

ARTÍCULOS *C/S*

Ciencia ciudadana en la Sociedad de la Información: nuevas tendencias a nivel mundial

Citizen science in the Information Society. New world trends

Susana Finquelievich y Celina Fischnaller *

La E-Ciencia Ciudadana (eCC), también conocida como “ciber-ciencia”, es el nuevo término que se aplica a una práctica ya conocida -la participación de ciudadanos legos en proyectos científicos-, pero que el uso de las tecnologías de información y comunicación (TIC) ha disparado al Siglo XXI. La E-Ciencia Ciudadana ha evolucionado rápidamente en las dos últimas décadas, gracias a la sumatoria de nuevos enfoques científicos y al uso de TIC. La eCC incluye una variedad de aplicaciones: desde agricultura a planeamiento urbano, de salud pública a oceanografía, desde las ciencias sociales a software y servicios informáticos, de ciencias sociales a ingeniería espacial. Este trabajo, basado en una investigación realizada para la UNESCO (2012), se focaliza en algunas de las tendencias mundiales del uso de TIC con objetivos científicos participativos en proyectos relevantes de diversas disciplinas, analiza el rol de los ciudadanos científicos en los proyectos de eCC, revela la escasez de proyectos orientados a estudios de género, señala el uso de eCC para el empoderamiento de las comunidades y subraya la importancia de las políticas públicas de ciencia y tecnología en el desarrollo de la eCC. No se intenta captar la totalidad de estas tendencias: se trata de incitar la atención sobre esta nueva herramienta científica y promover el debate sobre la misma.

Palabras clave: ciencia ciudadana, empoderamiento, TIC

11

The E-Citizen Science (eCS), also known as “e-science”, is the new term applied to the participation of laymen in scientific projects, a practice that has been expanded into the 21st century by the use of information and communication technologies (ICTs). The eCS has developed rapidly in the last two decades. The most recent developments are due to the sum of new scientific approaches and the use of ICTs. The eCS includes a variety of applications, from agriculture to urban planning, from public health to oceanography, from social sciences to software and services, and to space engineering. This work, based on a research conducted for UNESCO in 2012, focuses on some of the global trends in the use of ICTs in participatory scientific projects. It analyzes the role of citizen scientists in eCS projects, reveals a shortage of projects to gender studies, notices that the use of eCS empowers communities, and finally stresses the importance of public policies on science and technology in the development of eCS. This paper does not attempt to capture all of these trends. Instead, it proposes to pay attention to the most essential and relevant sources of information and areas of debate.

Key words: citizen science, empowerment, ICTs

* *Susana Finquelievich*: investigadora principal del CONICET, directora del Programa de Investigaciones sobre la Sociedad de la Información, Instituto de Investigaciones Gino Germani, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Buenos Aires. *Celina Fischnaller*: antropóloga, asistente de investigación en LINKS, Asociación Civil para el Estudio y la Promoción de la Sociedad de la Información. Correos electrónicos: sfinquel@gmail.com, Celina.links@gmail.com. Las autoras reconocen con gratitud la ayuda de Mukli Haklay (profesor de ciencias en *Citizen Extreme Science*, ExCites), Departamento de Ingeniería Civil, Ingeniería Ambiental y Geomática de la Universidad College de Londres, María Alarcón Rendón (Archivo Nacional de México), Gloria Bonder (directora de género, sociedad y políticas de FLACSO), Luis Ángel Fernández Hermana (Red Fractal, Barcelona, España), Serap Kurbanougoulu (Hacettepe University, Departamento de Gestión de la Información, Turquía), y a Louis Liebenberg (*CyberTracker*, Sudáfrica).

Introducción: los ciudadanos como “prosumidores” de la ciencia

En las últimas dos décadas ha hecho aparición una tendencia mundial de considerable interés: la creciente participación de la sociedad civil en la recolección, verificación, análisis, intercambio y difusión de datos, con fines científicos, utilizando tecnologías de información y comunicación (TIC), en particular tecnologías móviles.

La ciencia ciudadana es un nuevo tipo de producción científica basada en la participación, consciente y voluntaria, de miles de ciudadanos que generan grandes cantidades de datos. Cualquier persona puede aportar su inteligencia o sus recursos tecnológicos para alcanzar resultados científicos de utilidad social. No es necesario poseer conocimientos previos. La ciencia ciudadana, entendida como la colecta de información por la ciudadanía para deducir teorías y eventualmente determinar políticas, no es nueva.

Uno de los registros más antiguos sobre la ciencia ciudadana se remonta a comienzos del siglo XIX. Desde los albores de la historia, las mareas oceánicas eran consideradas misteriosas e impredecibles. Causaban naufragios y hacían que la navegación costera fuera extremadamente peligrosa. Aunque el enigma de las mareas había sido estudiado por algunas mentes científicas a lo largo de siglos, no se habían descubierto datos que permitieran establecer un patrón o un modelo acerca de ellas. En 1835, el científico inglés William Wheewell se abocó a la tarea colosal de mapear el Océano Atlántico y sus costas para conseguir predecir las mareas. Wheewell adoptó un enfoque pragmático de la ciencia ciudadana para compilar la información en la que basó su informe, *The Great Tide Experiment* (Cooper, 2012). Cooper explica:

“Con la aquiescencia de la Armada Británica, Wheewell organizó miles de personas en nueva naciones y colonias a ambos lados del Atlántico para la medición sincronizada de las mareas. En más de 650 localizaciones, los voluntarios siguieron las instrucciones de Wheewell para medir las mareas cada 15 minutos, las 24 horas del día, durante el mismo período de dos semanas en Junio de 1835. Los voluntarios en esta experiencia incluían a oficiales de astilleros, marineros, capitanías, militares, vigilantes costeros y observadores aficionados. Muchos de los voluntarios fueron más allá de medir las mareas; también tabularon, graficaron y mapearon los datos. Wheewell reunió esta información en mapas que ilustraban el progreso de las mareas a través del Atlántico y en las costas, entradas, puertos, y en los ríos y estuarios”.

El proyecto de Whewell fue un éxito. Debido al compromiso de la ciudadanía, las predicciones sobre las mareas pudieron realizarse con la suficiente exactitud como para prevenir las tragedias marítimas.

Desde hace dos décadas, la evolución de grandes recursos de computación, de almacenaje o de captación de datos ha permitido añadir a la ciencia ciudadana lo que se conoce actualmente como “e-ciencia”. Además de los superordenadores, de las

enormes bases de datos o de súper telescopios, se puede contar actualmente con la asistencia de los ciudadanos. Es posible integrar a cualquier persona en el trabajo científico mediante una formación que abarca diversos grados de complejidad, a partir de su inteligencia y de su voluntad de colaborar (Ibercivis, 2013).¹

La e-ciencia ciudadana (eCC), también conocida como “ciber-ciencia”, es un término relativamente nuevo que se aplica a una práctica que data de hace siglos, pero que el uso de TIC ha proyectado al siglo XXI. Lo que llamamos en la actualidad eCC ha evolucionado rápidamente en las dos últimas décadas. Los desarrollos más recientes se deben a la sumatoria de nuevos enfoques científicos y al uso de las TIC. La eCC incluye una variedad de aplicaciones: desde la agricultura hasta el planeamiento urbano, de astrobiología, desde la salud pública hasta la oceanografía, desde las ciencias humanas hasta el *software* y los servicios informáticos, desde las ciencias sociales hasta la ingeniería espacial.

La eCC se diferencia de sus formas de investigación previas, además de por el uso de TIC, fundamentalmente por la incomparablemente mayor escala del acceso del público a este tipo de proyectos y, en consecuencia, del incremento de la participación pública. La eCC forma parte de lo que Tapscot y William (2006) han denominado *Wikinomics*: “Millones de entusiastas de los medios usan actualmente blogs, wikis, chats y redes sociales para añadir sus voces a la vociferante corriente de diálogo y debate llamada la ‘blogósfera’”. Los empleados gubernamentales, los empleados del sector empresario y los miembros de organizaciones comunitarias ganan en eficacia al colaborar con colegas a través de las fronteras organizacionales, creando un “lugar de trabajo wiki”. Los clientes se vuelven “prosumidores” al co-crear bienes y servicios en vez de limitarse a consumir los productos finales. En la eCC, los ciudadanos se vuelven prosumidores de la ciencia. Esta co-creación de conocimiento representa un adelanto considerable con respecto al enfoque previo, en el cual el científico era “el experto” y los ciudadanos, básicamente, unos asistentes gratuitos de investigación.

La metodología cualitativa utilizada en la colecta de materiales es fundamentalmente *meta-research*. Este trabajo proporciona un panorama de la bibliografía científica publicada (fundamentalmente con referato, pero también literatura gris), además de bibliografía no científica como sitios web y blogs relativos a la eCC. Las autoras se focalizaron en particular en la bibliografía posterior a la Cumbre Mundial de la Sociedad de la Información (CMSI) de 2005. Se ha usado información primaria y secundaria generada por universidades, centros de investigación, organizaciones científicas internacionales y ONG, entre otras fuentes. Dado el propósito del trabajo, identificar las tendencias mundiales a través del uso de TIC en investigación participativa, un factor importante para determinar el universo a tratar es que los proyectos analizados dispongan de sitios web accesibles. Se ha puesto el foco en los proyectos de amplios objetivos y magnitud (medidos en la población beneficiaria y en la clase de tecnología utilizada) que a su vez han

1. Ibercivis, Plataforma de Computación Ciudadana. Más información en: http://www.ibercivis.es/index.php?module=public§ion=channels&action=view&id_channel=2.

generado nuevos proyectos de eCC. Esta investigación cualitativa se ha complementado con participación en foros de Internet (*Citizen Science Quarterly, Science Progress, Citizen Science Centre y Citizen Science Community Forum*), además de entrevistas en línea con informantes clave en diversos países.²

El trabajo se focaliza en algunas de las tendencias mundiales del uso de TIC con objetivos científicos en proyectos relevantes de diversas disciplinas. También analiza el rol de los ciudadanos científicos en los proyectos de eCC, señala el uso de eCC para el empoderamiento de las comunidades y pone especial atención en el uso de las tecnologías móviles para la investigación científica.

No se intenta captar la totalidad de estas tendencias, pero sí se trata de concitar la atención sobre las informaciones esenciales, las fuentes de información más relevantes y las áreas de debate. Esperamos provocar nuevas investigaciones que profundicen no sólo en las áreas que hemos estudiado, sino también en los caminos emergentes de la ciencia participativa en línea.

1. Tendencias generales en e-ciencia ciudadana

1.1. Empoderamiento de ciudadanos y comunidades

La participación comunitaria y el empoderamiento son centrales para la noción de democratización científica. Las decisiones construidas a través de la participación inclusiva y el intercambio de conocimientos son más propensas a ser apoyadas - durante su implementación, en la movilización y disponibilidad de recursos materiales y humanos- que aquellas que son definidas a través de mecanismos de planificación y gestión, jerárquicos y centralizados (Whelan).

Un estudio general de los proyectos eCC sugiere que la participación ciudadana en proyectos científicos, cualquiera que sea su tamaño y alcance, contribuye a empoderar a los ciudadanos y las comunidades. Una de las formas en que los proyectos de eCC colaboran en este sentido es proporcionando marcos, herramientas y metodologías que permitan a las comunidades recopilar información y analizarla con el fin de estimular y enriquecer la toma de decisiones. Algunas de estas iniciativas de empoderamiento surgen de las propias comunidades, mientras que otras son generadas por los expertos a través de la identificación de necesidades locales. En otros proyectos, la capacitación de los participantes, incluso si no se formula deliberadamente como objetivo, es arrojada como resultado secundario de ellos. Un ejemplo representativo es la *Coastal Guardian Watchmen Network* o Red de Observadores de las Costas (Canadá), cuyo sistema de monitoreo regional fue desarrollado para colaborar con las comunidades costeras, en la concientización sobre los recursos culturales y naturales, abordando preocupaciones comunes.³

2. Más información en: <https://www.facebook.com/CitizenScienceQuarterly?fref=ts>, <https://www.facebook.com/ScienceProgress>, <https://www.facebook.com/pages/Citizen-Science/200725956684695?fref=ts> y www.citizenscience.org.

3. Más información en: <http://coastalguardianwatchmen.ca/regional-monitoring-system>.

Un número creciente de proyectos están orientados a aumentar el conocimiento de los participantes en ciencia y tecnología, así como a modificar y ampliar sus puntos de vista sobre la forma en que la ciencia puede ayudar a hacer frente a sus necesidades. Los proyectos de eCC proporcionan grados muy diversos de formación de los ciudadanos a través de su participación en el proceso científico.

La eCC también trabaja con comunidades analfabetas. Por ejemplo, ExCiteS reúne científicos de varios campos para desarrollar y contribuir a las teorías y metodologías que empoderarán a cualquier comunidad para comenzar un proyecto de eCC dirigido a resolver sus problemas específicos.⁴ Su proyecto “Visualización geográfica para científicos ciudadanos no alfabetizados” surgió de las necesidades expresadas por grupos de indígenas pigmeos de la Cuenca del Congo. Estos grupos ya participan de la recolección de datos ambientales, incluyendo el monitoreo de actividades ilegales como caza y pesca furtiva y deforestación. Esta participación les otorga mayor control sobre las áreas locales. EXCiteS proporciona un marco, unas herramientas y unas metodologías que permiten a las comunidades indígenas analizar la información recolectada para comprender mejor los cambios ambientales y permitir la formulación de decisiones en base a la información.

Los proyectos de eCC también ejercen impactos sobre los conocimientos de las comunidades en cuestiones de salud. El proyecto *The Fragile Oasis: Map-a-Difference* (“El oasis frágil: Mapee una diferencia”), en Nairobi, Kenya, usa la plataforma *Ufahamu* de visualización de datos para recolectar información sobre repositorios de *open-data* (opendata.go.ke, por ejemplo) y los combinan con bancos de datos geográficos existentes de la NASA y de otras fuentes confiables.⁵ *Ufahamu* también interrelaciona variados bancos de datos para ilustrar las posibles conexiones entre cuestiones relativas a la salud. Esta plataforma de visualización -de fácil acceso y comprensión para investigadores, el sector público, ONG y legos- se orienta a proporcionar al público la información necesaria sobre áreas vulnerables y, en consecuencia, a impulsar los esfuerzos hacia la mejora de la situación de la salud pública.

15

1.2. E-ciencia ciudadana y género

Existen numerosos proyectos de investigación participativa dirigidos a mujeres, o en los que las mujeres colaboran, ya sea como científicas o como proveedoras de información, particularmente en las ciencias humanas y sociales, con acento en el desarrollo comunitario. Las investigaciones sobre salud son otra área particularmente fértil para la investigación participativa, con foco en la salud femenina y reproductiva.

La salud de las mujeres, que ha sido por largo tiempo una preocupación de la Organización Mundial de la Salud (OMS), se ha vuelto una prioridad urgente. La ciencia ciudadana ha realizado esfuerzos importantes para incrementar la accesibilidad a la información relativa a la vida de las mujeres a través del mundo,

4. Más información en: <http://www.ucl.ac.uk/excites/>.

5. Más información en: <http://www.talenthouse.com/creativeinvites/show/submission/detail/8E5QHT>.

señalando las cuestiones clave e informando sobre oportunidades para acelerar el progreso de las cuestiones de género: inequidades persistentes (desigualdades entre hombres y mujeres, desigualdades económicas entre países, desigualdades en el interior de los países); sexualidad y reproducción; enfermedades; roles de las mujeres; y bienestar de niñas y adolescentes, pubertad y maduración, entre otros.

La gran mayoría de estos proyectos no usa TIC o tecnologías móviles como herramientas de investigación participativa. Por lo demás, aunque la eCC es un terreno fecundo para los estudios de género, los proyectos de eCC focalizados sobre las mujeres son notablemente escasos.

Las mujeres son participantes activas en proyectos de eCC, como en el primer proyecto mundial *SeaBC* (*Sea Bird Count* - Contabilización de aves marinas), en el cual mujeres que navegan en cruceros especiales envían información sobre las aves marinas a la base de datos en línea. Dice Bonney (2009b): “Las participantes típicas del proyecto *Birdhouse Network* (*TBN - NestWatch*, Red de Nidos de Aves) eran mujeres mayores, jubiladas y con alto nivel educativo”.⁶ En México los resultados actuales del proyecto Reporta sobre salud pública, que se basa en una red de ciudadanos que monitorean las condiciones respiratorias urbanas, señalan que, en contraste con el equilibrio relativo existente a nivel nacional entre el número de hombres (49%) y mujeres (51%), en Reporta las mujeres representan el 58% de los participantes y los hombres el 40% (el 2% restante no proporcionó esta información).⁷

16

Las mujeres participan con frecuencia como científicas en proyectos eCC como *Cybertrackers*, *Africa@home*, *MayBeespotter*, entre otros.⁸ A pesar de esto, no se ha hallado en la bibliografía especializada ningún proyecto de eCC específicamente dirigido a las mujeres. Una excepción es el ya mencionado *Cybertracker*, que tiene un programa que utiliza las habilidades de rastreo de las mujeres.⁹

¿Qué razones explican esta área de vacancia? Una de las explicaciones posibles es que las investigaciones participativas en torno a mujeres y con mujeres se desarrollan generalmente en universos relativamente pequeños, usando técnicas de investigación presenciales (Baffour y Chonody, 2009; Meyer et al, 2003). Otra es que los proyectos de eCC en áreas de las ciencias sociales y humanas (el universo del conocimiento en el cual se inscriben la mayor parte de las investigaciones sobre cuestiones de género) son escasos comparados con biología, astronomía, o ciencias ambientales.

La eCC puede contribuir a abrir la ciencia a las mujeres en tanto que expertas en cuestiones de género, y sensibles a sus problemáticas y perspectivas. La participación femenina en la planificación y utilización de los resultados de los proyectos de eCC puede tener impactos positivos en el decrecimiento del tráfico de

6. Más información en: www.nestwatch.org.

7. Más información en: <http://reporta.c3.org.mx/Resultados.php>.

8. Más información en: <http://beespotter.mste.illinois.edu/>.

9. Más información en: <http://www.cybertracker.org/uses/citizen-science>.

personas, violencia de género y demás. Si las mujeres participaran más en las investigaciones (particularmente en las transculturales) sobre estos temas, incrementando la difusión de información sobre ellos, las posibilidades de hallar soluciones para estos flagelos se multiplicarían. Las tecnologías móviles facilitan a las mujeres el registro de información sobre violencia o abusos, además de poder comunicarse entre ellas en contextos que son todavía opresivos para las mujeres. La eCC también puede contribuir a la concienciación de las mujeres sobre la prevención de enfermedades, la nutrición y la salud reproductiva. La participación de las mujeres en materia de salud, social, ambiental o de investigación no sólo contribuye a generar conocimiento científico, sino también a elevar su conciencia sobre sus propias condiciones, y sobre cómo mejorarlas. La Agenda de Túnez para la Sociedad de la Información (2005) sostiene que: “(la) implementación eficaz de formación y la educación, en particular en TIC, ciencia y tecnología, motiva y promueve la participación y la implicación activa de las niñas y las mujeres en el proceso de toma de decisiones y de construcción de la Sociedad de la Información”.

Para lograr estos objetivos, así como los nuevos que se tendrán en cuenta en la CMSI+10, es necesario que los países y los organismos asociados impulsen el desarrollo de políticas y acciones que se orienten a fomentar la participación de las mujeres en la concepción y ejecución de proyectos de eCC.

1.3. Participación de los ciudadanos en proyectos eCC

Existe una variedad de formas de participación de los ciudadanos en la eCC. Según Newman (2012), algunos proyectos involucran a los participantes sólo en uno de los pasos del proceso de investigación, como recolectores de datos, mientras otros proveen formación y los colocan en un lugar más decisivo del proceso, estimulando su participación en el proceso completo de investigación y promoviendo su empoderamiento como actores sociales. Uno de estos casos es el proyecto de Laboratorio Público para la Apertura de la Ciencia y la Tecnología, una comunidad que, de manera online, desarrolla y aplica herramientas de open data, en relación a la investigación ambiental, proveyendo a los participantes de técnicas y metodologías apropiadas.¹⁰

“En ExCites, nuestro objetivo es involucrar a los participantes en todo el proceso de investigación; estamos buscando que las comunidades puedan elevar sus propias preguntas y queremos que sean capaces de plantear problemas, participar en la recolección de datos, hacer el análisis y actuar sobre los resultados del estudio. Vemos la investigación como co-creación con las comunidades”, explica el profesor MukiHaklay, de la Universidad College de Londres y co-director del programa ExCites, en una entrevista en línea con las autoras. Algunos autores (Wiggins y Crawford, 2012; Bonney y Krasny, 2004) sugieren una relación inversa entre la formación de los ciudadanos y el alcance de los proyectos. En proyectos que cubren un vasto territorio geográfico, en los que la posibilidad de proporcionar apoyo

10. Más información: <http://publiclaboratory.org/home>.

presencial a los participantes está descartada por la distancia, las tareas de participación suelen ser planificadas, de modo de que necesiten de una formación previa mínima para los participantes. Por otro lado, en los proyectos que dependen de las habilidades ya detentadas por los participantes, es probable que los recursos sean invertidos en la gestión de los voluntarios más que en materiales de formación, dado que el reclutamiento de participantes con la experiencia y capacidades necesarias es con frecuencia un esfuerzo más intensivo.

El papel de los ciudadanos en la ciencia es complejo y está actualmente en el centro de los debates. Hay un número creciente de participantes en los proyectos de eCC. La inmensa mayoría de estos voluntarios no reciben ningún incentivo financiero. Las razones que motivan su participación son múltiples: curiosidad por el conocimiento y la ciencia, y preocupación social, entre otras. Otra motivación de peso es la utilidad de los proyectos eCC para su entorno y la vida cotidiana, ya que muchos proyectos están relacionados con el cuidado del medio ambiente o de la biodiversidad. Para muchos voluntarios, participar en un proyecto de investigación puede ser una experiencia significativa, ya que el conocimiento, la inspiración y la comprensión que llevar a sus propias comunidades pueden contribuir concretamente a su vida y de quienes les rodean. En algunos casos, los científicos-ciudadanos pueden incluso participar en los concursos científicos, como el caso de las aplicaciones de la NASA *Space Apps Challenge*.¹¹

18

Sin embargo, la participación no garantiza necesariamente formar parte de la formulación o el diseño de los proyectos. Como indican Wiggins y Crowston (2012), la producción científica de la eCC no es per se una coproducción entre pares; la estructura de poder de estos proyectos es casi siempre jerárquica. Como consecuencia, la ciencia ciudadana no es siempre “ciencia abierta”: muchos voluntarios comparten data, pero no participan abiertamente de la totalidad del proceso científico. Aun cuando puedan -a través de su experiencia- elaborar conclusiones, en la mayoría de los casos éstas no se publican ni son discutidas o contempladas por la comunidad académica tradicional.

La categorización de proyectos de eCC puede ser definida en relación al tipo de involucramiento de los ciudadanos voluntarios. De acuerdo con Wiggins y Crowston (2010, en Dias Soares, 2011), podrían señalarse tres niveles:

1. Nivel bajo: el voluntario sólo provee las capacidades de su computadora (*SETI@home*, *Rosetta@home*, *AFRICA@home*).¹² Los usuarios no conocen necesariamente el proyecto en el que “participan” ni desarrollan tareas determinadas. Sólo contribuyen con sus recursos informáticos.

11. Más información en: <http://spaceappschallenge.org/>.

12. Más información en: <http://setiathome.berkeley.edu>. *Rosetta@home* propone predecir las interacciones proteína-proteína, y diseñar nuevas proteínas con el auxilio de alrededor de más de 70.000 computadoras que los voluntarios han puesto a disposición del proyecto hasta el 11 de julio de 2014. Sobre *AFRICA@home*, más información en: <http://africa-at-home.web.cern.ch/africa-at-home/>. *AFRICA@home* es un sitio web para voluntarios de proyectos informáticos que permiten contribuir a causas humanitarias en África.

2. Nivel medio: los ciudadanos voluntarios interactúan con herramientas TIC para colaborar en la recolección de datos, que será analizada por investigadores profesionales (*Galaxy Zoo* y *UrbanZoo*).¹³ Otro caso: la *American Association of Variable Star Observers* (Asociación Americana de Observadores de Estrellas Variables) viene recolectando datos sobre estrellas variables desde 1911, con fines de análisis científico y de su uso en la educación, y promueve la participación ciudadana en su sitio web *CitizenSky*.¹⁴ *BugGuide.Net* es una comunidad de naturalistas en línea que comparten observaciones sobre artrópodos con otros aficionados y científicos; se puede participar en foros en línea y contribuir al análisis de los datos.¹⁵

3. Nivel alto: los voluntarios colaboran más centralmente en el relevamiento y monitoreo. Por ejemplo, la *Audubon Society's Christmas Bird Count* requiere que el usuario observe pájaros en un lugar específico.¹⁶ Los científicos ciudadanos pueden presentarse como voluntarios en un centro de investigación o unirse a una expedición científica, tales como las organizadas por el *Earth Watch Institute*, que incluye entre sus expediciones el estudio de la fauna salvaje de Malawi.¹⁷

Las autoras de este trabajo sugieren dos niveles más:

4. Nivel avanzado: Los voluntarios participan en toda la extensión del proceso científico, colaborando con el análisis de datos relevados, diseñando y operativizando herramientas de recolección de datos y registro, incluso elaborando objetivos o hipótesis de investigación. En la Red Fractal del Laboratorio de Redes Sociales de Innovación de Barcelona, los ciudadanos contribuyen a la creación de conocimiento e información en el proceso de comunicación social de la ciencia, el arte y la tecnología.

5. Nivel de políticas públicas: los ciudadanos son involucrados en los procesos de definición de políticas públicas que presentan componentes técnicos o científicos, trabajando a la par de los investigadores, en el marco de un proceso político democrático (Lewenstein, 2005).

La participación ciudadana en proyectos clasificados como de nivel bajo y medio constituyen gran parte de los casos encontrados en nuestro relevamiento de proyectos existentes.

La estructura de poder de la mayoría de los proyectos de investigación se mantiene jerárquica (Wiggins y Crowston, 2012). Por lo tanto, la eCC no representa necesariamente una producción científica realizada entre pares. Tampoco es

13. Más información en: <http://galaxyzoo.org/> y <http://www.lac.inpe.br/UrbanZoo>.

14. Más información en: <http://www.citizensky.org/>.

15. Más información en: <http://bugguide.net/node/view/15740>.

16. Más información en: <http://birds.audubon.org/christmas-bird-count>.

17. Más información en: <http://www.earthwatch.org/> y <http://www.earthwatch.org/exped/volunteer-malawi-environmental-conservation.html>.

forzosamente una “ciencia abierta”, refiriéndose a las prácticas de open-source utilizadas en investigaciones enmarcadas en prácticas más formales o tradicionales. Muchos de los proyectos de eCC comparten información, pero con frecuencia no hacen públicamente accesible el proyecto para someterlo a comentarios y debates (Wiggins y Crowston, 2012: 1).

“Me gustaría que los ciudadanos se impliquen en la ciencia de un modo más fundamental, desarrollando y testeando hipótesis originales, y no sólo recolectando información para los científicos profesionales”, plantea Louis Liebenberg (Sudáfrica, *CyberTracker Conservation, NPC*) en una entrevista en línea. “La e-ciencia ciudadana está fuertemente influida por la manera académica de estructuración de las áreas del conocimiento, que es el modo en el que la ciencia llega al ciudadano. La eCC debe ser el territorio experimental donde los ciudadanos reorganizan el conocimiento de acuerdo a sus necesidades, preocupaciones e intereses. Hasta ahora, el éxito en este campo es muy limitado”, expresa Luis Ángel Fernández Hermana, de Red Fractal, España, también en una entrevista en línea. En cuanto al grado de implicación o participación de los voluntarios en los proyectos de investigación, algunos autores han adoptado su propia terminología (Dias Soares, 2011). Un indicador sería el grado de participación de los ciudadanos en el proceso científico. Dicen Wiggins y Crowston (2012: 1): “Los proyectos con participación activa de los ciudadanos en el trabajo científico se diferencian de aquellos donde los ciudadanos científicos cumplen papeles menos activos, como el suministro de recursos informáticos para proyectos como SETI@home o donde participan como objetos de investigación”.¹⁸

20

La participación ciudadana no está exenta de algunos inconvenientes. En un informe de investigación publicado por el Servicio de Parques Nacionales de los Estados Unidos, Brett, Thelen y Thiet mencionan las siguientes preocupaciones, anteriormente mencionadas, sobre la validez de los datos generados por los voluntarios: algunas etapas de los proyectos pueden no ser adecuadas para los voluntarios, por ejemplo cuando se utilizan métodos de investigación complejos o que requieren trabajo arduo o repetitivo. Además, como tienen una formación escasa en protocolos de investigación y monitoreo, los voluntarios corren el riesgo de reproducir información sesgada. La verificación de los datos puede ser también un problema, ya que hay menos oportunidades de formación, y no observar el desempeño de los participantes en una situación de toma de datos.

1.3.1. Concentración temática y geográfica de los proyectos de eCC

No hemos encontrado estudios estadísticos sobre la eCC que den cuenta del número de proyectos distribuidos por área científica. Sin embargo, la bibliografía consultada y los expertos sugieren que los proyectos de eCC están fuertemente concentrados en ciencias naturales, geografía, ciencias ambientales, astronomía, desarrollo de software. Un número menor de proyectos se centran en la salud (*Ufahamu*, Reporta) y urbanismo.¹⁹

18. Más información en: <http://setiathome.berkeley.edu/>.

19. Más información en: <http://www.talenthouse.com/creativeinvites/show/submission/detail/8E5QHT> y <http://reporta.c3.org.mx/Resultados.php>.

Asimismo, tampoco hay estudios estadísticos sobre la eCC que documenten los orígenes geográficos y la concentración regional. Según François Grey (*Citizen Cyberscience Centre*, en su discurso de apertura de OTA12), la cantidad de ciudadanos cibercientíficos, que asciende a cientos de miles de personas, se concentra principalmente en Europa y América del Norte. En América Latina, la eCC es emergente. Un buen ejemplo es el proyecto de El Salvador para rescatar palabras antiguas. Las personas de habla náhuatl llegaron a las costas occidentales de El Salvador y, entre los años 950 años y 1200 AC, dejaron mensajes grabados en las rocas. Es difícil de reconocer y comprender el significado de los textos antiguos, las palabras, los símbolos y los mensajes que contienen. En la actualidad, los viajeros interesados pueden descubrir los muchos símbolos de la superficie de la roca, pintada en rojo, blanco y rosa. Pueden hacer una lista de todos los símbolos visibles, seleccionar su ubicación y luego usar un programa sencillo de dibujo y rastreo para registrar la imagen. Así los observadores voluntarios contribuyen a la reconstrucción de la historia del pueblo náhuatl-hablante.

Brasil@Home es otro caso particularmente interesante.²⁰ Se trata de una iniciativa para promover la ciencia cibernética ciudadana, es decir: la participación de la sociedad en proyectos de ciencia a través de Internet en Brasil y América Latina. Es una introducción a los conceptos y la práctica de la computación voluntaria, de la inteligencia distribuida y de voluntarios de detección remota. Los científicos titulares de proyectos de este tipo dan conferencias y ayudan a fomentar nuevos proyectos en Brasil. En concreto, las personas pueden participar a través de diversas actividades: a) computación voluntaria: ofrecen a las personas la capacidad de participar a través de sus computadoras, en proyectos científicos; b) inteligencia distribuida: las personas ofrecen su trabajo directamente, para la realización de actividades en proyectos de investigación científica, la catalogación de las imágenes y el registro de información (miles de voluntarios contribuyen diariamente a estos proyectos); y c) *Hackfest*: encuentro multidisciplinario de científicos, desarrolladores, entusiastas de la ciencia libre (*open science*), *software* libre y aplicaciones web gratuitas para desarrollar proyectos piloto de eCC.

21

En Uruguay el proyecto Mundial de Aves busca crear un “sistema de base de datos global” sobre las aves. El proyecto fue puesto en marcha por la Sociedad Real para la Protección de las Aves (RSPB), *Bird Life International* y la Sociedad Nacional Audubon de los Estados Unidos. Uno de sus socios en la región es la ONG Aves Uruguay. La iniciativa busca ampliar los registros de diferentes especies, de las que se estima la distribución geográfica y la estacionalidad, así como los cambios demográficos, para determinar las prioridades de conservación. Los investigadores profesionales en estas áreas son muy escasos, por lo que es necesario el uso de los comentarios de los ciudadanos. Actualmente, la base de datos de *Uruguay Birds* cuenta con más de 150 usuarios y cerca de 15.000 registros de más de 360 especies de aves. Los observadores voluntarios aportan a la base, datos cualitativos y cuantitativos sobre las especies, sobre su comportamiento y sus coordenadas geográficas.

20. Más información en: <http://www.citizenscyberscience.net/brasilathome/>.

Un relevamiento de los proyectos de eCC llevados adelante demuestra lo anterior. No sólo la mayoría de cibercientíficos y proyectos de eCC se concentran en las regiones más desarrolladas, sino también la mayoría de las iniciativas y los fondos destinados a eCC en los países en desarrollo se generan en Europa y América del Norte. Esto podría sugerir que existe una correlación directa entre políticas públicas explícitas con respecto al desarrollo de la ciencia, la tecnología y las TIC, y el número de proyectos de eCC. Sin embargo, debe señalarse que proyectos de eCC están actualmente surgiendo en Oceanía y Asia, así como en países africanos y latinoamericanos.

Así pues, las razones de esta concentración deben buscarse también en políticas científicas regionales. La OCDE (2012: 6) estimula a los países miembros a fomentar la ciencia abierta: “A medida que la ciencia se vuelve más comercial, y que las TIC hacen que el acceso al conocimiento sea técnicamente más fácil, muchos gobiernos quieren que la ciencia se difunda ampliamente y rebalse hacia la sociedad y la economía. Esto implica proporcionar las infraestructuras técnicas (bases de datos, etc.) y los marcos legales (IP) necesarios”. La Unión Europea ha desarrollado políticas científicas explícitas a lo largo de su Agenda Digital:

“Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) son los factores de transformación más recientes de la ciencia (...). Hoy en día las infraestructuras basadas en las TIC (e-infraestructuras) se han convertido en la base fundamental de toda la investigación y la innovación. Esto se refleja en la voluntad de la Comisión Europea y los Estados miembros de la UE de invertir en distintos ámbitos de las infraestructuras electrónicas. Juntos hemos estado trabajando en conectar a los investigadores, académicos, educadores y estudiantes a través de redes de alta velocidad como GEANT de investigación, facilitar el acceso a una red compartida y a instalaciones de computación disponibles en la nube, y desarrollar capacidades computacionales para aplicaciones muy exigentes a través de la asociación europea PRACE. Para complementar estos avances, Europa está dispersando las semillas para el surgimiento de una plataforma robusta de acceso y preservación de la información científica” (Neelie Kroes, Vicepresidenta de la Comisión Europea, responsable de la Agenda Digital).

22

La visión 2030 de la Agenda Digital (2011) recomienda que:

“El público tenga acceso y pueda hacer un uso creativo de la enorme cantidad de datos disponibles para ellos, y que también pueda contribuir a ella y enriquecerla. Los ciudadanos deben estar adecuadamente educados y preparados para beneficiarse de esta abundancia de información [de manera tal que] los ciudadanos tengan mayor conciencia y confianza en las ciencias, y puedan desempeñar un papel activo en la toma de decisiones basada en la evidencia, pudiendo poner en duda las declaraciones hechas en los medios de comunicación”.

Los europeos están apoyando los esfuerzos para facilitar el acceso gratuito a la información científica, así como a oportunidades de investigación a través de una comunidad virtual. La última aventura de empujar esto adelante es el #GLORIA (*Global Robotic-telescopes Intelligent Array for e-Science*), para el que se ha asegurado un financiamiento de 2,5 millones de euros a infraestructuras de investigación, en el marco del Séptimo Programa Marco de la UE (7PM). #GLORIA planea ofrecer acceso a un número incipiente de telescopios robóticos a través de un entorno web 2.0 en cuatro continentes en 2014, convirtiéndose en una red para la ciencia ciudadana y propiciando investigación de calidad a través de redes abiertas y de e-infraestructuras.

La mayoría de las agendas digitales nacionales de las regiones en desarrollo incluyen las políticas de ciencia y tecnología como factores clave para construir sociedades de conocimiento local. Sin embargo, rara vez coinciden con las inversiones y el compromiso político mostrado por la Unión Europea. La región de América Latina y el Caribe, por ejemplo, no considera a la ciencia y la tecnología entre las áreas a ser tratadas en los próximos años. En noviembre de 2010 se aprobó el nuevo Plan de Acción sobre la Sociedad de la Información para América Latina y el Caribe (eLAC2015), que afirma que las TIC son instrumentos de desarrollo económico e inclusión social. Este plan está en consonancia con los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) y la Cumbre Mundial de la Sociedad de la Información (CMSI). El Plan de Acción eLAC2015 (2010: 10) tiene ocho áreas temáticas, diez líneas de acción, seis prioridades y 26 objetivos.²¹ El área de innovación social, está subordinada al desarrollo productivo y la innovación. La reflexión principal en el campo es: “Las políticas de desarrollo deben ser creadas para proporcionar medios de formación, apoyo e incluso cofinanciar proyectos de investigación intensiva de TIC, proyectos de desarrollo e innovación tecnológica en las universidades, así como institutos de investigación y empresas de base tecnológica que generen locales valor añadido”.

23

Al ser consultado sobre qué áreas de la eCC aún no se han estimulado, el profesor Haklay respondió: “La inclusión y la divulgación se concentra demasiado en las personas que ya son ricas y educadas. La eCC se puede utilizar para ayudar a las personas a cruzar la brecha digital e interactuar con la tecnología. Otra área de mejora es encontrar maneras de dar a los participantes una voz en la toma de decisiones sobre los proyectos y la interpretación de los resultados”.

2. Las polémicas

Una de las preguntas que suscita el fenómeno de surgimiento y desarrollo de la eCC ha sido: ¿es la eCC científicamente confiable? Tanto la experiencia desarrollada durante las dos últimas décadas como las actuales tendencias muestran que los proyectos de eCC han alcanzado un alto grado de calidad científica. Tal como se

21. Más información en: <http://www.cepal.org/cgi-bin/getprod.asp?xml=/elac/noticias/paginas/0/44210/P44210.xml&xsl=/elac/tpi-i/p18f.xsl&base=/elac/tpi-i/top-bottom.xsl>.

muestra en los ejemplos analizados, la eCC contribuye a la sistematización de descripciones y presenta observaciones y estadísticas exactas. Los monitoreos frecuentes en estos campos incrementan el cuidado en evitar brechas en el conocimiento. Si los objetivos y la metodología de la investigación se han definido claramente, si se proporciona una formación adecuada a los ciudadanos-científicos, si se usa la tecnología apropiada, si la información es procesada de manera sistemática y científica, y si se toman medidas para asegurar la exactitud y precisión de la información recolectada, no hay razones para que las investigaciones basadas en eCC carezcan de al menos el mismo nivel de objetividad, exactitud y calidad que las investigaciones tradicionales, coordinadas por científicos, asistentes y, con frecuencia, estudiantes de grado o posgrado.

Otra cuestión polémica, pero crucial para la evolución del uso de las TIC en ciencia, es el grado en el cual los ciudadanos voluntarios participan en el proceso científico y en las definiciones de agenda de investigación, resultados y aplicaciones. ¿Son recolectores de datos o participan en todo el proceso de la investigación científica?

“La eCC es un campo cada vez más amplio, que se ha limitado principalmente a la participación ciudadana en ciencia. Los ciudadanos participan esencialmente en la contribución de datos, que son luego analizados por los científicos profesionales. Sin embargo, la contribución de los ciudadanos potencialmente podría ser mucho más fundamental para la sociedad del conocimiento, pero esto tomará tiempo” (Louis Liebenberg, *CyberTracker*, Sudáfrica, en una entrevista en línea).²²

24

Una explicación posible acerca de la limitación del papel de los ciudadanos al de recolectores de datos puede remitirse a una persistente preocupación de los científicos acerca de la fiabilidad y la calidad de los conocimientos científicos generados por los ciudadanos. Mientras que en la mayoría de los proyectos de eCC, ciudadanos voluntarios se han integrado en las fases de recolección de datos del proceso científico, los científicos mantienen todavía un fuerte control sobre el diseño de la investigación y la metodología, así como en el procesamiento de datos. Esto se relaciona posiblemente con el hecho de que las estrategias y objetivos de los proyectos científicos siguen siendo definidas por las comunidades científicas tradicionales. Los proyectos de eCC que trabajan con pueblos indígenas son la clave para la reflexión sobre este tema, ya que en estos casos el conocimiento científico “occidental” se ve obligado a trabajar conjuntamente con diferentes paradigmas de conocimiento.

Sin embargo, en el caso de las experiencias de eCC “occidentales”, la relación entre el conocimiento científico y el conocimiento popular no está siendo muy discutida como una cuestión científica. Un mayor desarrollo del debate entre el conocimiento tradicional y el conocimiento científico popular podría contribuir a la democratización de la ciencia.

22. La traducción de las entrevistas en línea al español pertenece a las autoras de este artículo.

3. TIC y tecnologías móviles: la expansión del proceso científico

La tecnología es un motor fundamental del reciente florecimiento de las actividades de eCC (Hand, 2010). Como plantean Newman et al (2012: 291): “En los últimos 20 años, varios desarrollos en informática -especialmente en aplicaciones web de interfaces gráficas con los usuarios, datos de sistemas de información geográfica que ahora pueden ser utilizados mediante los *smartphones* y otros dispositivos móviles– han sido vitales para la emergencia de la ciencia ciudadana”. El uso de tecnologías móviles para propósitos científicos no es sólo una tendencia relevante de la eCC actual. También puede ser considerada como la tendencia del futuro, en el corto y mediano plazo. Esta corriente se basa en la ubicuidad de los teléfonos móviles y en la introducción de servicios de banda ancha en la mayoría de los países, combinados con la accesibilidad de los smartphones y tablets. El informe 2012 de ITU *Measuring the Information Society* ha detectado un pronunciado incremento en las suscripciones a banda ancha, que crecieron en una media anual de 41% desde 2007 (ITU, 2012: 3).

Los siguientes rasgos de los dispositivos móviles están cambiando la eCC:

- Portabilidad: el tamaño y peso pequeños de los dispositivos móviles los hacen portables; por lo tanto, las actividades de investigación pueden desarrollarse fuera de los laboratorios o de otros entornos tradicionales.
- Conectividad: los dispositivos móviles proporcionan a los científicos-ciudadanos conexiones con otros voluntarios en todo el mundo.
- Interactividad: el uso de las tecnologías móviles es personal, pero también colaborativo; los dispositivos móviles sirven para formular un entorno colaborativo de investigación.
- Sensibilidad al contexto: los dispositivos móviles pueden facilitar la investigación en un entorno específico (un voluntario que explore un entorno social o físico con un dispositivo móvil puede proporcionar información instantánea sobre este espacio e implicar a otros ciudadanos en la tarea), así como entre diversos entornos (la investigación a través de dispositivos móviles permite a los voluntarios no sólo intercambiar información entre distintos contextos, sino también recolectar y procesar datos mientras realiza otras actividades, como trabajar, estudiar, viajar y demás).

25

El uso de tecnologías móviles por los voluntarios de proyectos de eCC puede constituir la diferencia entre una buena salud pública y la difusión de epidemias. Los investigadores del *Children's Hospital Informatics Program* (CHIP) usan el poder de la multitud para vigilar las enfermedades y la salud pública. Un equipo dirigido por John Brownstein del Grupo de Epidemiología Computacional (CEG) ha lanzado una aplicación de iPhone llamado *Outbreaks Near Me* (“Brotos epidémicos cerca de mí”).²³ Además de permitir a los usuarios seguir la pista de los brotes de enfermedades contagiosas en tiempo real, les permite enviar un informe sobre dichos brotes. *Outbreaks NearMe* se integra con *HealthMap*, un sitio web desarrollado por CEG que

23. Más información en: <http://healthmap.org/ceg/>.

detenta una visión total e integral del estado global de las enfermedades contagiosas basado en datos provenientes de una variedad de fuentes, incluyendo informes instantáneos.²⁴ Su equipo ha formulado una segunda aplicación, *MedWatcher*, que permite a los usuarios recibir actualizaciones sobre la seguridad de los medicamentos seguros e informar sobre sus efectos secundarios.

La expansión de dispositivos móviles es especialmente importante en las regiones en desarrollo. Entre 2010 y 2011, las suscripciones a servicios de telefonía celular registraron un crecimiento continuo de dos dígitos en los países en desarrollo, pero también cierta lentitud con respecto a los años anteriores. El número de suscripciones a telefonía móvil se incrementó en más de 600 millones, casi todas en regiones en desarrollo, hasta alcanzar un total de cerca de 6 billones (o sea, 86 por 100 habitantes) globalmente. China alberga un billón de suscripciones; India alcanzó el billón en 2012. La penetración mundial de teléfonos móviles aumentó en 11%, mientras que el año anterior fue del 13%. En los países en desarrollo, el crecimiento fue de 13% y la penetración se mantuvo en casi 78% hacia fines del 2011 (ITU, 2012: 2).

El desarrollo de la eCC a través del uso de tecnologías móviles no sólo es una tendencia en aumento, sino que marca una corriente futura, de acuerdo a las tendencias mostradas en los estudios internacionales (ITU, 2012; OECD, 2012). Su uso, junto con las redes inalámbricas, permite facilitar, apoyar y extender el alcance del conocimiento, y posibilita los intercambios colaborativos y transnacionales. Estas tecnologías abren nuevas y mayores posibilidades para recolectar y difundir información científica y para transmitir los intereses y problemas de las comunidades a los científicos y decisores políticos en tiempo real.

26

Como se ha mencionado en este trabajo, los proyectos de eCC usan las herramientas de la Sociedad de la Información como instrumentos clave en el proceso científico, desde la colecta de datos y la formación de científicos-ciudadanos, hasta el procesamiento y comunicación de los resultados de las investigaciones. Un proyecto de urbanismo participativo ilustra estos conceptos: el objetivo de *NoiseTube* es permitir a los ciudadanos medir su exposición al ruido en su medio ambiente cotidiano, mediante el uso de teléfonos móviles equipados con GPS y sensor de ruidos (Kumar et al).²⁵ Kumar et al crearon *Ear-Phone*, un sistema participativo de mapeo de ruidos. *Ear-Phone*, implementado en dispositivos Nokia N95 y HP iPAQ, también enfrenta el desafío de recolectar lecturas exactas de contaminación sonora en un dispositivo móvil. Así, cada usuario puede contribuir al compartir mediciones geográficamente localizadas y notas personales, que, al ser añadidas a las de los demás voluntarios, producen un mapa colectivo de ruidos, que facilita el monitoreo de la contaminación sonora en las áreas urbanas.

Otros proyectos, especialmente los promovidos por comunidades científicas relacionadas con biología, zoología o sociedades de aficionados que se proponen

24. Más información en: <http://www.healthmap.org/es/>.

25. Más información en: <http://noisetube.net/>.

registrar especies animales desconocidas o monitorear sus procesos evolutivos, trabajan con fotografía móvil para registrar eventos y elementos de la vida urbana que probablemente no serían percibidos por los investigadores científicos sin la ayuda de los ciudadanos.

Las tecnologías móviles se usan también en proyectos orientados a la protección ambiental. Por ejemplo, el proyecto *Mobile Environment Mapping* usa una aplicación para la visualización geoespacial de datos SMS/USSD que permite a los usuarios enviar mensajes en tiempo real sobre cualquier actividad de degradación ambiental que perciba.²⁶ Estas actividades son mapeadas para permitir que las autoridades relevantes, ONG y organizaciones comunitarias tomen las medidas apropiadas para revertir estos daños.

Las nuevas plataformas tecnológicas facilitan la compartición de información científica y la colaboración en la resolución de problemas de maneras innovadoras. Lo que antes permanecía aislado en los laboratorios se extiende ahora no sólo a los especialistas, sino a los ciudadanos sin experiencia en este campo.²⁷ Esta red de conocimiento científico y técnico y colaboración, continuamente ampliada, plantea oportunidades promisorias para la innovación en varios campos científicos.

“El desarrollo de los smartphones jugará un rol creciente en comprometer a los ciudadanos con la ciencia, al facilitar y hacer más eficiente la recolección de datos. En el largo plazo, la ciencia ciudadana podrá hacer contribuciones más importantes a la ciencia al desarrollar hipótesis originales” (Louis Liebenberg, *CyberTracker*, Sudáfrica, en una entrevista en línea).

27

El uso de las TIC parecería estar directamente relacionado con la escala del proyecto. Bonney et al (2009b: 45) plantean: “Los proyectos contributivos a gran escala, como *The Birdhouse Network*, tienden a posicionarse en torno a comunidades virtuales, en cuanto los proyectos colaborativos o co-creados que comprenden interacciones personales son más efectivos en la construcción de comunidades en el mundo real”. Los proyectos a gran escala poseen un conjunto de requerimientos relativos a recursos tecnológicos y apoyo social diferentes a los proyectos que se focalizan localizaciones geográficas en escalas más pequeñas. Los proyectos virtuales pueden necesitar de tecnologías sociales más explícitas como foros, blogs y redes sociales, así como el uso de tecnologías móviles, para generar los beneficios sociales a los participantes que previamente habían sido proporcionados por eventos de formación presenciales.

Wiggins y Crowston (2012: 8) consideran que “la relación de los objetivos con la escala geográfica y con las experiencias de intercambio presencial versus las

26. Más información en: <http://spaceappschallenge.org/challenge/mobile-environment-mapping/>.

27. Más información en: <https://sites.google.com/site/2012opensciconference/session-4-engaging-citizens-in-science-from-games-to-mobile-phones>.

experiencias sociales independientes sugiere que los proyectos en mayor escala son necesariamente más virtuales". Las tendencias emergentes en el uso de tecnologías móviles para la eCC incluyen "juegos, elementos lúdicos, el desarrollo de herramientas 'hágalo usted mismo' que permitan a los participantes desarrollar sus propios instrumentos, uso creciente de aplicaciones en dispositivos móviles que contribuyan a la ciencia ciudadana", plantea Muki Haklay, profesor de *GIScience* en *Extreme Citizen Science* (ExCiteS).

Conclusiones

Este trabajo pone de relieve cómo la ciencia colabora en la construcción de sociedades del conocimiento, y cómo las sociedades del conocimiento pueden contribuir, a su vez, al desarrollo de una ciencia más inclusiva, participativa y democrática. También revela en qué medida existen o no proyectos de este tipo. Las conclusiones extraídas de los datos procesados forman la base para sugerir algunas recomendaciones, dirigidas a quienes debaten y definen políticas para la sociedad de la información y el conocimiento.

La investigación realizada evidencia la necesidad de contar con conjuntos de indicadores para medir el alcance y el impacto de los proyectos de eCC, con el fin de detectar el número de investigaciones en diversos campos de la ciencia, así como su distribución regional y nacional, y de proponer líneas de acción de la CMSI+10.

28

Es significativo que la mayoría de los proyectos de investigación participativa centrados en cuestiones de género no utilizan TIC ni tecnologías móviles como herramientas participativas. Aun si la eCC es un campo fecundo para los estudios de género, los proyectos orientados hacia el empoderamiento femenino son aun extremadamente escasos. Otros beneficios que la eCC puede proporcionar a las mujeres son el aumento de sus oportunidades económicas, de su autoestima, y la adquisición de nuevos conocimientos. Taeb (2005) resalta el hecho de que el techo cultural en ciertas culturas obstaculiza a las mujeres el acceso al uso y a la creación de nuevas tecnologías. La creencia de que la tecnología no es para las mujeres ha permeado fuertemente muchas sociedades. La participación en proyectos de eCC podría incrementar las habilidades de las mujeres en el uso de TIC y alentarlas a compartir actividades relacionadas con las tecnologías.

La tendencia a usar dispositivos móviles para reforzar la eCC no es sólo una manera efectiva de contribuir a empoderar a los ciudadanos y a las comunidades; también proporciona la posibilidad de registrar una multitud de eventos, datos e informaciones que pueden escapar a la percepción de los equipos de investigadores científicos. La democratización del desarrollo científico es ciertamente uno de los desafíos que se plantean en la Sociedad del Conocimiento, y las tecnologías móviles contribuyen activamente con este proceso. Sería relevante ampliar el uso de las TIC y de las tecnologías móviles, en particular en el marco de proyectos de eCC, y promover el uso de tecnologías móviles como herramientas clave en el proceso participativo de producción de conocimiento. También es necesario formar y educar a

ciudadanos voluntarios, para que participen en la creación de sus propias herramientas tecnológicas de investigación.

Sería necesario contar con la inclusión de la promoción y la financiación de eCC en las políticas científicas y tecnológicas a nivel regional y nacional, con el fin de promover la investigación a través de eCC en universidades, organismos científicos y otras instituciones públicas de investigación o educación. Sería interesante que estas políticas incluyan estrategias para mejorar asociaciones de múltiples interesados - entre las organizaciones no gubernamentales, la comunidad científica, los gobiernos nacionales, organizaciones regionales e internacionales- para la evaluación conjunta de la evolución, el progreso y los retos de la eCC.

Con respecto al sector privado, las empresas pueden, a través de asociaciones públicas y privadas, fomentar y fortalecer los programas de cooperación centrados en eCC con otras partes interesadas (el sector científico, las organizaciones internacionales, organizaciones no gubernamentales). También pueden encarrilar el financiamiento de programas y proyectos de eCC que se pueden incluir en los programas de las empresas de responsabilidad social (como la investigación en materia ambiental, la organización social, la planificación y gestión urbana y regional, la innovación tecnológica, la salud pública y demás). En particular, sería interesante que las empresas de base TIC incrementen la investigación y producción de dispositivos móviles, aplicaciones, software, que puedan contribuir a la eCC.

A nivel internacional, sería recomendable que las regiones geográficas y económicas, tales como la Unión Europea, Mercosur, Unasur y otros, se esfuercen en identificar, a través de los procesos de diagnóstico, las áreas prioritarias para desarrollar la eCC e implementar agencias regionales de carácter científico con programas específicos de financiación. Las organizaciones de desarrollo multilaterales, regionales y bilaterales deberían crear un foro e-ciencia, con especial atención a temas eCC, para el intercambio de información por parte de todos los interesados en lo que respecta a posibles proyectos, fuentes y mecanismos de financiación institucional. Sería también significativa la implementación de programas de cooperación entre los gobiernos para generar e implementar las políticas necesarias relacionadas con la eCC. Estos programas deben incluir la creación de fondos específicos dirigidos a eCC y el desarrollo de instrumentos financieros para apoyarlos.

29

Bibliografía

BONNEY, R., COOPER, C. B., DICKINSON, J., KELLING, S., PHILLIPS, T., ROSENBERG, K. V., y SHIRK, J. (2009): "Citizen Science: A Developing Tool for Expanding Science Knowledge and Scientific Literacy", *BioScience*, n° 59, p. 11.

BONNEY, R., BALLARD, H., JORDAN, R., MC CALLIE, E., PHILLIPS, T., SHIRK, J. y WILDERMAN, C. C. (2009b): "Public Participation in Scientific Research: Defining the Field and Assessing Its Potential for Informal Science Education. A CAISE Inquiry

Group Report”, *Center for Advancement of Informal Science Education (CAISE)*, Washington DC, Tech. Rep.

BROSSARD, D., LEWENSTEIN, B. y BONNEY, R. (2005): “Scientific Knowledge and Attitude Change: The Impact of a Citizen Science Project”, *International Journal of Science Education*, vol. 27, n° 9, pp. 1099-1121.

CANCIAN, F. M. (1992): “Feminist science: Methodologies that Challenge Inequality”, *Gender & Society*, vol. 6, n° 4, pp. 623-642.

CAVALIER, D. (2008): “Harnessing Citizen Scientists. Let’s Create a Very Public Office of Technology Assessment”, *Science Progress*.

COOPER, C. (2012): “Victorian-Era Citizen Science: Reports of Its Death Have Been Greatly Exaggerated”, *Scientific American*.

DIAS SOARES, M. I. (2011): “Employing citizen science to label polygons of segmented images”, doctorado de tesis en el Post Graduation Course in Applied Computing, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, Servico de Informacao e Documentacao (SID), Sao José dos Campos, Sao Paulo, Brasil.

ELLUL, C., HAKLAY, L. y FRANCIS, M. (2008): “Empowering Individuals and Community Groups – is Web GIS the Way Forward?”, *AGI GeoCommunity '08, Stratford-upon-Avon*, Reino Unido.

EUROPEAN UNION (2010): “Riding the wave. How Europe can gain from the rising tide of scientific data”, Bruselas.

INTERNATIONAL COUNCIL FOR SCIENCE AND THE UNESCO (2002): “Science, Traditional Knowledge and Sustainable Development”, *ICSU Series on Science for Sustainable Development*, n° 4.

HAKLAY, M. (2012): “Citizen Science and Volunteered Geographic Information – overview and typology of participation”, en: D. Sui, S. Elwood y M. Goodchild (eds.): *Volunteered Geographic Information, Public Participation, and Crowdsourced Production of Geographic Knowledge*, Berlin, Springer.

HAND, E. (2010): “Citizen science: People power”, *Nature*, vol. 466, n° 7307, pp. 685–687.

HILL, C., CORBETT, C. y ST ROSE, A. (2010): *Why So Few? Women in Science, Technology, Engineering, and Mathematics*, Washington DC.

KUMAR, R., CHOU, C. T., KANHERE, S., BULUSU, N. y HU, W. (s/f): “Ear-Phone: An End-to-End Participatory Urban Noise Mapping System”, *School of Computer Science and Engineering*, University of New South Wales, Sydney, Australia and Department of Computer Science, Portland State University.

LEWENSTEIN, B. V. (2004): "What does citizen science accomplish?", *CNRS colloquium*, Paris.

LIEBENBERG, L., BLAKE, E., STEVENTON, L., BENADIE, K. y MINYE, J. (1998): "Integrating Traditional Knowledge with Computer Science for the Conservation of Biodiversity", *CHAGS*, Kyoto.

OPEN SCIENTIST (2011): Finalizing a Definition of "Citizen Science" and "Citizen Scientists". Disponible en: <http://www.openscientist.org/2011/09/finalizing-definition-of-citizen.html>.

SUI, D., ELWOOD, S. y GOODCHILD, M. (2012): *Volunteered Geographic Information, Public Participation, and Crowdsourced Production of Geographic Knowledge*, Berlin, Springer.

TAEB, M. (2005): *Revisiting Women's Participation in Science and Technology*. Emerging challenges and Agenda for Reform, UNU-IAS Report.

UNESCO (2006): "UNESCO and Indigenous Peoples: partnership to promote cultural diversity". Disponible en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001356/135656M.pdf>.

UNESCO, PRECED (2003): "Protection des Ressources Culturelles des Pygmées du Gabon et leur intégration dans le processus de développement". Disponible en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0015/001591/159172f.pdf>.

31

WHELAN, J. (2006): "Community decision-making and empowerment: findings from six years of Citizen Science research", Cooperative Research Centre for Coastal Zone, Estuary and Waterway Management, Griffith University's Faculty of Environmental Sciences, Conference proceedings: Coast to Coast – Australia's national coastal conference.

WIGGINS, A. y CROWSTON, K. (2012): "Goals and Tasks: Two Typologies of Citizen Science Projects", *School of Information Studies*, Syracuse University.

WSIS (2005): *Tunis agenda for the information society*.

WSIS-UNESCO (2006): *Multi-Stakeholders Consultation Meeting on "E-Science" (Action Line C7)*, Beijing.

UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME (2012): "Mobile Technologies and eMpowerMenT: enhancing human development through participation and innovation", Nueva York.