo Navideño de Aves de Audubon*. <https://tinyurl.com/w8yom8f>
- Ngumbi, E. (2016, April). *Invest in African research and citizen science*. SciDev.Net. <https://tinyurl.com/yxthhus8>
- Njoroge, L., Underhill, L. G., & Navarro, R. A. (2017). Kenyan dragonflies: Past, present and future. *Biodiversity Observations*, 8, 21–29. <https://tinyurl.com/y82wj2d7>
- Nordling, L. (2018). African scientists call for more control of their continent's genomic data. *Nature*. <https://doi.org/10.1038/d41586-018-04685-1>
- Paul, S. A. L., Wilson, A. M. W., Cachimo, R., & Riddell, M. A. (2016). Piloting participatory smartphone mapping of intertidal fishing grounds and resources in northern Mozambique: Opportunities and future directions. *Ocean & Coastal Management*, 134, 79–92. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2016.09.018>
- Pejovic, V., & Skarlatidou, A. (2020). Understanding Interaction Design Challenges in Mobile Extreme Citizen Science. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 36(3), 251–270. <https://doi.org/10.1080/10447318.2019.1630934>
- Pincay-Ponce, J., Delgado-Muentes, W., Arteaga-Vera, J., & Franco-Pico, A. (2016). *M & M Tics. Modelando el planeamiento estratégico de tecnologías de información en las Pymes* (Primera). Editorial Mar Abierto. <https://tinyurl.com/ude8e3s>
- Pincay-Ponce, J. I. (2017). *Una web para todos. Comprendiendo y aplicando las WCAG 2.0*. (Primera). Editorial Mar Abierto. <https://tinyurl.com/y6kzmqwl>
- Pincay-Ponce, J. I. (2018). Reflexiones sobre la accesibilidad web para el contenido educativo en los sistemas de administración de aprendizaje. *REFCaE: Revista Electrónica Formación y Calidad Educativa. ISSN 1390-9010*, 6(1), 193–206. <https://tinyurl.com/yd52m9u2>
- Pincay-Ponce, J. I., Reyes-Cárdenas, J. J., Delgado-Franco, P. E., & González-López, O. A. (2020). Legibilidad y accesibilidad en los sitios web de las universidades de la provincia de Manabí - Ecuador. *REFCaE: Revista Electrónica Formación y Calidad Educativa. ISSN 1390-9010*, 8(1), 183–196. <https://tinyurl.com/y4hrgzxm>
- Pradel, R. (1996). Utilization of Capture-Mark-Recapture for the Study of Recruitment and Population Growth Rate. *Biometrics*, 52(2), 703. <https://doi.org/10.2307/2532908>

- Reiheld, A., & Gay, P. L. (2019). Coercion, Consent, and Participation in Citizen Science. *ArXiv Preprint ArXiv:1907.13061*. <http://arxiv.org/abs/1907.13061>
- Samaniego-Moncayo, B., Herrera-Tapia, J., Pincay-Ponce, J., Sendón-Varela, J. C., & Henríquez-Coronel, P. (2020). Análisis del despliegue y uso de la tecnología celular en Ecuador. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação, E29*, 51–66.
- sapelli.org. (2017). *Sapelli*. <http://www.sapelli.org/>
- Schmidt, M., Assédé, E., Oebel, H., Fahr, J., & Sinsin, B. (2016). Biota of the WAP complex—starting a citizen science project for West Africa’s largest complex of protected areas. *Flora et Vegetatio Sudano-Sambesica, 19*, 3–6. <https://tinyurl.com/qnmrguu>
- Silvertown, J. (2009). A new dawn for citizen science. *Trends in Ecology & Evolution, 24*(9), 467–471. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2009.03.017>
- Tushemereirwe, W., Kangire, A., Ssekiwoko, F., Offord, L. C., Crozier, J., Boa, E., Rutherford, M., & Smith, J. J. (2004). First report of *Xanthomonas campestris* pv. *musacearum* on banana in Uganda. *Plant Pathology, 53*(6), 802–802. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2004.01090.x>
- Vaast, E., Safadi, H., Lapointe, L., & Negoita, B. (2017). Social Media Affordances for Connective Action: An Examination of Microblogging Use During the Gulf of Mexico Oil Spill. *MIS Quarterly, 41*(4), 1179–1205. <https://doi.org/10.25300/MISQ/2017/41.4.08>
- Venkatesh, Thong, & Xu. (2012). Consumer Acceptance and Use of Information Technology: Extending the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology. *MIS Quarterly, 36*(1), 157. <https://doi.org/10.2307/41410412>
- Weise, F. J., Vijay, V., Jacobson, A. P., Schoonover, R. F., Groom, R. J., Horgan, J., Keeping, D., Klein, R., Marnewick, K., & Maude, G. (2017). The distribution and numbers of cheetah (*Acinonyx jubatus*) in southern Africa. *PeerJ, 5*, e4096. <https://doi.org/10.7717/peerj.4096>
- Wildbox Technologies. (2018). *Who are we?* <https://wildboxtechnologies.com/>
- Wotton, S. R., Eaton, M. A., Sheehan, D., Munyekenye, F. B., Burfield, I. J., Butchart, S. H. M., Moleofi, K., Nalwanga-Wabwire, D., Ndang’ang’a, P. K., Pomeroy, D., Senyatso, K. J., & Gregory, R. D. (2020). Developing biodiversity indicators for African birds. *Oryx, 54*(1), 62–73. <https://doi.org/10.1017/S0030605317001181>