



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**

CENTRO DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS,
ADMINISTRATIVAS Y SOCIALES

FUNDAMENTOS QUE ESTRUCTURAN LA NOCIÓN
DE MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN EN LÍNEA
PARA PROYECTOS DE CIENCIA CIUDADANA;
ESTUDIO DE CASO: eBIRD

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN METODOLOGÍA DE
LA CIENCIA

PRESENTA:
GERARDO CAMACHO SOLÍS

DIRECTORAS:
DRA. ALMA ALICIA BENÍTEZ PÉREZ
DRA. NORMA PATRICIA MALDONADO REYNOSO

CIUDAD DE MÉXICO
OCTUBRE 2019





INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

En la Ciudad de México siendo las 12:00 horas del día 30 del mes de septiembre del 2019 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de la Tesis, designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de CIECAS para examinar la tesis titulada:
Fundamentos que estructuran la noción de métodos de investigación en línea para proyectos de ciencia ciudadana; estudio de caso: eBird.

Presentada por el alumno:

Camacho	Solís	Gerardo
Apellido paterno	Apellido materno	Nombre(s)
Con registro:		
B	1	7 0 7 9 5

Maestría en Ciencias en Metodología de la Ciencia

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron **APROBAR LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISIÓN REVISORA

Directores de tesis


Dra. Alma Alicia Benítez Pérez


Dra. Norma Patricia Maldonado Reynoso


Dr. José Francisco Martínez Velasco


Dr. Jesús Enrique Morales Rico


Dr. Adalberto de Hoyos Bermea

PRESIDENTE DEL COLEGIO DE PROFESORES


Dra. Hortensia Gómez Viquez



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
CENTRO DE INVESTIGACIONES
ECONÓMICAS ADMINISTRATIVAS
Y SOCIALES



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

CARTA CESIÓN DE DERECHOS

En la Ciudad de México el día 10 del mes septiembre del año 2019, el (la) que suscribe Gerardo Camacho Solís alumno (a) del Programa de Maestría en Ciencias en Metodología de la Ciencia con número de registro B170795, adscrito al Centro de Investigaciones Económicas Administrativas y Sociales, manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección de (de la, de las) Dra. Alma Alicia Benítez Pérez y la Dra. Norma Patricia Maldonado Reynoso y cede los derechos del trabajo intitulado FUNDAMENTOS QUE ESTRUCTURAN LA NOCIÓN DE MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN EN LÍNEA PARA PROYECTOS DE CIENCIA CIUDADANA; ESTUDIO DE CASO: eBIRD, al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección gcamacho1001@alumno.ipn.mx. Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

Gerardo Camacho Solís

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Politécnico Nacional por brindarme la oportunidad de cursar el posgrado.

Al Centro de Investigaciones Económicas Administrativas y Sociales (CIECAS-IPN) por aceptarme como estudiante con el número de boleta B170795.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), con número (CVU/BECARIO) 842282.

Al programa BEIFI (IPN) con número ID: 2389.

A mi familia y pareja por confiar y apoyarme en todo momento.

A la Doctora Patricia Maldonado Reynoso por permitirme conocer la excelencia en la docencia, y por enseñarme a buscar la excelencia en el aprendizaje.

Al Doctor José Francisco Martínez Velasco por mostrarme la complejidad del discurso científico, y por enseñarme que el principal motivo del docente es el alumno.

A la Doctora Alma Alicia Benítez Pérez por trasmitirme que la investigación requiere disciplina pero también motivación, y por enseñarme a no desistir.

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS	1
ÍNDICE DE FIGURAS	2
SIGLAS Y ACRÓNIMOS	3
GLOSARIO	4
RESUMEN	9
ABSTRACT	10
INTRODUCCIÓN	11
CAPÍTULO 1: La noción de Ciencia Ciudadana y sus manifestaciones en línea en la incorporación de métodos de investigación emergentes	19
1.1 Antecedentes de la colaboración entre científicos profesionales y personas sin formación científica	19
1.2 Genealogía de la Ciencia Ciudadana	23
1.3 La generación de productos científicos a partir de la Ciencia Ciudadana	25
1.2 Tipologías en las que se articulan los proyectos derivados por la Ciencia Ciudadana.....	28
1.5 Los Proyectos de Ciencia Ciudadana en línea	35
1.5.1 Primera categoría: investigación en línea como juegos interactivos..	38
1.5.2 Segunda categoría: investigación en línea a partir de la caracterización de datos	39
1.5.3 Tercera categoría: investigación en línea mediante la recopilación masiva de información	40
1.6 El método en la ciencia	44
A continuación se diserta en torno a la noción del método científico tradicional, identificando ciertos rasgos principales, así como su articulación de forma general.	44

1.6.1 Sobre el método científico	44
1.6.2 La articulación del método	45
1.7 La relación entre el experto y el no experto en ciencia, una relación expresada a nivel metodológico	51
CAPÍTULO 2: El caso del proyecto <i>eBird</i>; el desarrollo de un proyecto de investigación diseñado a partir de la colaboración entre expertos y ciudadanos mediada por las TIC	55
2.1 Guía metodológica para el análisis de caso del proyecto <i>eBird</i>	56
2.2 Antecedentes y características del proyecto <i>eBird</i>	56
2.3 Perfiles de los participantes.....	60
2.4 Instituciones involucradas	61
2.5 Infraestructura tecnológica que soporta el proyecto <i>eBird</i>	62
2.6 Pautas que configuran los fundamentos del método de investigación para el proyecto <i>eBird</i>	65
2.6.1 El proceso de Observación y los protocolos que lo estructuran	65
2.6.2 Registro de observaciones	69
2.6.3 Verificación de la información	75
2.6.4 Sistematización de los datos	77
2.6.5 Análisis e interpretación de los datos y la formalización de investigaciones científicas	80
2.7 Consideraciones y reflexiones del proyecto <i>eBird</i>	83
CAPÍTULO 3:.....	90
El método contributivo de investigación para proyectos de Ciencia Ciudadana en línea.....	90
3.1 Fundamentos que integran el método contributivo	90
3.2 Propuesta de postulados para identificar los actores, las tecnologías y el método integrados en Ciencia Ciudadana en línea en su versión contributiva.	92
a) Problematización.....	93
b) Conformación de un grupo de profesionales.....	94
c) Soporte institucional.....	96
d) Diseño de un modelo de investigación contributiva	98
e) Diseño de una infraestructura tecnológica	99

f)	Reclutamiento de los participantes.....	101
g)	Entrenamiento de los participantes involucrado	102
h)	Proceso de observación y recopilación de datos	103
i)	Aceptación y validación de los datos recolectados	105
j)	Sistematización y almacenamiento de la información	107
k)	Análisis e interpretación de datos.....	107
l)	Diseminación de los resultados.....	109
3.3	Implicaciones en torno al método contributivo en línea	109
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		118
BIBLIOGRAFÍA		123

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Top 20 de los proyectos de Ciencia Ciudadana de acuerdo a la literatura científica producida a partir del proyecto	27
Tabla 2 Tipos de proyectos de acuerdo con los tipos de participación del público involucrado.	29
Tabla 3 Clasificación de Proyectos de Ciencia Ciudadana en Línea	42
Tabla 4 Registro de información mediante hojas de cálculo para el proyecto eBird	73

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Infraestructura tecnológica a través de la cual se configura el proyecto eBird.....	64
Figura 2 Registro de información a través del sitio web de eBird.....	71
Figura 3 Registro de información a través de la aplicación móvil de eBird.....	74
Figura 4 Diagrama de la producción y uso de información generada por eBird ...	81
Figura 5 Diagrama de flujo de la generación de productos para el proyecto eBird	84
Figura 6 Diagrama de la trasmisión de información para la generación de productos científicos en el proyecto eBird	85

SIGLAS Y ACRÓNIMOS

AC	Alfabetización Científica
AEAC	Asociación Estadounidense para el Avance de la Ciencia
CC	Ciencia Ciudadana
CONABIO	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
EPC	Entendimiento Público de la Ciencia
GPS	Global Positioning System
GIS	Geographical Information System
MIDE	Museo Interactivo de Econocmía
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
ONG	Organización No Gubernamental
TIC	Tecnologías de la Información y Comunicaciones

GLOSARIO

Aficionado: que realiza un oficio de forma no oficial y sin recibir una retribución económica, al contrario del profesional.

Alfabetización Científica: movimiento mediante el cual se busca incrementar los niveles de entendimiento y educación en torno a la ciencia para una comunidad desatendida en esta área.

Amateur: que practica una actividad por placer, y no por una remuneración económica.

Aplicación: Programas informáticos instalados en el equipo de cómputo o móvil diseñados para llevar a cabo un objetivo determinado y concreto. Son independientes al software de sistema, no se involucran con el funcionamiento del equipo y sus funciones están determinadas como una herramienta de trabajo para el usuario.

Base de datos: Conjunto de información ordenada de manera sistemática para su posterior uso. En un contexto informático, las bases de datos tienen un formato digital y su manejo se lleva mediante sistemas de gestión.

Ciencia Ciudadana: es un modelo de investigación diseñado a partir de la asociación entre expertos y no expertos en ciencia. Estos sujetos se reparten las tareas y procedimientos que conforman una investigación.

Colaborar: dividir tareas comunes a un objetivo entre individuos y grupos de individuos.

Community-based: investigaciones sustentadas en la participación de la comunidad.

Crowdsourcing: abastecimiento de recursos en multitud. Expresión utilizada comúnmente para hacer referencia a la generación masiva de información o a la distribución colectiva de tareas llevada a cabo por multitudes de individuos conectados a través de tecnologías de la información.

Dato: elemento a partir del cual se construye la información. Este tiene rasgos característicos a partir de los cuales se puede clasificar y analizar.

Dispositivo: un aparato con cierta función constituido por un conjunto de diferentes piezas.

En línea: expresión que se utiliza para hacer referencia a la conexión a internet.

Experto: persona que cuenta con conocimientos y experiencias suficientes para dominar su oficio.

Inexperto: persona que no cumple con las cualidades para ser considerada con los conocimientos y experiencias suficientes para el área a la cual se haga referencia.

Internet: red informática a través de la cual se puede establecer intercambio de información a nivel mundial a través de un conjunto de protocolos (TCP/IP) que son compatibles entre sí.

Informática: ciencia que estudia los procesos relacionados al tratamiento automatizado de la información mediante sistemas informáticos llamados Ordenadores o Computadoras.

Infraestructura tecnológica: Conjunto de dispositivos sobre el que se soportan los servicios de una organización.

Investigación Acción: se trata de involucrar a miembros de la comunidad en algún proceso de investigación llevado a cabo para sustentar un plan de acción a partir del cual se pueda dar solución a una problemática contextual.

Investigación participativa: proceso de investigación donde se involucra a miembros de la comunidad con la finalidad de incluirlos en actividades relacionadas con la generación de información acerca de su entorno, principalmente en la indagación de asuntos y problemáticas contextuales.

Investigación en línea: procesos de indagación llevados a cabo mediante la generación y transmisión de información haciendo uso de tecnologías conectadas a internet.

Legó: persona que cuenta con un conocimiento general, más no específico ni especializado, del tema o área a la cual se hace referencia.

Método: se utiliza este término para hacer referencia a la obtención de objetivos específicos a través de la realización consecutiva de tareas previamente establecidas, las cuales siguen un orden lógico determinado en función de aquello que se plantea conseguir. En el ámbito de la investigación se ha

establecido como convencional llevar a cabo un método. Para el caso de la investigación científica este es denominado como método científico.

Método científico: expresión que se emplea convencionalmente para hacer referencia a la secuencia de tareas a partir de las cuales se pretende responder a una pregunta de investigación en el ámbito científico. Puede ser considerado como el “instrumento de adquisición del conocimiento científico (...) el procedimiento planeado que se sigue en la actividad científica” (Gortari, 1983, p. 15) . Comúnmente, como parte de este método se consideran aspectos como: la cantidad y características de los datos a utilizar; las fuentes a partir de las cuales se obtienen los datos; los procedimientos, técnicas e instrumentos a partir de las cuales se pretende realizar la observación y la recopilación de datos; los procedimientos para tratar y analizar la información recolectada; los tiempos en los cuales se planea cumplir cada tarea relacionada a la investigación, entre otros aspectos.

Metodología: área del conocimiento científico dedicada a la teoría acerca del método en la ciencia.

Observar: llevar a cabo una acción de apreciación y reconocimiento de un hecho o una cosa a través de los sentidos.

Ornitología: rama de la zoología que estudia las aves.

Plataforma digital: sistema informático que permite la ejecución de diversas aplicaciones bajo un mismo entorno.

Profesional: que ejerce una actividad cotidianamente de la cual vive.

Protocolo: conjunto de reglas que se rigen al intercambio de información.

Proyecto: planeación y realización de ciertas actividades para obtener un objetivo.

Redes sociales: integraciones de individuos u organizaciones formadas en internet en donde los involucrados se conectan a partir de intereses o valores comunes, partiendo del intercambio de información y contenido.

Sitio web: espacio virtual en internet conformado por un conjunto de páginas web

Tecnología: conjunto de conocimientos y técnicas empleadas en el diseño de artefactos y procesos artificiales.

Tecnologías de la información y las comunicaciones: conjunto de tecnologías desarrolladas para gestionar información y dar lugar a la comunicación.

Verificación: procedimiento para constatar la veracidad de algo.

RESUMEN

La Ciencia Ciudadana (CC) se entiende como la realización de investigaciones donde se asocian científicos y ciudadanos no científicos. En las últimas décadas, este tipo de asociaciones se han configurado a través de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) lo cual permite involucrar grandes cantidades de voluntarios distribuidos globalmente colaborando en proyectos de CC en línea, trayendo consigo diversas implicaciones tanto para la metodología de la ciencia como para el Entendimiento Público de la Ciencia (EPC). Esta investigación tuvo por objetivo analizar el método utilizado en CC, detectar sus componentes de investigación y las implicaciones metodológicas cuando se incorporan las TIC, ello a partir del Estudio de Caso *eBird*, proyecto representativo y emblemático de la CC. El caso se analizó a partir de una investigación documental en la cual se abordaron 29 artículos seleccionados de la literatura científica relacionada con el proyecto e información recopilada del sitio web y de la aplicación móvil de *eBird*. Con esta información se lograron identificar rasgos metodológicos del proyecto y formas en las que los datos generados por el proyecto han sido utilizados por distintos investigadores. Se encontró que el modelo del método de investigación en *eBird* coincide con el modelo contributivo, en donde los voluntarios participan solamente recopilando información específica para una investigación diseñada por expertos, para este caso con el auxilio de las TIC. En relación a este modelo se identificaron algunas limitantes como la disminución en grados de verificación y por tanto de precisión, la designación de los voluntarios solo a tareas relacionadas con la recopilación de datos y la limitada evidencia para sustentar un verdadero incremento en los niveles de EPC. Como ventajas, se identificó el reforzamiento empírico sustentado por la participación de multitudes, la reducción de costos en la generación de datos y el acercamiento del público a la ciencia. Encontrado y sustentado en características metodológicas del modelo de investigación “tradicional” y del modelo contributivo, se propuso un esquema en donde se integran los actores, las tecnologías y el método que conforman un proyecto de este tipo. A partir de este esquema se pretende sustentar ciertas bases para el diseño de investigaciones futuras con las características de la CC en línea.

Palabras clave: Ciencia Ciudadana en línea, *eBird*, método contributivo, Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, Entendimiento Público de la Ciencia.

ABSTRACT

Citizen Science (CS) understands as the conduct of a research where scientists and non-scientific citizens are associated. In recent decades, these types of associations have been configured through Information Technology and Communications (ICT) which allows large numbers of volunteers distributed globally to be involved in online CS projects, , thus having several implications both for the methodology of science as for the Public Understanding of Science (PUS). This research aimed to analyze the method used in CS, detect its research components and methodological implications when ICTs are incorporated, based on the eBird Case Study, representative and emblematic project of the CS. The case was analyzed based on a documentary investigation in which 29 selected articles from the scientific literature related to the project and the information collected from the eBird website and mobile application will be addressed. With this information, it was possible to identify methodological characteristics of the project and some ways in which the data generated by the project have been used by different researchers. It was found that the research model in eBird coincides with the contributory model, where volunteers participate only collecting specific information for an investigation carried out by experts, for this case with the help of ICT. In relation to this model, some limitations were identified, such as the decrease in degrees of verification and therefore of accuracy, the appointment of volunteers only to tasks related to data collection and the limited evidence to support a true increase in EPC levels. As advantages, we identified the empirical reinforcement supported by the participation of crowds, the reduction of costs in the generation of data and the approach of the public to science. Found and based on methodological characteristics of the “traditional” research model and the contributory model, a scheme was proposed in which the actors, technologies and the method that make up such a project are integrated. From this scheme it is intended to support certain bases for the design of future research with the characteristics of the online CS.

Keywords: Online Citizen Science, eBird, contributory method, Information and Communications Technology, Public Understanding of Science.

INTRODUCCIÓN

La ciencia, como actividad humana, es un proceso de generación de conocimiento que funge como una interpretación de la realidad, una representación de la misma construida haciendo uso de la experiencia y la razón humana. Dicho conocimiento establecido como científico, merece el hecho de ser reconocido como tal, debido a las cualidades de su generación y concepción.

Como es sabido, el conocimiento producido por la actividad científica presenta las condiciones de ser verificable y reproducible por personajes ajenos a aquellos quienes determinan un hallazgo digno de formar parte del cuerpo teórico de lo establecido como científicamente comprobado (Bunge, 1996). Pero para que dichas condiciones se cumplan, es pertinente seguir un método con ciertas pautas específicas mediadoras del actuar del individuo al llevar a cabo una investigación considerada como de rigor científico.

Como parte del ciclo de producción científica se encuentran las tareas de publicar y difundir textos académicos en donde se presentan los resultados obtenidos en investigaciones previas. En algunos de estos textos académicos, principalmente para el caso de los artículos científicos, los autores presentan de forma clara y específica el método implementado en la obtención de sus resultados.

En el caso de la ciencia moderna, han existido una gran cantidad de filósofos y científicos que se han sumado a la tradición de recopilar la exposición de sus métodos deliberando de forma colectiva, a través de los textos y de las generaciones, cuál es el método que han aplicado en sus investigaciones y como creen que debería constituirse e implementarse el método científico. La ciencia y el método científico se configuran de forma simultánea.

Por lo anterior, es que Eli de Gortari (1983) menciona que el método es un “instrumento de adquisición del conocimiento científico (...) el procedimiento planeado que se sigue en la actividad científica” (p. 15). Así mismo, de Gortari

afirma: “el método mismo posee una estructura teórica, la cual se forma y se desenvuelve por un procedimiento semejante al que sirve para la construcción y el desarrollo de las teorías de la ciencia en general” (1983, pág. 15). Al estudio y construcción de dicha teoría, propia del método, se le puede atribuir el título de metodología.

En una discusión en ámbitos metódicos, encontramos que en las últimas décadas ha tenido lugar una amplia tendencia por involucrar a personas no profesionales en ciencia, en procesos de investigación y generación de conocimiento, dando origen a lo que a la fecha se lo conoce como Ciencia Ciudadana.

Primeramente, debemos identificar que la denominada “Ciencia Ciudadana” (en adelante CC), es entendida como el desarrollo de investigaciones en donde expertos en ciencia se asocian con un grupo de ciudadanos inexpertos que se saben partícipes de un proyecto con objetivos investigativos. Este tipo de proyectos han tenido una notable evolución en las últimas décadas, dejando influencia sobre gran número de disciplinas científicas.

Dado a que algunos proyectos de CC logran involucrar inmensas cantidades de voluntarios en las tareas de recolección y clasificación de datos, este tipo de proyectos se han ganado la designación de investigaciones abastecidas en multitud. Situación a la cual se hace referencia en la literatura en idioma inglés haciendo uso de términos diversos, por ejemplo *crowdsourcing*¹ (See et al., 2016), un término que surge a principios del siglo XX.

Desde finales del siglo pasado se ha incrementado la cantidad de literatura científica en donde se explica o se pone en práctica la CC como método de investigación. Además, debido a que el surgimiento de este tipo de proyectos se dio hace apenas

¹ El término *crowdsourcing* está compuesto por la suma de dos palabras, de ahí la dificultad de traducirlo con exactitud. En la segunda mitad del término, *sourcing* hace referencia a la palabra *source*, que se traduce del inglés al español como recurso, *sourcing* pasaría entonces a traducirse como abastecimiento de recursos. En el caso de la palabra *crowd*, la primera mitad de la palabra, se debe mencionar que esta es comúnmente utilizada para hacer referencia a un grupo de individuos, a una manada o a una multitud. Por lo tanto, es apropiado traducir el término *crowdsourcing* como abastecimiento de recursos en multitud. También se llega a utilizar términos distintos para hacer referencia a la misma situación, por ejemplo *community-based*, que se puede traducir como basado o sustentado por una comunidad.

unos años (finales del siglo XX), a la fecha existe dificultad para identificar un cuerpo teórico y metodológico consolidado que represente bases sustentadas para el diseño de trabajos ulteriores fundamentados en la CC.

Los proyectos englobados en la Ciencia Ciudadana se configuran a partir de diferentes modelos. Estos, comúnmente se encuentran diferenciados tomando en cuenta la forma en que participan quienes no son expertos. Así se identifican diferentes modelos como el contractual, donde los ciudadanos solicitan a científicos que realicen una investigación e informen sobre los resultados (J. L. Shirk, Ballard, Wilderman, & Phillips, 2012) como es el caso de los identificados en Europa como *Science Shops* (Leydesdorff & Ward, 2005). Otro modelo es el de creación colaborativo donde el ciudadano y el científico trabajan como compañeros en el proceso de la investigación (Biggs, 1989). Estos modelos se han venido configurando por diversos investigadores alrededor del mundo desde finales del siglo pasado. Estos proyectos, surgieron con la cualidad de ser llevados a cabo de forma contextual, ubicados en una localidad o en un espacio territorial específico, donde la colaboración entre expertos y no expertos se da de forma directa y presencial.

Pero, para las primeras décadas del siglo XXI se han desarrollado, cada vez con mayor ocurrencia, la integración proyectos de Ciencia Ciudadana en línea² en donde la participación, sea de profesionales o no en ciencia, trasciende las limitantes espaciales y temporales sirviéndose de medios configurados a partir de tecnologías de la información para mediar la colaboración en diversos espacios.

Una de las principales cuestiones que causan confusión dentro de esta temática, son las implicaciones metodológicas de incluir la participación de ciudadanos que no cuentan con una formación especializada en alguna disciplina científica. Esto despierta discusiones en cuanto a la precisión y valides de los datos. Bajo los cánones tradicionales científicos, existen una divergencia con relación a estos

² La expresión “en línea” quiere decir: conectado a internet.

recién integrados métodos, en especial por el hecho de fomentar una participación activa de actores no expertos en ciencia.

Al mismo tiempo, cierta cantidad de los autores en torno a estos temas muestran cierto entusiasmo al argumentar por un lado que este tipo de proyectos resultan ser una herramienta efectiva en la generación de bases de datos a grandes escalas – incluso globales- , lo que resulta ser conveniente para ciertas áreas como el monitoreo de especies y ecosistemas así como la administración de recursos naturales. Además, se argumenta que hay limitada pero representativa evidencia de que participar en proyectos de CC efectivamente logra generar un incremento en los niveles de Entendimiento Público de la Ciencia (EPC) además de incrementar los niveles de participación pública en asuntos científicos.

Tomando en cuenta lo anterior, la presente tesis de la Maestría en Ciencias en Metodología de la Ciencia, pretende abordar la denominada “Ciencia Ciudadana” y el método a partir del cual se configura en proyectos en línea, situación que permite que la colaboración de multitudes de personas pueda ser aprovechada por científicos para recolectar datos de forma masiva, organizada, voluntaria y a través de redes digitales, lo cual abre la puerta a una discusión donde se deben tomar en cuenta ciertas implicaciones metodológicas. Lo que nos llevó a plantear la siguiente pregunta ¿Qué actores, tecnologías y métodos permiten integrar un proyecto de Ciencia Ciudadana en sus manifestaciones virtuales, y que implicaciones metodológicas se presentan cuando se incorporan estos recursos informáticos?

Este estudio resulta ser ineludible puesto que en el ámbito científico se perciben tanto entusiasmo como escepticismo de los resultados concretados por el surgimiento de los proyectos de CC. Si bien los estudios que abordan la Ciencia Ciudadana no se han adentrado con amplitud en los diferentes métodos de investigación ni sus Implicaciones específicas, el presente trabajo de tesis, tuvo como objetivo principal analizar el método de investigación utilizado en CC, detectar tanto quienes y como participan y a partir de que medios, así como las implicaciones metodológicas que surgen cuando se incorporan recursos informáticos y Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC) para su trabajo en línea, ello

a partir del Estudio de Caso *eBird* (Fitzpatrick, Gill, Powers, Wells, & Rosenberg, 2002), proyecto representativo y emblemático de la CC.

Es pertinente identificar que las cualidades de este público inexperto podrían traer consecuencias en los resultados obtenidos -como sesgos en la información recolectada- afectando cuestiones referentes a la validez y la precisión de los datos. En una perspectiva contraria, se argumenta el uso de las TIC otorgan por una lado la capacidad de interconectividad entre participantes en colaboración (Watson & Floridi, 2018) -tanto expertos de diferentes disciplinas como no expertos en contextos locales- así como la realización de registros sin restricciones temporales o espaciales, posibilitando además la generación de datos de diferente índole como fotografías, videos, sonidos, texto, registros geoespaciales, mediciones biométricas, entre otros.

Por otro lado, conocer y diseñar este tipo de proyectos resultan ser tareas de relevancia para el contexto actual. Esto es así pues estas alternativas representan una forma provechosa de involucrar a grandes cantidades de individuos en la realización de tareas específicas relacionadas con investigaciones. Por un lado, para algunos casos se ha identificado que quienes participan en este tipo de proyectos adquieren cierto aprendizaje, como la adquisición de nuevas habilidades relacionadas con la investigación científica y el medio ambiente (Bonney, Phillips, Ballard, y Enck, 2016), esto quiere decir que algunos proyectos están obteniendo ciertos resultados educacionales.

Para el ámbito científico, este tipo de involucramiento se ha aprovechado en el estudio de diversos temas de relevancia contextual como el abastecimiento de recursos (Macleán & Cullen, 2009), la vigilancia de la distribución de especies (Swanson et al., 2015) , la calidad del agua (Zheng, Hong, Long, & Jing, 2017), salud y bienestar social (Buman et al., 2013) diseño urbano (Chrisinger y King, 2018) (Chrisinger & King, 2018),entre otras temas. Algunos proyectos aprovechan la dispersión geográfica de quienes participan, pues esto permite generar información con referentes espaciales a escalas globales. Esto resulta ser ventajoso cuando se pretende observar objetos o hechos distribuidos territorialmente. Esto es útil por

ejemplo al momento de observar la distribución de cierta especie, el monitoreo del aprovechamiento y la administración de recursos naturales, o, la vigilancia del estado de ciertos ecosistemas.

Así mismo, en torno a la Ciencia Ciudadana se ha dicho que surge cómo una forma de democratizar la ciencia, ayudando a las comunidades interesadas a crear datos para influir en las políticas públicas, y cómo una forma de promover procesos de decisión política relacionados con el medio ambiente y la salud (Kullenberg & Kasperowski, 2016).

En lo anterior recae la importancia de realizar un análisis que nos permita vislumbrar la magnitud del desarrollo de métodos de investigación integrados bajo un enfoque de CC en línea en el contexto digitalizado propio del siglo XXI, permitiéndonos entender cuál es su impacto en la ciencia moderna y cuál es su aporte a la metodología científica y al desarrollo social.

Para alcanzar nuestro objetivo de estudio, primeramente se hizo un recuento teórico en torno a la noción del método científico que configura una concepción tradicional generalizada en el contexto actual, intentando reforzar así la identificación de los rasgos científicos de métodos implementados en proyectos de CC. Al mismo tiempo, se retoman los tipos de modelos que han sido teorizados en torno a este tipo de proyectos. De esta forma fue posible identificar una fundamentación metodológica de proyectos de CC en línea emergidos en los últimos años.

Para cumplir con lo anterior, la tesis se dividió en tres capítulos. En el capítulo 1 denominado “La noción de Ciencia Ciudadana y sus manifestaciones en línea en la incorporación de métodos de investigación emergentes” se recopila información acerca de la tendencia de investigaciones configuradas en dinámicas relacionadas con la participación de no expertos que se hace presente en la actualidad principalmente bajo el concepto de CC. Se hace mención de algunos antecedentes de este tipo de investigación. Se habla también del surgimiento de la noción y el uso que se le ha dado en fechas recientes. Se identifican asimismo algunas tipologías de modelos de CC a partir de otros autores para así poder especificar el

objeto de estudio partiendo del abordaje de proyectos mediados por computadora y en línea, de los cuales se exponen las características y los principales componentes. Posteriormente, se diserta teóricamente partiendo de diferentes fuentes literarias para identificar los principales preceptos establecidos alrededor de la noción tradicional generalizada del método científico. Esto con la finalidad de establecer pautas que nos permitan guiar una fundamentación metodológica en el contexto de la CC, a partir de la cual se abordará un caso en el capítulo 2.

Para el capítulo 2, “El caso del proyecto eBird; el desarrollo de un proyecto de investigación diseñado a partir de la colaboración entre expertos y ciudadanos mediada por las TIC”, se recoge información y evidencia de un proyecto de CC configurado en línea intentando aterrizar sus fundamentos metódicos. En este capítulo se toma por caso el proyecto *eBird*, el cual resulta ser el más representativo de la organización que dio significado y popularidad al término de CC: el Laboratorio de Ornitología de Cornell. Esto con la finalidad de entender mejor los mecanismos internos de un proyecto concreto -uno de los proyectos de CC en línea con mayor desarrollo y mayor cantidad de productos científicos generados- con la finalidad de identificar la pauta metódica seguida en él.

Por último, en el capítulo 3, “El método contributivo de investigación para proyectos de Ciencia Ciudadana en línea” se identifica el modelo contributivo y se diserta acerca de cómo a partir de este se han configurado proyectos como el caso abordado, posteriormente se propone un esquema para identificar cuáles son los actores, las tecnologías y el método a través de los cuales se compone un proyecto de CC en línea. Para esto se integra aquello que está siendo retomado desde la metodología científica convencional en contraste con lo que se identifica como innovador con relación a estos proyectos emergentes.

Posterior a esto, se encuentra un apartado donde se integran diferentes argumentos en torno a las implicaciones del desarrollo de métodos contributivos en línea.

Acorde a lo anterior, se llegó al desarrollo de un apartado donde se integran las conclusiones de este trabajo, donde se abordan algunas de las principales

implicaciones de la configuración de estos tipos de proyectos, tanto para el ámbito científico como para el ámbito social. Así mismo, se concluye enunciando ciertas alternativas para diseñar futuros modelos de investigación de CC en línea.

CAPÍTULO 1:

La noción de Ciencia Ciudadana y sus manifestaciones en línea en la incorporación de métodos de investigación emergentes

En el presente capítulo se abordan una serie de temas y ejemplos referentes a la Ciencia Ciudadana (en adelante CC) con la finalidad de presentar una explicación acerca de qué es, cuáles son los antecedentes que la conforman, sus principales precursores, proyectos en los que se ha utilizado, objetos de estudio y algunos referentes históricos sobre sus diferentes manifestaciones en el ámbito social y científico. La temática abordada a continuación se presenta con la intención de esclarecer cuáles han sido los principales rasgos del surgimiento y la expansión de la noción en torno a la CC y su desarrollo en las últimas décadas.

1.1 Antecedentes de la colaboración entre científicos profesionales y personas sin formación científica

Para Rick Bonney³ y sus colaboradores, la CC debe ser entendida como una asociación entre investigadores profesionales y aficionados a la ciencia donde los segundos llevan a cabo tareas que tradicionalmente han sido implementadas por científicos (Bonney et al., 2009). Sin embargo, este no es el único sentido asignado a este término, así como no es el único término utilizado para hacer referencia a esta situación donde se fundamenta la colaboración entre profesionales en ciencia e inexpertos en procesos de generación de conocimiento.

Se han utilizado diferentes nociones para hacer mención a la cualidad de incluir en investigaciones tareas que recaen en un voluntariado, las cuales son previamente

³ Quien fuera uno de los primeros en proponer el término a mediados de los años 90

determinadas conforme a los objetivos del proyecto en que forman parte. Estos proyectos son en su mayoría diseñados por científicos profesionales.

En este contexto, reflexionar acerca de quién practica la actividad científica es vital, así como en la forma en que se configura la identidad de los sujetos quienes la practican de acuerdo con su entorno social. Es basta la literatura en donde se da lugar a discusiones en torno a quienes hacen ciencia, cómo se conforman sus perfiles profesionales y como es su actuar con relación a lo determinado socialmente como científico. Al hacer referencia a aquellos sujetos dedicados a la actividad científica como actividad cotidiana, de forma indiscriminada se utilizan diferentes términos que hacen alusión a la misma condición como: científico, especialista en ciencia, profesional, experto.

No obstante, existen trabajos encaminados a identificar la relación entre expertos y aquellos quienes quedan por fuera de esta categoría, es decir, los sujetos ubicados fuera de los límites de la actividad científica. De igual forma, la designación de estos sujetos ha diferido de acuerdo con cada autor. Una forma común de hacer referencia a estos sujetos es utilizando el término “público”. Pero es posible encontrar otros términos con cargas valorativas distintas, como iletrados, principiantes, inexpertos, legos o amateurs.

Los productos científicos que surgen de la asociación entre estos dos tipos de actores en procesos de investigación es el punto de interés en este trabajo. Esta convergencia se ha exhibido en interacciones de forma activa mediante dinámicas basadas en proyectos de CC.

De acuerdo con la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OECD, 2015) el siglo XVIII es la época en donde se encuentran los primeros casos en los que amateur en ciencia han participado en actividades incluidas en investigaciones científicas, realizando labores relacionadas con la observación y la recolección de datos, particularmente en disciplinas como la ornitología y la astrología. Sin embargo, no fue sino hasta el siglo XX que este tipo de participación comenzó a institucionalizarse (Piña, 2017). A la fecha, son numerosas las dinámicas

en las que se hace uso de la participación abierta al público como un recurso para la generación de información.

El primer antecedente institucionalizado del que probablemente se tiene registro es el organizado por la Sociedad Nacional De Audubon, en Estados Unidos, una asociación dedicada a la investigación en torno a las aves, quienes desde el año 1900, y cada año a partir de entonces, han organizado un conteo navideño de aves (Silvertown, 2009), en donde se incluye a un conjunto de sujetos colaboradores quienes durante un día se organizan en la asignación de zonas individuales para el registro de aves. Por otra parte, Silvertown encuentra otro antecedente en la *British Trust of Ornithology*, ubicada en el Reino Unido desde el año 1932. De acuerdo con este autor, dicha asociación se formó con el objetivo de hacer realidad las intenciones de aficionados por contribuir con observaciones de aves en beneficio de la ciencia y la conservación de las especies (2009).

Desde décadas atrás, involucrar a nuevos tipos de sujetos en el proceso de investigaciones ha provocado el diseño de nuevas formas de generar conocimiento. Bajo el enfoque de participación se han configurado modelos de investigación que descansan principalmente bajo el marco metodológico identificado como Investigaciones Participativas (Bergold & Thomas, 2012), el cual ha estribado principalmente en involucrar a miembros de comunidades con la finalidad de incluirlos en la generación de información relevante para la investigación, promoviendo un actuar organizado y premeditado con la intención de indagar en torno a problemáticas concretas.

Esta concepción de investigación participativa surge de forma posterior a otra noción difundida como Investigación Acción (Reason y Bradbury, 2008), la cual se ha estructurado como una orientación para investigar realizando asociaciones de participación con aquellos miembros de comunidades puestas bajo estudio para de forma conjunta diseñar un proceso de investigación basado en las temáticas competentes para los mismos de la comunidad. Estas dinámicas incluyen un proceso de acción colectiva posterior a la investigación, esto con la intención de hacer uso de los hallazgos encontrados en la investigación de problemáticas

contextuales. Dentro de este marco metodológico se toma en consideración a la gente local como poseedores de conocimiento contextual de utilidad que queda fuera del alcance de investigadores externos a la comunidad.

El término de Investigación Acción surgió en 1946 de la mano de Kurt Lewin, quien formuló esta noción para describir la acción de investigar dirigiéndose a la búsqueda de la solución de problemas situados (Walter, 2009). En la investigación acción – o investigación activa- se identifican principalmente colaboraciones entre científicos y gente local enfocadas en la acción para el cambio social, con los objetivos de fortalecer el conocimiento local y empoderar a los habitantes en la toma de decisiones. Se podría decir que esta vertiente investigativa tiene un enfoque contextual, pues pretende, a través de la investigación conjunta entre científicos y habitantes locales, adquirir un conocimiento del contexto donde se recopila información acerca de problemáticas puntuales, para, con base en esta información, diseñar un plan de acción de forma conjunta.

Estos enfoques activos posteriormente adquirieron la cualidad acreditadora de participativos bajo la noción de Investigación Participativa Activa (IPA). Un país pionero en aplicar estos métodos fue India, en donde aldeanos, en gran parte analfabetas, eran motivados a diseñar mapas para representar su medio espacial e identificar problemáticas contextuales, abriendo de esta forma las puertas a una nueva manera de identificar visualmente problemas a partir del mapeo participativo (Cornwall & Jewkes, 1995)

Se pasó a proponer el término de Investigación Participativa de la mano de autoras como Andrea Cornwall y Rachel Jewkes (1995), en donde según las autoras, se integran como antecedentes metodológicos los propuestos en marcos como la antropología médica, la educación adulta, la Investigación Activa, y otros métodos de investigación que tenían en común estar dirigidos a la generación rápida de datos mediante la participación de la gente local. La investigación participativa se ha enraizado en procesos metodológicos donde se recopila información situada y contextual a través de quien la percibe de forma directa.

La investigación configurada en estas estructuras participativas permite aprovechar las capacidades de generación de información de quienes no cuentan con una formación científica. Estas asociaciones entre profesionales y amateurs han permitido resaltar el potencial generador que posee cada individuo y su valor para fines investigativos.

Estos enfoques conforman un antecedente en torno a un movimiento relacionado con la colaboración en investigaciones de profesionales en ciencia e inexpertos. Como se verá a continuación, a estas situaciones se le refiere actualmente con mayor frecuencia utilizando el término de CC. Como se podrá observar en el capítulo 2 de la presente tesis, la CC no comparte muchos rasgos con los enfoques mencionados anteriormente, pero existe una cualidad imperante en común, y esta es la colaboración – entre expertos y no expertos- a la cual hacemos referencia.

Es necesario notar que en épocas recientes se han utilizado además otros términos como “Ciencia abastecida en multitud” (Watson y Floridi, 2018), “Participación Pública en la Investigación Científica” (Shirk, Ballard, Wilderman, Phillips, 2012), “Ciencia en Manada” (Franzoni et al., 2012) o “Investigación en lo salvaje” (Callon y Rabeharisoa, 2003). Sin embargo, el término que mayor difusión ha obtenido y que se utiliza con mayor frecuencia es *Citizen Science* (Ciencia Ciudadana) (Kullenberg Y Kasperowski, 2016) termino del que se hablará con más detalle en el siguiente apartado.

1.2 Genealogía de la Ciencia Ciudadana

El concepto de CC surge casi de manera simultánea entre los años 1995 y 1996 de la mano de dos autores diferentes: en Estados Unidos surge con Rick Bonney, director del Departamento de Desarrollo y Evaluación de Programas en el Laboratorio de Ornitología de Cornell, ubicado en Ithaca, Nueva York; mientras que en el Reino Unido aparece por parte de Alan Irwin, Profesor en el Departamento de Organización de la Escuela de Negocios de Copenhague. (OECD, 2015; Irwin, 1995; Bonney, Phillips, Ballard, y Enck, 2016).

De acuerdo con la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OECD, 2015) y los investigadores del laboratorio de Ornitología de la Universidad de Cornell, el surgimiento del término debe atribuirse a ambos autores (Bonney et al. 2016).

En la actualidad el término ha ganado popularidad y es designado con frecuencia al momento de hablar acerca de procesos en donde se ha generado conocimiento a partir de investigaciones fundamentadas en la colaboración entre personas que cuentan con una formación y una experiencia en el ámbito de la investigación científica e individuos quienes carecen de esta cualidad (Bonney et al., 2016; Dickinson, Zuckerberg, & Bonter, 2010; Hochachka et al., 2011; Kobori et al., 2016; J. Shirk & Bonney, 2015)

De tal forma que la característica principal de lo identificado como CC es la colaboración de personas inexpertas y científicos en la realización de investigaciones. Esta cualidad ha sido aprovechada mayoritariamente en el área de las ciencias naturales y medio ambientes (Legrand y Chlous, 2016), con diversos objetivos como el registro de especies animales y la observación del aprovechamiento de recursos naturales (Kobori, Dickinson, Washitani, Sakurai, Amano, Komatsu, et al, 2016) .

En los últimos años se han presentado trabajos en donde se expresa haber investigado partiendo de la CC (Dehnen-Schmutz, Foster, Owen, & Persello, 2016; Liboiron et al., 2016; Steinke, van Etten, & Zelan, 2017a; Vitone et al., 2016). Esto significa el involucramiento de individuos externos a las comunidades científicas en tareas específicas relativas a cierta investigación, comúnmente en procesos de recopilación y clasificación de datos. Este tipo de investigaciones están en su mayoría diseñadas y controladas por investigadores expertos. De esta manera lo que el experto le ofrece al no experto es la oportunidad de participar en la ciencia a través de su método.

De igual forma, algunos investigadores se han valido de la CC adecuando las cualidades de estos proyectos a sus objetos de estudio, tales como la comparación del comportamiento de semillas modificadas genéticamente (Steinke, van Etten, y

Zelan, 2017), el reconocimiento de partículas de polvo espacial en gráficos de la NASA mediante voluntarios participando en la identificación de patrones en imágenes (Hand, 2010), o en la involucración de voluntarios en la generación de datos para el entendimiento del comportamiento y la distribución de la mariposa monarca (Ries y Oberhauser, 2015), entre otros.

La aplicación de proyectos en los cuales se involucra a voluntarios en la recolección y el análisis de datos, representa una fuente de generación de grandes cantidades de datos a muy bajo costo (Bonney et al., 2016). Asimismo, se ha hecho uso de la CC con perspectivas sociales, como en el diseño de soluciones a asuntos locales que afectan la salud y el bienestar de comunidades específicas (Buman, Winter, Sheats, Hekler, Otten, Grieco y King, 2013) y promoviendo la participación para transformar espacios comunitarios y comportamientos sociales (Hergenrather, Rhodes, Cowan, Bardhoshi, y Pula, 2009).

1.3 La generación de productos científicos a partir de la Ciencia Ciudadana

A pesar del reciente auge de proyectos en CC, se han realizado trabajos que buscan generar resultados en posibilidades de ser avalados como científicos. Para esto, se han diseñado ciertos modelos rigurosos a partir de los cuales se busca lograr esta meta. Para sus críticos respecto al tratamiento y validez de sus resultados, se debe mencionar que los productos científicos emanados de la CC transitan por los mismos altos criterios de exigencia que en cualquier ámbito científico. Dentro de estos se encuentra una pauta metodológica compleja además de ciertos procesos y criterios de verificación de la información proporcionada por voluntarios.

El desarrollo y adaptación de investigaciones donde tiene lugar La asociación entre público y científicos configurada en proyectos de CC ha permitido la generación de diferentes productos. Dentro de estos se encuentra una amplia generación de literatura científica concretada en la publicación de artículos científicos revisados en revistas indexadas. Hay incluso quienes argumentan la posibilidad de considerar a la CC como un campo de investigación definido (Jordan, Crall, Gray, Phillips, y

Mellor, 2015). Incluso, como parte de la creciente oferta de investigaciones y artículos científicos se creó la revista revisada por pares *Citizen Science: Theory And Practice* (<https://theoryandpractice.citizenscienceassociation.org/>).

La literatura científica publicada en revistas de alto impacto en torno a la temática de la CC es bastante amplia. Con resultados de Kullenberg y Kasperowski (2016) se observa la presencia de tres grandes tendencias dentro de la literatura científica:

- La primera y más amplia está compuesta por investigaciones sobre biología, conservación y ecología, y textos en donde se utiliza la CC principalmente como metodología de recopilación y clasificación de datos (2016).
- Como segunda tendencia, Kullenberg y Kasperowski ubicaron la temática en torno a la generación de información geográfica, donde los ciudadanos participan en la recopilación de datos geográficos mediante GPS para diferentes usos.
- En tercer lugar, identificaron la existencia de una línea de investigación relacionada con las ciencias sociales y la epidemiología, enfocada a estudiar y facilitar la participación pública en relación con problemas ambientales y de la salud (2016). Precisamente el área de la ecología y la conservación de las especies es la más favorecida y discutida en cuestiones de CC, los proyectos con estos objetivos son los que a la fecha han mostrado un mayor alcance de involucración y generación de datos.

Con Follett y Strezov (2015) podemos identificar un primer intento por englobar las diferentes temáticas en torno a las cuales se constituye la literatura científica referente a la CC, específicamente para el año 2014. Este reconocimiento temático se configura a través de datos de *Web of Science* y *Scopus*, las bases de datos más importantes de textos académicos de fuentes indexadas revisadas por pares. Encontraron cinco áreas principales bajo las cuales se compone la literatura científica acerca de CC:

- Cuestiones referentes a la metodología configurada en enfoques de CC
- La validación de la precisión de los datos,

- Motivación y beneficios de los involucrados,
- Información sobre proyectos,
- Temas generales (Follett & Strezov, 2015).

Como parte del desarrollo evolutivo del el enfoque de CC se han consolidado una cantidad importante de proyectos. Estos proyectos tienen la cualidad de ser significativamente mayores en cuanto al número de individuos involucrados. Actualmente existen cantidades considerables de proyectos con estas características. Partir de estos se ha producido una amplia cantidad de literatura científica.

Con base a lo expuesto en la Tabla 1, Kullenberg y D. Kasperowski (2016) identificaron un notable incremento de publicaciones en revistas científicas indexadas en *Web Of Science* y *Scopus*, donde se abordan temas referentes a proyectos con estas características, así como trabajos en los cuales se involucra el uso de datos generados para ciertos proyectos.

Tabla 1 Top 20 de los proyectos de Ciencia Ciudadana de acuerdo a la literatura científica producida a partir de cada proyecto para el año 2016

Nombre del proyecto	Artículos
North American Breeding Bird Survey	178
Galaxy Zoo	88
Common Birds Census	48
Cooperative Observer Program	34
Ebird	32
Nest Record Scheme	20
FoldIT	20
Wetjland Bird Survey	17
Geographic Project	16
Planet Hunters	14
Globe at Night	13
Chicago Wilderness	13
North America Amphibian Monitoring Program	9
Evolution Megalab	7
Phytoplankton Monitoring Network	6
NestWatch	6

La producción literaria es en parte reflejo de la cantidad de investigaciones realizadas. De esta forma se puede dar cuenta del incremento en la cantidad de investigaciones realizadas a partir de la CC. Esta tendencia tiene antecedentes rastreables incluso hasta siglos atrás (OCDE, 2015), pero en los últimos años ha ganado una popularidad significativa. Esto ha dado pie al desarrollo de nuevos proyectos y nuevas formas de colaboración entre profesionales en ciencia y no profesionales.

1.2 Tipologías en las que se articulan los proyectos derivados por la Ciencia Ciudadana

La proliferación de investigaciones configuradas en torno a lo entendido bajo la noción de la CC, ha dado lugar a una multitud de trabajos que tienen en común la participación de diferentes sujetos -con o sin formación científica- que se involucran de formas distintas en el proceso de investigación.

Una clasificación de los tipos de proyectos comúnmente citada (Cornwall & Jewkes, 1995; J. L. Shirk et al., 2012) es la propuesta por Stephen Biggs (1989). Como se observa en la Tabla 2, la clasificación se diferencia en las investigaciones en CC a partir del tipo de participación llevada a cabo por el público involucrado.

Tabla 2 Modelos de proyectos de Ciencia Ciudadana de acuerdo con los tipos de participación del público involucrado.

Modelo	Concepto	La participación del grupo de no expertos
Contractuales	Las comunidades piden a investigadores profesionales que realicen una investigación científica específica e informen sobre los resultados	El público solicita a científicos que realicen una investigación científica e informen sobre los resultados
Contributivos	Generalmente son diseñados por científicos y para los cuales el público contribuye principalmente con datos	Los científicos piden al público recopilen y contribuyan con datos y/o muestras para investigaciones diseñadas por los expertos.
Colaboración	Generalmente están diseñados por científicos y para los cuales los miembros del público contribuyen con datos pero también ayudan a refinar el diseño del proyecto, a analizar los datos y/o difundir los resultados	Participantes del público ayudan a científicos a desarrollar un estudio y recopilar y analizar datos para objetivos de investigación compartidos
Creación conjunta	Diseñados por científicos y miembros del público que trabajan en conjunto y para los cuales al menos algunos de los participantes públicos involucran activamente en la mayoría o en todos los aspectos del proceso de investigación	En este caso, ciudadanos desarrollan un estudio y trabajan con aportes de científicos para abordar una cuestión de interés.
Contribuciones colegiales	Donde individuos sin credenciales realizan investigaciones de forma independiente con distintos grados de reconocimiento esperado por parte de científicos y/o profesionales institucionalizados	Investigaciones llevadas a cabo de forma independiente por individuos sin formación de las cuales resulta un avance en el conocimiento en una disciplina científica

Adaptada de "Public Participation in Scientific Research: A Framework for Deliberate" por J. Shirk et al., (2012). *Ecology and society*, 17, p. 29

Es necesario notar que esta tipología ha sido utilizada de marco de referencia al momento de usar diferentes terminologías para hacer referencia a un hecho. Biggs (1989) lo hace haciendo referencia a la participación de miembros de la comunidad en evaluaciones rurales. Cornwall y Jewkes (1995) la emplean bajo el enfoque de

la “investigación participativa”. Shirk et. al. (2012) lo hacen entrono a la noción de la “participación pública en la investigación científica”. Lo que estas tres nociones tienen en común es que se utilizan para hacer referencia a investigaciones en donde se involucra la participación de profesionales en ciencia y personas no profesionales, los cuales en ciertos casos son miembros de la comunidad bajo investigación. Esto en otras palabras es la CC, una asociación en donde se reparten tareas relacionadas a una investigación. Esta tipología se ha configurado a lo largo de los años en torno a cómo es la participación de estos sujetos en el proceso de la investigación. Es decir, que se clasifica al proyecto en torno a las etapas del método científico en las que se involucra al inexperto.

Como se puede ver, de acuerdo con el tipo del proyecto se pueden identificar ciertas implicaciones metodológicas distintas. Así, por ejemplo para el tipo creación conjunta se dice que el experto y el no experto colaboran en tal medida que al menos algunos de los participantes públicos involucran activamente en la mayoría o en todos los aspectos del proceso de investigación. Para el tipo de proyecto contributivo se asigna a los participantes no expertos la tarea de contribuir a una investigación en la generación de datos, ya sea registrando información o interpretando y clasificando información dada. O los proyectos de colaboración en donde se involucra al inexperto en la generación de datos pero también en ocasiones al análisis de la información y en cierta medida al diseño del proyecto. Identificar a cada tipo de proyecto conlleva a detectar ciertos rasgos a nivel metodológico

Una de las instituciones participativas en el diseño de proyectos de CC es el Laboratorio de Ornitología de Cornell. A pesar de que los colaboradores de este laboratorio no definen su modelo como uno contributivo, las cualidades de su configuración encajan con las cualidades de este modelo. Para estos casos, la participación de los voluntarios se reduce a la recolección de datos que el experto acepta, analiza y divulga. De esta forma se puede identificar su similitud con los modelos contributivos.

Otra propuesta de modelos para proyectos de investigación donde se integran enfoques de CC es la hecha por Copper et al., (2007). En este trabajo se hace alusión a este enfoque como Ciencia Comunitaria, haciendo referencia a la participación de miembros de la comunidad, y dentro de estos modelos, identifican como uno de ellos el modelo de la Ciencia Ciudadana. Para este se dice que se participa en la recopilación de información y generación de datos, lo cual está en similitud con el modelo contributivo propuesto en otros trabajos. Además de este modelo, los autores integran otros cinco, y dentro de uno de ellos identifican al modelo tradicional de investigación científica.

Como se muestra en la Tabla 5, lo identificado por Cooper et al., (2007) como modelo de la Ciencia Ciudadana está constituido en similitud a lo denominado por otros autores como modelo contributivo (Biggs, 1989; Cornwall & Jewkes, 1995; J. L. Shirk et al., 2012) en donde el voluntario se limita a generar datos.

Tabla 3 Modelos de Ciencia Comunitaria

	Modelo tradicional de investigación científica	Ciencia Comunitaria				
		Modelo de investigación como consulta científica	Modelo de investigación de Ciencia Ciudadana	Modelo de investigación de ciencia ciudadana adaptativo	Modelo de investigación de coadministración adaptativa	Modelo de investigación participativa activa
Pregunta	✓		✓	✓	✓	
Diseño del estudio	✓	✓	✓	✓	✓	
Recolección de datos	✓	✓				
Análisis e interpretación de datos	✓	✓	✓	✓	✓	✓ → 
Entendimiento de los resultados	✓	✓	✓	✓ → 	✓ → 	✓ 
Acción administrativa	Managers	Grupos de la comunidad	Managers	Individuales	Todos	Grupos de la comunidad
Distribución geográfica del proyecto	Variable	Estrecha	Amplia	Amplia	Estrecha	Estrecha
Prioridad a la investigación	La más alta	Media	Alta	Alta	Alta	Media
Prioridad a la educación	Baja	Media	Alta	Alta	Alta	Alta

Nota: Las marcas de verificación indican profesionales; la gente del palo representa al público participante. Las flechas pequeñas entre profesionales y público participante indican puntos de transferencia intensiva de información, un elemento importante para garantizar la aceptación de los participantes al tomar medidas. Traducido y adaptado de "Citizen science as a tool for conservation in residential ecosystems" por C. Cooper, J. Dickinson, T. Phillips y R. Bonney, (2007). *Ecology and Society*, 12(2) p. 11.

Estos modelos se analizan en tono a la participación de expertos y no expertos en tareas específicas relacionadas con el proceso de investigación de algún proyecto. Lo que se intenta resaltar en esta propuesta es el incremento en la colaboración entre estos dos tipos de sujetos de acuerdo a la configuración del modelo de investigación. Como se puede ver, el grado de colaboración entre profesionales y no profesionales aumenta de izquierda a derecha. Se pasa desde el modelo tradicional de investigación científica –en donde no hay participación de no expertos en ningún momento de la investigación y se tiene poco interés por obtener resultados de educación científica en el público- a un modelo de investigación identificado como participación activa, en donde el público se involucra en todos los momentos de la investigación, desde formular una pregunta de investigación hasta generar un plan de acción con base en lo identificado (Cooper et al., 2007). Como se dijo en el capítulo uno, este tipo de proyectos representan una alternativa integrada con la finalidad de generar propuestas en donde se acompañe al miembro de una comunidad en el estudio de problemáticas concretas que causan un impacto en su vida, para posteriormente generar un plan de acción a través del cual puedan dar solución a la problemática identificada a través de la comunidad con ayuda de expertos.

De tal forma que lo identificado por estos autores como modelo de ciencia ciudadana –identificado en otros trabajos como modelo contributivo- se encuentra ubicado en un punto medio en cuanto a niveles de participación.

Lo dicho hasta aquí nos permite identificar cuáles son los principales rasgos de este método contributivo. Sin embargo, estos modelos no alcanzan a dimensionar lo que este método implica al integrar tecnologías informáticas en la transmisión de información. Una vez identificado esto, en este trabajo se propone un modelo a partir

del cual se integren los métodos contributivos para proyectos de CC en línea, quiénes lo integran y a través de qué componentes tecnológicos.

Wiggins y Crowston (2011) proponen una tipología tomando como referencia no el tipo de participación sino los objetivos establecidos por los proyectos y por la virtualidad de los mismos. De esta forma, los autores encontraron cinco tipos de proyectos:

- **Acción:** Los proyectos de acción emplean investigaciones participativas iniciadas por expertos para alentar la intervención de los participantes en asuntos locales.
- **Conservación:** Los proyectos de conservación abordan los objetivos de la gestión de recursos naturales involucrando a los ciudadanos en la custodia de estos para lograr un mayor alcance.
- **Investigación:** Los proyectos de investigación se centran en objetivos de investigación científica aplicados en un entorno físico gracias a la participación.
- **Virtuales:** Los proyectos virtuales también se centran en los objetivos de la investigación científica, pero están completamente mediados por las TIC. Todas las interacciones voluntarias son mediadas por plataformas digitales y aplicaciones.
- **Educación:** Proyectos de educación que a menudo se realizan en el aula o en los terrenos de la escuela como parte del plan de estudios de ciencias (Wiggins & Crowston, 2011).

Desafortunadamente, esta clasificación resultará ser limitada debido al establecimiento de proyectos que cumplen con varias de estas cualidades simultáneamente. De tal forma es posible identificar proyectos virtuales con objetivos de conservación y acción al mismo tiempo. En realidad, se observa con mayor frecuencia la combinación de varias de las tipologías expuestas por estos autores en un mismo proyecto, con una cualidad imperante; el uso de tecnologías de la información para propiciar la transferencia de datos a través de internet.

En relación a qué es la CC y qué es lo que se ha estudiado a partir de esta, Kullenberg y Kasperowki (2016), realizaron un análisis de la literatura científica para responder a estas preguntas. Sus resultados indican que hay tres puntos focales principales en torno a la CC: el más amplio está compuesto por investigaciones sobre biología, conservación y ecología, y utiliza CC principalmente como metodología para recopilar y clasificar datos; la segunda línea de investigación la conforma la investigación de información geográfica, donde los ciudadanos participan en la recopilación de datos geográficos; como tercer foco, los autores encuentran una línea de investigación relacionada con las ciencias sociales y la epidemiología, que estudia y facilita la participación pública en relación con cuestiones ambientales y de salud (Kullenberg & Kasperowski, 2016)

Como parte del objeto de este trabajo, en adelante pasaremos a hablar de los proyectos de CC manifestados en configuraciones virtuales a través del internet.

1.5 Los Proyectos de Ciencia Ciudadana en línea⁴

A partir del año 2010, se incrementaron considerablemente los niveles de visibilidad en medios digitales, y por tanto de atención científica y social de algunos proyectos. Esto gracias a un modelo emergente de configuración implementado en sitios web y plataformas digitales complementadas por aplicaciones móviles (Kullenberg y Kasperowski, 2016), propios de la era digital, logrando así un alto grado de desarrollo desde inicios del siglo XXI. Expertos en programación y desarrollo de software se apoderaron de las características de las nacientes Redes Sociales (*Social Media*), para configurar sitios web destinados a la participación de sus miembros en tareas colectivas, para el caso de la CC en la generación y transferencia de información.

Esta situación dio como resultado el surgimiento de proyectos de CC configurados en línea, principal interés de investigación de la presente tesis, contando con una ciber infraestructura (Wiggins & Crowston, 2011), conformada por software configurado para funcionar en conexión a internet en forma de aplicaciones móviles,

⁴ En *línea* quiere decir conectado a internet a través de tecnología específica

sitios web, y plataformas digitales. La configuración de proyectos de CC con esta característica ha permitido entre algunas cosas: el incremento en la cantidad de datos producidos; el incremento en los niveles de participación; los tipos de individuos que pueden estar involucrados; la agilización en la generación de información y de los procesos de reclutamiento de nuevos miembros; activa interacción entre los involucrados; reducir significativamente los tiempos de ejecución, tanto de registro como de tratamiento de los datos. Estos componentes digitales desbloquean diferentes oportunidades de mediación, dejando la tarea de administración y distribución de datos al software configurado por los expertos.

La mediación por computadora de los proyectos resulta ser práctica por tres razones principalmente.

1. Primero porque el modelo de Red Social basado en plataformas digitales y aplicaciones móviles propio del contexto contemporáneo, promueve la interacción constante entre diferentes actores con distintos intereses, lo que resulta ser atractivo si los fines de la interacción se encuentran destinados a contribuir con datos para investigaciones concretas.
2. En segundo lugar, el uso de los sitios web y las aplicaciones móviles resulta ser sencillo y de fácil manipulación, con un interfaz amigable para el usuario. Y, por último, la capacidad de portabilidad de dispositivos móviles capaces de conectarse a través del internet a las aplicaciones de los proyectos. Esto hace posible la conectividad de grandes cantidades de individuos en territorios globales.

Los proyectos en línea presentan ciertas cualidades técnicas que los distinguen del resto de los proyectos de CC, por ejemplo para su desarrollo se configura software permitiendo dar soporte funcional a sitios web, aplicaciones móviles y plataformas digitales. Estos componentes habilitan distintas formas de interacción e intercambio de múltiples tipos de información y datos entre grandes cantidades de individuos.

Los sitios y las aplicaciones son de fácil acceso, además es necesario contar con algún dispositivo que tenga la capacidad de conectarse al internet, resaltando a este último como casi ubicuo en la actualidad.

Hacer uso de esta ciber infraestructura permite nuevas formas de recolección, compartimiento y visualización de datos. Asimismo, los diseñadores de algunos proyectos han generado bases de datos electrónicas con los registros recolectados por los voluntarios. En la mayoría de los casos las bases de datos son de libre acceso para consulta, a excepción de algunos proyectos donde se solicita alguna información mínima para acceder a ellas.

Por otra parte, algunas plataformas ofrecen distintas formas de visualización de datos, algunas de las más comunes son la configuración de mapas de distribución geoespacial, utilizados principalmente en proyectos dirigidos al monitoreo de especies animales a lo largo de vastas regiones y para la visualización de datos referentes a información de contextos urbanos. En la actualidad se experimenta una amplia expansión y popularidad de este tipo de proyectos. La lista de estos es amplia y variada.

El presente trabajo propone una categorización de diversos proyectos de CC en línea. A partir de esto se pretende examinar categorías de proyectos definidas por la naturaleza de las actividades en las que se enrolan sus participantes voluntarios. Para identificar estas categorías se llevó a cabo una investigación documental a partir de diversos trabajos (Bonney et al., 2016; Franzoni et al., 2012; Kullenberg & Kasperowski, 2016; Wiggins & Crowston, 2011) e información extraída de los sitios web, de donde se retoman ciertos proyectos en línea y sus características principales, dentro de las cuales se toma como referencia la forma en la cual se configura la investigación, esto es el proceso a partir del cual se indaga con la finalidad de identificar nueva información para producir conocimiento.

En este trabajo se propuso entonces la categorización de los proyectos en juegos interactivos, caracterización de datos y recopilación masiva de información. Cabe destacar, mientras algunos de los proyectos aquí abordados son presentados como proyectos de CC, no todos cumplen con esta designación de parte de quienes los diseñan. Sin embargo, en este trabajo se tomaron en consideración a proyectos que cumplen con los rasgos de la CC en línea mencionados hasta ahora, esto es: el

diseño de un proyecto de investigación en donde se involucra la colaboración de expertos y aficionados a la ciencia mediada por TIC.

1.5.1 Primera categoría: investigación en línea como juegos interactivos

Algunos proyectos de CC vinculan la participación de los voluntarios en forma de juegos interactivos, a través de sitios web. Esta técnica de investigación consiste en involucrar a los interesados en la resolución de tareas lúdicas. Se ingenian formas creativas de permitir la generación de datos de forma entretenida para quien participa. Más allá de solicitar la participación en la observación o experimentación (procesos clave en una investigación), se requiere que el participante lleve a cabo ciertas instrucciones configuradas en forma de juego para generar datos pertinentes empleados por los diseñadores de los proyectos.

Dos ejemplos de este tipo de proyectos de CC en línea son *Eyewire* (<https://eyewire.org/>) y *Foldit* (<https://fold.it/portal/>). *Eyewire* consiste en invitar al voluntario a reconocer patrones neuronales en mapeos tridimensionales para contribuir a desarrollar explicaciones sobre el misterio de la visión humana (<https://eyewire.org/>). El objetivo del proyecto es aprovechar la inteligencia colectiva, para llevar a cabo la reconstrucción de neuronas mediante mapas interactivos.

El caso de *Foldit* (<https://fold.it/portal/>), atiende el objetivo de apreciar posibles combinaciones de cadenas de aminoácidos para conformar proteínas nuevas (Franco, 2012). El objetivo de este proyecto desarrollado en Boston, Estados Unidos, es asignar a los voluntarios la tarea de probar alternativas posibles de combinaciones. La aportación relevante de este proyecto recae en que se hace uso de la interacción humana en la resolución de rompecabezas gráficos para favorecer la predicción de la estructuración de nuevas proteínas, que pueden ser diseñadas para combatir diferentes tipos de enfermedades (Franco, 2012). Esta resulta ser una técnica recreativa de involucrar a aficionados a la ciencia en la creación de datos, para ser utilizados en la generación de conocimiento científico (Khatib et al., 2013).

1.5.2 Segunda categoría: investigación en línea a partir de la caracterización de datos

Gran parte de los proyectos de CC en línea se configura con el objetivo de difundir la participación de aficionados a la ciencia en tareas relacionadas con la clasificación. Esta técnica de investigación en línea permite distribuir la labor de catalogar grandes cantidades de datos, dejando esta tarea a una multitud de voluntarios con acceso a proyectos a través de internet. Este tipo de proyectos se identifica en Bonney et al. (2016) como “procesamiento de datos”.

Estos proyectos hacen uso de las capacidades humanas para identificar rasgos observables de objetos similares, por ejemplo, clasificación de imágenes, interpretación de textos, catalogación de fotografías e identificación de sonidos. Aquí se pone a disposición el dato en bruto y se configuran herramientas y procesos para permitir al voluntario especificar ciertos rasgos de su contenido.

El proyecto más representativo donde se implementa esta técnica es *Galaxy Zoo*, el cual surge como una iniciativa que pretendía liberar a sus fundadores de la ardua tarea de clasificar galaxias. Esta situación los motivo a configurar un software capaz de guiar a voluntarios interesados en realizar clasificaciones de acuerdo a la morfología de las galaxias comparando imágenes recuperadas del proyecto *Sloan Digital Sky Survey* (SDSS) (Nielsen, 2012; Watson & Floridi, 2018), este último diseñado en colaboración de múltiples universidades, como la Universidad de Oxford, la Universidad de Yale, entre otras. Para el primer año, más de 150 mil voluntarios clasificaron más de 50 millones de galaxias (Bonney et al., 2016).

Otro ejemplo de proyecto donde se implementa esta técnica es *Snapshot-Serengeti* (<https://www.zooniverse.org/projects/zooniverse/snapshot-serengeti>), cuyo objetivo involucra a interesados en clasificar fotografías tomadas por cámaras distribuidas estratégicamente en el Serengeti, parque nacional ubicado en Tanzania, para distribuir la tarea de clasificación de especies capturadas por las fotografías.

El sitio proporciona las herramientas para clasificar la fauna observada en las imágenes, al mismo tiempo se ofrece un tutorial de capacitación introductoria al uso de la plataforma. Las clasificaciones son llevadas a cabo por consenso y las imágenes en bruto brindan una oportunidad sin precedentes para investigar dinámicas específicas en un ecosistema casi intacto.

1.5.3 Tercera categoría: investigación en línea mediante la recopilación masiva de información

Concurren proyectos de CC en línea donde se investiga partiendo de la recopilación de información de forma masiva, además se configuran proyectos solicitando al voluntario el envío de datos acerca de observaciones contextuales, emitiendo valor al conocimiento y el acceso a la información situada de quién participa. Este tipo de proyectos de CC es identificado por Bonney et al. (2016) como recolección de datos.

Los proyectos comúnmente tienen el objetivo de recopilar información sobre objetos de estudio que pueden ser observados en diferentes zonas, así mismo permiten la generación de diversos datos debido a las cualidades técnicas de los dispositivos con acceso a las plataformas digitales.

De igual forma, estos se valen de sitios web y en ocasiones de aplicaciones móviles para permitir la generación de contenido desde áreas remotas. Además, fomentan el registro de observaciones espontáneas, no premeditadas, por tanto, este tipo de técnica permite a los involucrados generar y almacenar información sin importar limitantes espaciales y temporales.

Uno de los proyectos más representativos y desarrollado –con alta generación de productos científicos- configurado bajo el enfoque de CC es *eBird* (<https://ebird.org>). Este proyecto presentado por primera vez al público en el año 2002, recolecta registros de observaciones de aves alrededor del mundo, las cuales pueden ser complementadas con audio o fotografías. Las observaciones están conformadas con otro tipo de información; la ubicación y fecha exacta en que se realiza el registro correspondiente realizado por profesionales y ciudadanos de las localidades,

conformando una base nutrida de datos. El software mediante el cual se administran estas evidencias tiene diversos filtros automatizados para permitir al usuario la sencilla clasificación de la información.

Otro ejemplo de proyecto en esta misma línea es *iNaturalist* (<https://www.inaturalist.org/>), cuyo objetivo es la recopilación de registros de observaciones sobre cualquier especie de animales y plantas. Este proyecto se vale de una aplicación móvil, haciendo uso de fotografías tomadas al instante, para arrojar información al usuario sobre cuál podría ser la especie que pretende registrar. La aplicación permite el registro de la hora y el lugar exacto donde fueron realizadas las observaciones.

Los proyectos expuestos simbolizan diferentes formas de configurar la CC. En la Tabla 3 se presenta un compilado de diferentes proyectos clasificados de acuerdo a la técnica que implementan. Estas formas de investigar han obtenido reputación debido a la proliferación de proyectos cada vez mejor constituidos. Las cualidades técnicas configuradas y mediadas por expertos, tanto en ciencias computacionales como en otras disciplinas científicas, conceden la oportunidad de generar datos relativamente certeros, que están siendo utilizados en la generación de literatura científica.

Tabla 4 Propuesta de categorización de proyectos de Ciencia Ciudadana en Línea con base en la naturaleza de la participación de quienes se enrolan voluntariamente

Proyecto	Categorías	Sitio web	Configuración en línea	Descripción del proyecto
Foldit		www.fold.it		Predicción de la estructura de proteínas a través de la resolución de rompecabezas digitales
Eterna	Juegos interactivos	http://eterna.cmu.edu/	Videojuego en plataforma digital	Ensamblado de moléculas de ARN
Phylo		http://phylo.cs.mcgill.ca		Alineación de Secuencias Múltiples en problemas relacionados con enfermedades en los genes
Galaxy zoo		www.galaxyzoo.org	Sitio web configurado para capacitación del usuario y la clasificación de imágenes	Clasificación de galaxias a través de fotografías tomadas por la <i>Sloan Digital Sky Survey</i>
Ancient lives		http://ancientlives.org	Sitio web con entradas para la inserción de texto	Transcripción de textos antiguos
Snapt shot Serengeti	Caracterización de datos	https://www.zooniverse.org/projects/zooniverse/snapshot-serengeti	Plataforma digital para la capacitación del usuario y la clasificación a través de filtros informáticos	Registro y clasificación de animales mediante fotografías de cámaras trampa en el Serengeti
Cyclone center		http://www.cyclonecenter.org/	Sitio web para la clasificación de imágenes a través de filtro informáticos	Clasificación de tormentas tomadas por medidores termostáticos satelitales
Planet four		https://www.planetfour.org/#/home	Plataforma digital para el reconocimiento de patrones en imágenes computarizadas	Clasificación de manchas en la superficie de marte para estudiar el comportamiento del viento en ese planeta
Bat detective		http://www.batdetective.org/	Sitio web configurado para la reproducción de sonidos	Analizar secuencias de sonidos grabados de murciélagos
iNaturalist		https://www.inaturalist.org/	Sitio web y aplicativos móviles, configurado para el registro de fotografías, texto, metadatos y ubicación a través de Sistemas de Información Geográfica	Registro de observaciones de diversas especies de animales
The great sun flower project	Recopilación masiva de información	https://www.greatsunflower.org/	Sitio web, registro de fotografías y texto a través de filtros	Recolección de datos acerca de la frecuencia y comportamiento de polinizadores
Noise tube		http://www.noisetube.net/index.html#&panel1-1	Aplicativos móviles configurados para la captura de sonido a través de la adaptación de los registros captados por el acelerómetro	Registro de los niveles de ruido en zonas urbanas mediante aplicaciones móviles
eBird		www.ebird.org	Sitio web y aplicaciones móviles, configurado para el registro de fotografías, texto, metadatos y ubicación a través de Sistemas de Información Geográfica	Registro y mapeo de aves para la observación de abundancia y distribución por especie
Snow tweets		http://snowtweets.uwaterloo.ca/	Software configurado en Red Social para compartir registros textuales	Captura de la altura de nieve provocada por nevadas. El registro se hace a través de twitter.

Elaboración propia con base en información consultada principalmente en “Crowd Science: The Organization of Scientific Research in Open Collaborative Projects” por Franzoni et al., (2012) y en “From conservation to crowdsourcing: A typology of citizen science” por Wiggins y Crowston (2011), Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences, 1–10.

De esta forma se aprecia en la tabla 3 como la colaboración entre el experto y el aficionado se está expresando a nivel metodológico, esto es al momento de responder a ciertas operaciones correspondientes al método de investigación (observar, registrar información, clasificar). El experto y el no experto entran en interacción a través de acciones metódicas. De tal forma la CC es una asociación entre expertos y aficionados, fundamentada en la colaboración durante diferentes tareas en el método de cierta investigación (Cooper et al., 2007). Así, el objeto de este trabajo pasa a ser ese método, a partir del cual proyectos en línea generan conocimiento bajo el enfoque de CC.

Lo expuesto hasta ahora da cuenta de cómo la CC en línea se configura a partir de un método emergente. Hay quienes dan cuenta de haber dado aplicación a un método de CC (Steinke, van Etten, y Zelan, 2017; Wechsler, 2014; Worthington et al., 2012), esto quiere decir que existen expertos quienes han configurado sus métodos de investigación partiendo del enfoque CC. La CC desarrolla métodos de investigación basados en la colaboración con inexpertos en ciencia.

Sin embargo, hasta el momento no hay textos académicos que hablen del método implementado en proyectos de CC en línea, he ahí la riqueza del presente trabajo que busca fundamentar los elementos y la pauta de este método analizando en profundidad un caso específico: el proyecto *eBird*. Este método en línea adquiere sus cualidades imperantes de colectividad e interconexión gracias al desarrollo tecnológico de la época y en específico al desarrollo de las TIC.

Una vez dicho esto, se vuelve evidente la necesidad de hablar sobre el método en sí mismo –así como el desarrollo de las tecnologías que hoy en día permiten la configuración de este método en línea- tratando de identificar cuáles son los principales supuestos en torno a este y su estructura dentro del ámbito científico. A esto dedicaremos los próximos apartados, con la intención de establecer ciertas pautas teóricas para identificar los elementos que fundamenten el método en línea para un caso específico.

1.6 El método en la ciencia

A continuación se diserta en torno a la noción del método científico tradicional, identificando ciertos rasgos principales, así como su articulación de forma general.

1.6.1 Sobre el método científico

Se dice que el método científico es " (...) el procedimiento planeado que se sigue en la actividad científica" (Gortari, 1983, p. 15), y este procedimiento se sigue con la intención de generar conocimiento. En otras palabras, podría decirse que el método es la pauta a través de la cual se estructuran diversas tareas relacionadas con la indagación y la recolección de información para la generación de conocimiento.

Bunge (1996) habla acerca del método en la ciencia y expone cómo a través de este el investigador "plantea problemas y pone a prueba las soluciones propuestas" (p. 38). Se habla entonces de un proceso mediante el cual se dota al investigador con la facultad de integrar todo lo que compone un objeto científico por el abstraído y planteado (Bunge, 1996). Este objeto puede surgir de un problema de investigación o de una interrogante a la cual se intenta dar respuesta o solución, generando así nuevo conocimiento.

Asimismo Bunge (1996) insiste en identificar al método como el principal rasgo de la ciencia. Esta idea se da en este autor en torno al valor de la verificación. Un conocimiento está verificado si se logran seguir los mismos procedimientos hasta llegar a él y obtener los mismos resultados. De esta forma el conocimiento pasa a adquirir su cualidad de científico (Bunge, 1996). La forma en la que esto sucede es aplicando un método y exponiéndolo al momento de dar a conocer los resultados de la investigación y de esta forma otros estén en posibilidades de replicar el procedimiento, ya sea para refutarlo o para verificarlo. De acuerdo con sus palabras "debemos ser capaces de enumerar las operaciones (empíricas y racionales) por las cuales es verificable (confirmable o no confirmable) de una manera objetiva al

menos en principio” (p, 38). De esta forma el método no solo pasa a ser la forma en la que se construye el conocimiento, sino el medio a través del cual se verifica.

Por así decirlo, lo que se ha ganado establecer a lo largo de los años no es un “qué hacer” sino “como hacerlo”. La idea generalizada del método científico no tiene tanto que ver con cuales son las cosas que se deben llevar a cabo al realizar el viaje de la investigación y el descubrimiento, sino en cómo se recorre el camino (Gortari, 1983).

Al hablar de un método en la ciencia, no se quiere decir que haya una única forma de configurar la investigación, un único método comprobado como eficaz e inamovible. En cambio, hablar de un método en la ciencia se hace con la intención de hacer mención a una constante metódica que se ve en todo proceso de investigación. Siendo así, no es válido hablar sobre un solo método sino una multitud de ellos (Bunge, 1996) y no métodos estáticos sino en constante transformación. Cada investigación adecua un método a llevarse a cabo. Aun así es posible identificar generalidades que son comunes en cada método (Gortari, 1983; Gutiérrez, 2006). Estas generalidades constituyen se pueden interpretar como una estructura no estrictamente delimitada pero que sigue un proceso lógico.

1.6.2 La articulación del método

Como se hace mención, no hay un camino único para llegar a la generación de conocimiento. Pero, en la búsqueda de obtener mayores grados de precisión, objetividad y verificación, dentro de la cultura científica se ha optado por llevar a cabo ciertas pautas metódicas el momento de realizar investigaciones. Esto ha llevado a la constitución de un conocimiento compartido identificado como *método* (Gortari, 1983). Este presenta cierta estructura que puede ser identificable y ha sido abstraída por algunos investigadores (Bunge, 1996; Gortari, 1983; Gutiérrez, 2006; Russell, 1982).

Por ejemplo, José Cegarra (2004) propone la siguiente articulación compuesta de seis fases:

1. Planteamiento del objetivo
2. Reunión de los datos conocidos
3. Organización de los datos
4. Propuesta de una posible solución
5. Prueba de solución
6. Presentación de resultados

En su caso Bunge propone una interpretación de la pauta general del método científico más específica en la cual se integran los siguientes puntos:

1. Planteo del problema
 - a. Reconocimiento de los hechos
 - b. Descubrimiento del problema
 - c. Formulación del problema
2. Construcción de un modelo teórico
 - a. Selección de los factores pertinentes
 - b. Invención de las hipótesis centrales y de las suposiciones auxiliares
 - c. Traducción matemática (cuando sea posible)
3. Deducción de consecuencias particulares
 - a. Búsqueda de soportes racionales
 - b. Búsqueda de soportes empíricos
4. Prueba de hipótesis
 - a. Diseño de la prueba
 - b. Ejecución de la prueba
 - c. Elaboración de los datos
 - d. Inferencia de la conclusión
5. Introducción de las conclusiones en la teoría
 - a. Comparación de las conclusiones con las predicciones
 - b. Reajuste del modelo
 - c. Sugerencias acerca del trabajo ulterior

Por otro lado, Russell (1975) divide el proceso en 3 etapas. Una primera en donde se lleva a cabo la observación e identificación de hechos relevantes. En segundo

lugar, se establecen hipótesis cuya verdad correspondería a la explicación de aquellos hechos observados. Y una tercera etapa donde se toman algunas consecuencias que podría deducirse de las hipótesis y son puestas a prueba por la observación.

De esta forma se puede deducir que el método presenta al menos una configuración en secuencia lógica que va desde la identificación de un problema, una interrogante, un hecho o un objetivo planteado a resolver, pasando al planteamiento de una posible solución la cual es puesta a prueba por la observación controlada.

Siendo así, el método de la ciencia tiene más que ver con la habilidad para identificar problemas o hechos y abstraerlos creando los llamados objetos científicos (Bunge, 1996) para observarlos y analizarlos sistemáticamente a partir de evidencia empírica.

En adelante pasaremos a conjuntar algunas de las nociones acerca de la estructura del método científico propuestas por diversos autores. Cabe mencionar que esta articulación puede variar en cuanto a diversas consideraciones.

a) Problematización y determinación del objeto de estudio

Como se mencionaba a partir de Bunge (1996) el método tiene que ver con las técnicas del “planteo de los problemas que las hipótesis intentan resolver, y de su comprobación (p. 46). El método científico se dirige a la resolución de algún problema identificado a partir de la observación. Partiendo del conocimiento previo acerca del tema y del posterior proceso de observación, se debe identificar una situación sin resolución. Esta puede estar guiada por la falta de entendimiento acerca de la causalidad de un suceso.

El problema de investigación suele plantearse como una interrogante a la cual se busca dar respuesta mediante una investigación. Para que una pregunta de investigación pueda ser determinada como científica, debe necesariamente existir una fuente de datos verificables a través de los cuales se pueda establecer una comprobación de lo planteado (Gutiérrez, 2006). De esta forma, el planteamiento

de un problema para la investigación científica se debe realizar en función a lo observado como sustancioso en evidencia.

El problema de la investigación debe ser formulado en términos de la situación que provocó la investigación (Cohen y Nagel, 1984). Una situación observada de acuerdo a un pensar científico, desemboca en diversas interrogantes que configuran una problemática. Al momento de implementar un método científico, el problema de investigación debe estar estrictamente bien definido, pues de acuerdo a este se dará sentido a la investigación.

b) Observación y recopilación sistemática de evidencia

Al momento de llevar a cabo una investigación el individuo no se puede quedar solo a nivel de generar razonamientos, debe haber un proceso de recopilación de información acerca del exterior por medio de los sentidos, a este proceso comúnmente se le conoce como observación.

En un primer momento se plantea a la observación como un proceso natural de identificación de constantes en la naturaleza a partir de los sentidos. Se identifica a la observación controlada como parte esencial de la conformación del método (Gortari, 1983; Gutiérrez, 2006; Russell, 1982). Este proceso recae en la percepción de eventualidades externas al individuo por medio de los sentidos.

Este proceso se da pues el observador encuentra la evidencia suficiente para enunciar alguna sucesión de rasgos identificados. Para que una proposición adquiera la cualidad de verificabilidad depende del estado de la evidencia (Cohen y Nagel, 1984). Por tanto, para que una observación sea trascrita en un supuesto verificable se debe presentar un proceso de recolección de evidencia a través de los sentidos, tras un proceso de interpretación reflexiva de los sucesos observados. La observación presente en el método científico no es una acción realizada en carencia de conocimientos previos (Russell, 1975). Para lograr identificar hechos y evidencia empírica relevante es requisito contar con un bagaje de información acerca de lo observado. Al mismo tiempo, el proceso de observación se caracteriza por permitir la generación de conocimiento intuitivo a través de la interpretación de lo

apreciado mediante los sentidos. De tal forma que la observación es un proceso en donde lo conocido y lo presenciado de la realidad entra en interacción, desembocando en la identificación de eventualidades que despiertan el interés por la indagación profunda.

Quienes diseñan una investigación, lo hacen en función a supuestos teóricos y métodos establecidos convencionalmente entre las comunidades científicas. Esto quiere decir, la observación en la investigación es una observación en cierta medida guiada por instrumentos desarrollados con anterioridad. Los instrumentos de observación se ajustan a las teorías científicas. Dentro de estas teorías se incluye conocimiento previo, así como técnicas e instrumentos de observación que han sido verificados con anterioridad. Así mismo, los procesos de observación en la investigación científica toman como referencia datos recolectados en trabajos anteriores.

En el método científico los procesos de observación van acompañados de procesos de recopilación de información. Al observar, el investigador adquiere la información necesaria para identificar ciertas evidencias, al hacer registro de estas está generando datos los cuales puede consultar posteriormente para someterlos a un análisis. Este proceso de generación de datos resulta ser sistemático y controlado (Bunge, 1996), esto quiere decir que se lleva a cabo a través de observaciones controladas bajo condiciones conocidas que permitan llevar a cabo “procedimientos empíricos, tales como el recuento o la medición “ (p. 39).

c) El planteamiento de soluciones verificables (hipótesis):

Al momento de observar, el investigador se percató de eventualidades de las cuales puede inferir proposiciones con cierto grado de veracidad. Al problema o a la interrogante propuesta se le da una respuesta tentativa planteada en forma de proposición -o grupos de proposiciones- la cual es susceptible de ser sometida a verificación a través de la experiencia, a este enunciado o grupo de enunciados se les denomina comúnmente hipótesis (Bunge, 1996). La hipótesis es una afirmación provisional constituida a partir de suposiciones que carecen de certeza (Gutiérrez,

2006). De nuevo entra en consideración el conocimiento previo acerca de la cuestión, pues, para plantear una solución tentativa al problema identificado, es necesario contar con conocimientos que permitan idear una hipótesis en posibilidades de ser comprobada. Toda generación de información está cargada de teoría y de conocimiento previo (Bunge, 1996).

La relevancia del planteamiento de una hipótesis científica recae en que con relación a esta se decide el rumbo de la investigación. La hipótesis permite identificar y seleccionar aquellos hechos relevantes para la investigación y discriminar algunos otros que podrían no arrojar información pertinente (Cohen y Nagel, 1984). Posterior a su formulación viene la búsqueda de una comprobación a partir de diferentes medios. Así, la hipótesis funge como una especie de guía para el investigador pues determina la suposición que se pretende rechazar, comprobar o explicar.

d) Comprobación de la solución/hipótesis:

Para fundamentar una comprobación a la hipótesis planteada se llevan a cabo esfuerzos racionales y empíricos (Bunge, 1996). La comprobación de una hipótesis tiene a la observación como un primer referente empírico (Gutiérrez, 2006). En la comprobación tienen lugar procesos rigurosos para el tratamiento de los datos. En torno a cada disciplina científica se han estandarizado diversas formas de poner a prueba la hipótesis mediante diversos medios como la experimentación controlada y la observación sistematizada.

El experimento es un rasgo característico de la ciencia moderna. Este consiste en someter a prueba algún objeto mediante condiciones controladas. La experimentación se distingue por mantener una sistematización y un orden de los procedimientos. Adquieren suma relevancia el control riguroso del registro de toda información pertinente. Este control de los datos permite el desarrollo de análisis posteriores.

e) Exposición de los resultados

Los resultados de poner a prueba cierta proposición o grupo de proposiciones deben ser publicados en medios donde puedan ser leídos y consultado por alguien más, ya sea que estos afirmen, refuten o expliquen lo enunciado. El medio más común en la ciencia moderna para formalizar los resultados de las investigaciones es mediante la publicación de artículos en revistas indexadas. La exposición de los resultados se hace con la intención de poner en evidencia los datos y las conclusiones obtenidas, acompañas con el método en que se llevaron a cabo. Esto último con la finalidad de convertir a la información en verificable y por lo tanto refutable o validable. Del tal forma que la exposición de los resultados complementada por el método implementado se vuelven factores determinantes en la construcción de conocimiento científico.

Aquí se identifica entonces la noción del método en la ciencia y la formación de una estructural general, propuesta aquí a partir de un análisis a partir de lo retomado en otros trabajos. Para el apartado siguiente, se hace mención en como diversos modelos de investigación diseñados bajo el enfoque de CC se presentan como una alternativa para establecer una relación entre expertos en ciencia y no expertos, y esta alternativa surge diseñando métodos cuyas tareas que lo complementan sin divididas entre estos dos grupos de personajes.

1.7 La relación entre el experto y el no experto en ciencia, una relación expresada a nivel metodológico

Para mediados del siglo XX hacer ciencia ya era una profesión. Esta estaba sustentada tanto por fondos públicos como por fondos privados (Echeverría, 2003a)

Para finales de siglo, Michel Callon (1999) distinguía que la relación entre expertos en ciencia y legos (no expertos) era una relación que se encontraba en crisis. Esta relación heredaba las secuelas de una evolución significativa en el ámbito científico y tecnológico desarrollada en años posteriores a la segunda guerra mundial y principalmente en Estados Unidos. Este desarrollo trajo consigo la manifestación de ciertas consecuencias graves en el deterioro de la humanidad y del medio

ambiente, situaciones catastróficas ocasionadas por el avance de la ciencia y la tecnología (Cutcliffe, 2003). Esta situación provocó la desconfianza hacia los expertos (Callon, 1999). Un estado de escepticismo provocado por la incapacidad de los expertos por lidiar con problemas complejos desatados por el avance científico y tecnológico.

Así mismo, algunos investigadores comenzaron a preocuparse por la incapacidad de parte de los inexpertos por entender asuntos relacionados a temas científicos y tecnológicos, y por tanto su incapacidad por involucrarse en planificación y aplicación. En épocas similares -segunda mitad del siglo XX- se dio el surgimiento de la noción de Alfabetización Científica (AC) y Entendimiento Público de la Ciencia (EPC). Este se da bajo la influencia de un movimiento de alfabetización de las masas el cual fungió como antesala a una alfabetización, en este caso, en el ámbito científico (Fourez, 2005; Antonio, Díaz, Vázquez, y Antonia, 2003; Ursua, 2001). La alfabetización de las masas pretendía difundir un nivel mínimo de educación a la mayor cantidad de individuos posibles. De esta forma, la alfabetización tenía por objetivo iniciar a una población desatendida en el mundo de las letras. Asimismo la AC surge con el propósito de iniciar al público en el entendimiento de la ciencia y la tecnología.

Gerard Fourez (2005) nos plantea lo que él considera es el objeto de la AC, y argumenta que es el siguiente:

Divulgar bastantes conocimientos en la población para que las decisiones de los técnicos puedan ser suficientemente comprendidas y también controladas democráticamente. Se trata de otorgar responsabilidades a la sociedad [...] en todo caso de llegar a una situación en la cual los ciudadanos no experimenten un sentimiento de impotencia tan grande frente a las ciencias y a las tecnologías, y a todo lo vinculado con ellas. (pp.23-24)

Para el año 1993 la Asociación Estadounidense para el Avance de la Ciencia. (AEAC) estableció que la AC:

Requiere entendimientos y hábitos mentales que permitan al ciudadano comenzar a captar lo que esas empresas [la ciencia, la matemática y la tecnología] están haciendo, tomar conciencia en cómo el mundo natural y el mundo diseñado funcionan, pensar crítica e independientemente, reconocer y comparar explicaciones alternativas de eventos y diseñar soluciones, y enfrentarse con sensibilidad a problemas que involucren evidencia, números, patrones, argumentos lógicos e incertidumbre. (p.XI)

En este contexto ha emergido la CC, donde se configura una forma de asociación entre expertos y aficionados a la ciencia expresada en la configuración de investigaciones concretas fundamentadas en la colaboración. Algunos expertos en CC determinan que dentro de los principales objetivos de los proyectos fundamentados bajo este enfoque debe estar la educación científica del voluntario participante (Bonney et al., 2016). Será necesario analizar hasta qué punto la CC contribuye al acercamiento del aficionado a la ciencia y su hacer. Será pertinente destacar como a partir de proyectos fundamentados bajo el enfoque de la CC se presenta una alternativa para el acercamiento del aficionado a la ciencia a través de la acción, la cual está determinada en función al método.

A esta situación se suma el desarrollo tecnológico en el área de la informática y el surgimiento de sistemas de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) (Echeverría, 2003b). Este sistema “(...) abre la posibilidad de actuar a distancia y en red, así como de recibir a distancia los resultados y efectos de las acciones que otros realizan” (Echeverría, 2003b, p. 76). El surgimiento y desarrollo de estas tecnologías han permitido generar nuevos espacios de participación en donde se logran rebasar las cantidades de involucrados y los niveles de capacidad de generación de información.

El sistema conformado por las TIC, como celulares, tablets, laptops, relojes, pulseras, cámaras fotográficas, las redes informáticas como el internet, constituyen un posibilitador de la interconectividad de las masas, abriendo las puertas a la interacción social y al intercambio de información en línea, representado así un

recurso importante para la transferencia de datos. Es en este contexto globalizado, caracterizado en parte por el surgimiento y desarrollo de las TIC, en donde este tipo de proyectos encuentran ese componente que los establece como masivos, a partir del cual pueden compararse y superar otros modos más tradicionales de procesamiento de datos (Watson & Floridi, 2018). Los proyectos de CC se valen de estas tecnologías para establecer su éxito y consolidación. A partir de estas se abre la posibilidad de desarrollar una colaboración entre expertos y una cantidad masiva de voluntarios.

Bajo este contexto es que se configuran proyectos de CC en línea. La forma en la se genera información mediante estos proyectos se ha vuelto común para cumplir múltiples objetivos de investigación. En el próximo capítulo tomaremos por caso un proyecto representativo de CC en línea: *eBird*, esto con la finalidad de recolectar evidencia sobre el método de investigación configurado en torno a este proyecto y en función a eso y a lo mencionado en este capítulo poder identificar a qué tipo de proyecto corresponde y que implicaciones trae esto.

CAPÍTULO 2:

El caso del proyecto *eBird*; el desarrollo de un proyecto de investigación diseñado a partir de la colaboración entre expertos y ciudadanos mediada por las TIC

El capítulo anterior abordó el enfoque de Ciencia Ciudadana (CC), así como sus formas de establecer productos de investigación básicamente en aquellos donde la relación de colaboración, tanto de científicos acreditados como de legos (no expertos) se manifiesta en la virtualidad y mediada por las tecnologías de la información. Aunado a ello, se hizo referencia, además, a la existencia de diferentes proyectos configurados con un enfoque en CC dispuestos mediante medios informáticos basados en tecnologías concretas.

En este capítulo se presenta un modelo desde la CC en Línea, tomando por caso el proyecto *eBird*, desarrollado por el Laboratorio de Ornitología de Cornell y la Sociedad Nacional de Audubon, en Nueva York, Estados Unidos. Se seleccionó el proyecto *eBird* por su riqueza en términos metodológicos y en la generación de productos de carácter científico.

Por esta razón es necesario realizar un abordaje profundo del proyecto que nos permita vislumbrar en su totalidad los elementos que lo integran y el método a partir del cual se generan los resultados de estas investigaciones. Es decir, se pretende identificar aquellas pautas que permitan configurar un método de investigación interactiva en línea para este proyecto.

2.1 Guía metodológica para el análisis de caso del proyecto *eBird*

Se llevó a cabo una investigación documental para recopilar información sobre la conformación del proyecto, sus características y su método. Para esto se tomó como referencia aquellos trabajos en donde se hace explícito el haber usado datos obtenidos de *eBird*. Estos trabajos fueron extraídos de la lista de publicaciones relacionadas con el proyecto identificadas por los mismos administradores de *eBird*, expuestas en el sitio web (<https://ebird.org/science/publications>). Se tomaron trabajos de un periodo del año 2002 al año 2018, pues es el tiempo que ha estado en funcionamiento el proyecto. De esta lista se tomaron solo aquellas publicaciones en las cuales se expresa textualmente haber hecho uso de información proveniente de fuentes suministradas por *eBird*. Con estos textos (n=105) se hizo un compilado de fichas bibliográficas el cual se sometió a una revisión y análisis para identificar a los principales autores relacionados al proyecto y las principales publicaciones de revistas revisadas por pares. Conforme a esto se generó una lista de 29 trabajos de los cuales se extrajo la información principal acerca del proyecto. Asimismo se recopiló información de otras fuentes como el sitio web y la aplicación móvil del proyecto. Para esto se reprodujeron los procedimientos de generación de datos por parte de los voluntarios. Esto con la finalidad de identificar la pauta de la participación de los mismos. Finalmente se revisaron productos de datos ofertados en el sitio web. Para consultar información acerca de los cursos de inducción y entrenamiento se envió un correo al contacto del proyecto el cual fue respondido por Andrew Dreelin, asistente en *eBird*, quién proporcionó información al respecto.

2.2 Antecedentes y características del proyecto *eBird*

La Sociedad Nacional de Audubon (<https://www.audubon.org/es>) es una organización no gubernamental fundada en el año de 1905. Audubon⁵, Nueva York; se ha caracterizado por su interés en la recolección del conteo de aves. Desde los

⁵ De esta forma se hace referencia en la actualidad a esta organización, que en épocas recientes ha pasado a ser una de las organizaciones más importantes en el campo de ornitología y medio ambiente en Estados Unidos.

primeros años del Siglo XX, Audubon organiza eventos relacionados con el registro de observaciones de aves.

Desde esas épocas, anualmente se lleva a cabo el *Conteo Navideño de Aves*, un evento en donde se convoca a todo aquel que esté interesado en participar en el registro de aves observadas en zonas específicas de Nueva York en épocas navideñas. El evento en ocasiones se considera como el antecedente de lo que hoy en día se identifica bajo la noción de CC (Silvertown, 2009).

En 1915 se funda el Laboratorio de Ornitología de Cornell (<https://www.birds.cornell.edu/home/>) en Ithaca, Nueva York, cerca de las instalaciones centrales de la Sociedad Nacional de Audubon. El laboratorio cuenta con múltiples investigaciones relacionadas con el conteo de aves, donde científicos de la Universidad piden a legos contribuyan con observaciones llevadas a cabo de forma amateur como parte de proyectos con rigor científico.

Rick Bonney, quien propusiera el término de *Citizen Science* (capítulo 1), es colaborador destacado en este laboratorio, el cual se ha caracterizado por promover prácticas científicas en las que se permita a voluntarios generar información de valor, considera así pues la información generada es percibida como valiosa al ser evaluado así por el experto.

Una de las condiciones a considerar en el proyecto es la participación voluntaria apegada a un protocolo al momento de realizar la observación. Como se verá más adelante, la forma en que se realizan dichas observaciones se complejiza en virtud de los adelantos en la ciencia y la tecnología, con base en ello se adecuan dichos protocolos.

En 2002, representantes de Audubon y representantes del Laboratorio de Ornitología de Cornell dieron a conocer el proyecto *eBird*, una iniciativa presentada como un proyecto apoyado en el uso de bases de datos a escala industrial, configuradas mediante software programado en internet para recolectar, archivar y disseminar avistamientos de aves desde cualquier parte del mundo (Fitzpatrick et al., 2002).

El diseño de *eBird* se alinea en torno al funcionamiento de un método de generación de datos en el cual pueden participar cualquier cantidad de voluntarios, sin restricciones de cantidad o localidad. Actualmente en el proyecto participan más de 414 mil voluntarios ubicados alrededor de todo el mundo (Gilfedder et al., 2019).

De acuerdo con lo expuesto en el sitio web de la base de datos *Global Biodiversity Information Facility* (www.gbif.org) *eBird* es un proyecto colectivo diseñado en función a lo establecido bajo la noción de CC, propuesta unos años antes, donde se adoptan prácticas que permiten generar asociaciones de participación entre voluntarios, sin importar sus condiciones de formación académica, y entre expertos en diversas áreas, como: ecólogos de población, biólogos de la conservación, ecólogos cuantitativos, estadísticos, especialistas en Sistemas de Información Geográfica⁶ (SIG), técnicos informáticos, desarrolladores de aplicaciones para *Android* y *IOS*, expertos en la gestión de bases de datos, gestores, administradores, comunicadores, entre otros⁷ (Wiggins, Bonney, Lebuhn, Parrish, y Weltzin, 2018).

El funcionamiento de este proyecto encuentra su sustento económico a través de subvenciones, patrocinios y donativos abiertos al público. Los financiadores principales del proyecto son la *National Science Foundation*, la *Wolf Creek Charitable Foundation* y la *Leon Levy Foundation*. De igual forma, *eBird* se vale de la colaboración de una amplia cantidad de instituciones, dentro de las cuales podemos encontrar universidades, empresas, Organizaciones No Gubernamentales (ONG), laboratorios, organizaciones gubernamentales, entre otras.

El proyecto permite la generación de evidencia empírica sirviéndose de las observaciones registradas por voluntarios quienes se encuentran en posibilidades

⁶ El término de *Sistemas de Información Geográfica* se utiliza para hacer referencia al conjunto de componentes que permite el análisis de datos a partir de sus referencias espaciales. Los SIG (o GIS por sus siglas en inglés, *Geographic Information System*) permiten la facultad de tratar datos para hacer inferencias sobre aspectos territoriales. Este tipo de herramientas hacen uso de información geográfica y del registro de ubicaciones espaciales capturadas mediante dispositivos electrónicos conectados satelitalmente. La NASA es un ejemplo de generadores de SIG.

⁷ *eBird* actualmente cuenta con 20 empleados de tiempo completo y medio tiempo.

de participar. Las observaciones son mediadas por el sistema de Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC) (Echeverría, 2003b), es decir se cuenta con una infraestructura tecnológica conformada por un sitio web, diversos portales en internet y una aplicación móvil, a la cual se puede acceder desde diferentes dispositivos conectados a internet como computadoras, laptops, *tablets* y celulares.

La infraestructura tecnológica permite actualmente recopilar información de forma global y en tiempo real, abriendo la posibilidad al diseño de modelos visuales de tendencias migratorias y registros cuantitativos de abundancia por especie.

Gestionado en gran medida por el *Cornell Lab of Ornithology*, el objetivo de *eBird* es aumentar significativamente la oferta de datos disponibles para investigadores principalmente en las áreas de ornitología y ecología. Eso lo logra a través de la captación de multitudes de voluntarios ubicados en diferentes partes del mundo.

De esta forma, *eBird* no sólo se encarga de diseñar protocolos de observación fáciles y rápidos de llevar a cabo, sino que además realiza otras actividades como: el reclutamiento de participantes voluntarios, establecer procesos de capacitación de voluntarios; crear y mejorar estructuras técnicas que permitan la participación de grandes cantidades de voluntarios a distancias globales; acumular, estudiar, evaluar y mejorar la calidad de los datos recolectados; gestionar la producción y distribución de grandes cantidades de datos; construir herramientas técnicas para el tratamiento e interpretación de los datos; generar vínculos estratégicos con organizaciones que difundan y promuevan la participación voluntaria en *eBird*; administrar y gestionar recursos humanos y financieros (<https://ebird.org/about/staff>).

De tal suerte, *eBird* se ha convertido en una fuente permanente de datos de sobre la biodiversidad, incrementando la información con relación a las dinámicas de distribución de especies y teniendo un impacto, al menos indirecto, en la conservación de las aves y sus hábitats (<https://ebird.org>).

Los datos generados en *eBird* están disponibles abiertamente y son utilizados por un amplio espectro de estudiantes, maestros, científicos, ONG, agencias gubernamentales, administradores de tierras y responsables políticos

(<https://ebird.org>). El proyecto comparte las bases de datos generadas con las observaciones de los voluntarios. Estas son difundidas por internet en acceso libre para su consulta y uso.

2.3 Perfiles de los participantes

El núcleo del proyecto lo constituyen un grupo de expertos en diversas áreas con una formación académica acreditada y una trayectoria en la investigación científica, conformando un grupo multidisciplinario al servicio de objetivos concretos en la generación y sistematización de datos. Estos expertos en sus áreas tienen la cualidad de converger en una variedad de conocimientos, tanto científicos como técnicos.

Las tareas desempeñadas por ellos permiten la obtención de datos empíricos, la verificación de la calidad de los datos, el diseño de modelos para interpretar la información recabada. Esto con la finalidad de configurar un insumo en el proceso de generación y sistematización de datos y así generar productos científicos derivados de estas observaciones por parte de la comunidad científica experta en la materia. Además, realizan investigaciones formalizadas en diversos artículos en revistas indexadas y en proyectos concretos.

El proyecto *eBird* lleva a cabo tareas relacionadas con la gestión de recursos financieros; la difusión y publicidad del proyecto; la creación de vínculos estratégicos con diversas instituciones (<https://ebird.org/about/staff>).

Por otro lado, en el proyecto colaboran dos tipos de voluntarios, en su mayoría legos (no expertos) en ciencia, los cuales pueden o no contar con una formación científica. Entre los legos están aquellas personas que voluntariamente envían al proyecto sus registros de observaciones de aves, esto con las especificaciones requeridas. Este grupo de voluntarios ha crecido considerablemente con el paso de los años. Actualmente se tienen registros de aves enviados desde los cinco continentes (Horns, Adler, & Şekercioğlu, 2018).

Por otro lado, se encuentran los voluntarios que fungen como editores regionales quienes se encuentran dispersos en diferentes zonas del mundo, principalmente en Centro y Norte América. Los editores regionales se encargan de verificar los registros enviados al proyecto identificados como inusuales por filtros automáticos. Los filtros marcan las observaciones que no cumplen con los parámetros de observación, establecidas previamente por los diseñadores del proyecto tomando como referencia información demográfica (Fitzpatrick et al., 2002; Sullivan et al., 2014).

Las observaciones marcadas son enviadas al editor regional que corresponde, de acuerdo con la ubicación del registro enviado. Los voluntarios editores tienen conocimiento en el área de la ornitología. Su función es revisar los registros marcados como inusuales por los filtros automáticos y solicitar datos confirmatorios a los voluntarios quienes los hayan enviado. Puede ser que la observación se confirme con una fotografía o un audio o con registros similares hechos por otros voluntarios. Esta situación conlleva implicaciones con respecto a sesgos en la información, tema que se retomara más adelante.

2.4 Instituciones involucradas

En un inicio, el proyecto comenzó con la alianza de dos instituciones, la *National Society of Audubon* y el *Correll Lab of Ornithology*. Posteriormente, al sustento económico del proyecto se sumaron la *National Science Foundation* y la *Leon Levy Foundation*. Estas fueron las primeras instituciones involucradas en la puesta en acción del proyecto. A la fecha se han sumado a estas una cantidad considerable de instituciones diversas.

En el sitio se mencionan al menos 70 instituciones que han colaborado o colaboran con el proyecto. Algunas de las forma de colaborar pueden ser mediante donativas o destinando recursos financieros para los fines del proyecto. Otra forma en la que las instituciones pueden es en la administración y difusión de portales regionales de

eBird. También se integran instituciones dedicadas al desarrollo de software y estas aportan con diferentes herramientas técnicas útiles para el proyecto.

El proyecto *eBird* mantiene lazos de colaboración con organizaciones gubernamentales, Organizaciones No Gubernamentales (ONG), empresas, grupos de investigación privados y organizaciones que desarrollan software.

2.5 Infraestructura tecnológica que soporta el proyecto *eBird*

Los registros de observaciones voluntarias son enviados a expertos a través de internet. El internet ha permitido al proyecto crear interconexiones entre individuos quienes se coordinan en la realización de diferentes tareas orientadas a un mismo objetivo. Esta red global permite actualmente generar información sustanciosa partiendo de la colaboración de individuos distribuidos por todo el mundo.

Como efecto del uso de TIC el proyecto tiene la capacidad de recaudar información distribuida de forma global. Los voluntarios ubicados en distintas zonas del mundo permiten analizar información sobre tendencias globales acerca de aves, como movimientos migratorios y distribución espacial.

En un inicio los registros de avistamientos eran suministrados al proyecto mediante el uso de un software que cada usuario instalaba en su equipo de cómputo. Dicho Software permitía al usuario registrar la información siguiendo como pauta el protocolo establecido, posteriormente el usuario debía dirigirse al sitio web del proyecto para registrar sus avistamientos y así alimentar la base de datos. Esta técnica sigue siendo una opción de envío de registro en la versión actualizada del sitio, sumado otras opciones a partir de la inserción de nuevos componentes tecnológicos.

A partir del año 2009 se añadió la alternativa de enviar información al proyecto haciendo uso de una aplicación, la cual está disponible para instalar en dispositivos móviles como celulares inteligentes (Sullivan et al., 2009). Esta aplicación esta comunicada con los servidores de *eBird* alimentando su base de datos.

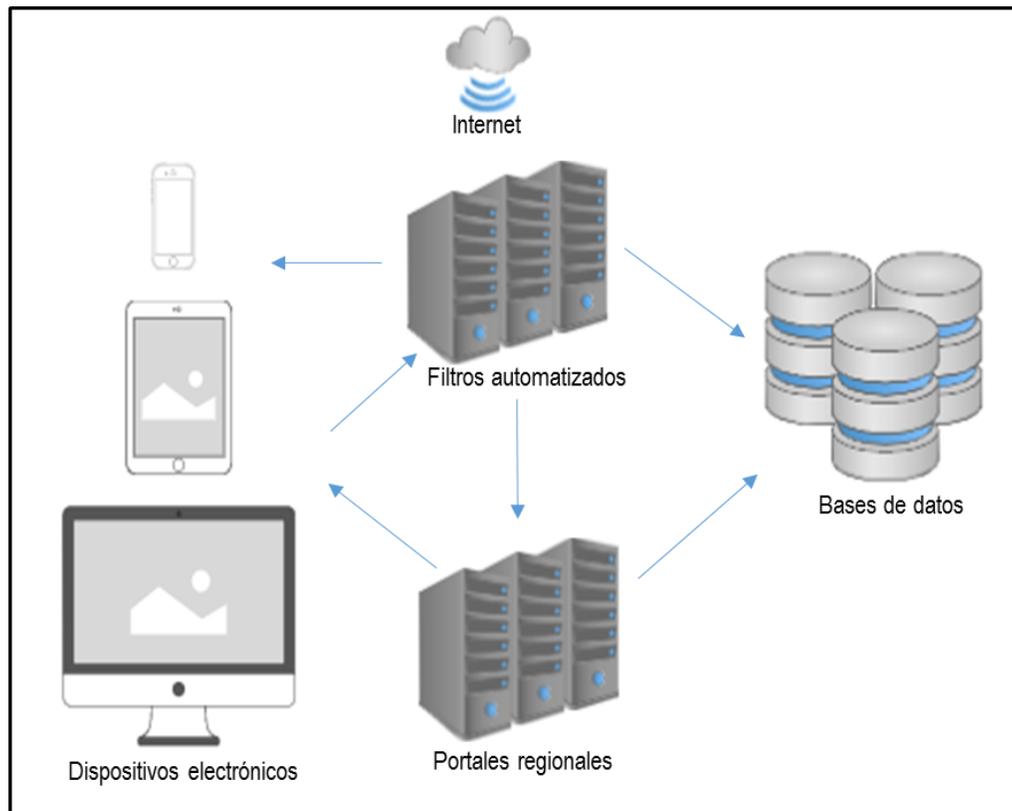
Los dispositivos electrónicos por medio de los cuales se envía la información, forman parte de la infraestructura tecnológica para dar pauta metódica al proyecto. Los dispositivos pueden ser computadoras de escritorio, laptops, *smartphones* o tabletas. La cualidad imperante de la infraestructura es su comunicación mediante internet.

Durante el proceso de verificación de información interviene la ejecución de diversos filtros configurados para discriminar los avistamientos registrados, conforme a ciertas especificaciones previas establecidas por los administradores del proyecto, de esta forma, los filtros permiten identificar observaciones inusuales.

Además, el proyecto cuenta con portales regionales. Los portales son extensiones que están conectadas con la base de datos principal de *eBird*, son manipulados por expertos en Ornitología, miembros de organizaciones colaboradoras del proyecto. En estos se maneja información acerca de las aves relacionadas territorialmente por el profesional encargado de administrar el portal, por ejemplo, para el caso de México se configuró un portal donde se identifica al proyecto por el seudónimo “aVerAves” (<https://ebird.org/averaves/home>). El portal está administrado en colaboración con la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y la *North American Bird Conservation Initiative* (NABCI) ubicada en Canadá.

Los portales tienen su propia base de datos y además comparten información con la base de datos principal del proyecto. Estas bases de datos forman parte determinante de la infraestructura tecnológica de *eBird* (Ver Figura 1), permitiendo llevar a cabo las tareas metódicas relacionadas con la recopilación, sistematización y administración de datos.

Figura 1 Infraestructura tecnológica a través de la cual se configura el proyecto eBird



Nota: Las flechas azules simbolizan la transmisión de información a través de conexiones vía internet. Elaboración propia con base en “Introducing eBird : The Union of Passion and Purpose” por Fitzpatrick, J., Gill, F., Powers, M., Wells, J., & Rosenberg, K. (2002).. *North American Birds*, 56(1), 11–12. Y de “The eBird enterprise: An integrated approach to development and application of citizen science” por Sullivan, B., Aycrigg, J., Barry, J., Bonney, R., Bruns, N., Cooper, C., ... Kelling, S. (2014).. *Biological Conservation*, 169, 31–40

La infraestructura resulta ser un soporte para el proyecto en el intercambio de información. El diseño y administración de estos componentes electrónicos recae en expertos en tecnologías de la información miembros del equipo que integra el núcleo del proyecto, la infraestructura ha adquirido mejoras tecnológicas con el pasar de los años, por ejemplo, en un principio el proyecto no contaba con una aplicación móvil, ni con la opción para recopilar imágenes y símbolos, pues solo se permitía el envío de registro de avistamientos (Fitzpatrick et al., 2002).

2.6 Pautas que configuran los fundamentos del método de investigación para el proyecto *eBird*

Como se ha mencionado, el proyecto *eBird* se fundamenta en los principios de CC a partir de la cual se pretende realizar asociaciones entre expertos y legos, las cuales se dan a nivel metódico, al mismo tiempo, están mediadas por una infraestructura tecnológica, de esta forma se concibe un método donde se integran funciones de individuos con calidades y conocimientos distintos, A continuación se identifican desde el proyecto *eBird* aquellos elementos que configuran el método a fin de generando una visión de la ruta en la que se plantean objetivos con pretensiones de generar conocimiento dentro del enfoque de la CC, siendo este un caso de los más representativos.

2.6.1 El proceso de Observación y los protocolos que lo estructuran

Como se dijo en el Capítulo 1, la observación en la investigación está cargada de teoría, y de igual forma los instrumentos de observación se ajustan a las teorías científicas. Los instrumentos y procedimientos de observación se determinan tomando como base instrumentos y procedimientos seguidos anteriormente por otros investigadores. De esta forma, si un experto en ornitología pretende observar la abundancia de las especies de aves en una zona específica, para el momento en que realice esa observación, anteriormente habrá considerado la zona específica en donde realizara la observación, el tiempo que destinara a esta tarea, las especies que probablemente podría encontrar en esa zona (de acuerdo a lo encontrado por otros investigadores), el protocolo de observación que llevara a cabo. Esto implica que la observación este cargada de teoría.

Para el caso de *eBird*, es necesario que el voluntario conozca los protocolos y los criterios de observación diseñados para el proyecto. En este sentido, la observación resulta ser guiada. De igual forma, el voluntario debe conocer el funcionamiento de los instrumentos de recopilación de información configurados en las TIC. Un *smarth phone* podría considerarse como un instrumento de observación en el momento en

que permite registrar información y generar datos sobre lo observado como fotografías, sonidos y videos (Paulos, Honicky, y Hooker, 2009).

Con relación a los conocimientos y habilidades que guían al voluntario al realizar la observación, se debe afrontar que para que el voluntarios pueda llevarlo a cabo, debe contar con algunos conocimientos previos, relativamente generales, que lo capacita en el reconocimiento de diferente especies de aves. Esto querría decir que es capaz de reconocer una cantidad considerables de aves y es capaz de nombrarlas con su denominador científico, además de reconocer sus cantos y algunos rasgos de su comportamiento. De esta forma, se debe resaltar como los niveles de conocimiento teórico de los voluntarios pueden alterar los resultados de la observación.

Como primer requisito dentro del proceso, el voluntario debe saber cómo llevar a cabo las observaciones. Para esto se puede acceder al apartado de ayuda (<https://help.ebird.org/>) y consultar guías y artículos para aprender a usar realizar observaciones y subadministrarlas al sitio web o a la aplicación móvil. Además, el Laboratorio de Cornell ofrece un curso en línea de inducción y entrenamiento para principiantes de eBird, esto a través de la *Bird Academy* (<https://academy.allaboutbirds.org/product/ebird-essentials/>). Sin embargo, no existe liga para encontrar el curso de forma sencilla. No corresponde como parte del proceso obligatorio en la generación de datos pasar por un entrenamiento previo a llevar a cabo esta tarea.

En efecto, la observación, como paso inicial en la generación de los datos, es llevada a cabo en su totalidad por los voluntarios. Éstos son quienes entran en contacto directo con el objeto de estudio –en este caso las aves- . Para esto, los diseñadores del proyecto diseñaron protocolos de observación a partir de los cuales se permite el registro de avistamiento de aves.

Al solicitar a los voluntarios el apego a los lineamientos de los protocolos se genera la posibilidad de sistematizar la información. Esta situación viabiliza su posterior análisis tomando como referencia ciertas variables específicas.

De acuerdo con los diseñadores del proyecto (Fitzpatrick et al., 2002) los protocolos se conformaron en función a seis campos base:

- a) Quién hizo la observación
- b) Dónde
- c) cuándo
- d) qué especies observó
- e) cuántos individuos de cada especie
- f) y qué esfuerzo (protocolo) se llevó a cabo

Estos campos se determinaron tomando como referencia los protocolos de observación estandarizados para el área de la ornitología (Fitzpatrick et al., 2002). La sistematización de la información generada conlleva la posibilidad de tratar los datos a través de métodos cuantitativos y estadísticos, principalmente, configurados mediante un análisis de múltiples variables.

Existen dos medios a través de los cuales el voluntariado puede compartir información; uno es haciendo uso del sitio web, y otro es hacerlo mediante la aplicación móvil, convirtiéndose estos en instrumentos de recopilación de información. En los próximos apartados se describen los protocolos estandarizados para el proyecto.

2.6.1.1 Protocolos de observación diseñados para el registro a partir del sitio web

Dentro de los protocolos sugeridos para el registro de observaciones mediante el sitio web, se mencionan las siguientes:

Desplazamiento: observación llevada a cabo en un recorrido con una duración y una distancia definida. En este protocolo se debe indicar la hora de inicio específica, la duración de la observación y la distancia recorrida (sin importar si se tomó el mismo camino de regreso mientras se realizaban las observaciones) y el número de personas que participó en el registro.

Estacionarios: el protocolo refiere a la permanencia del observador en un sitio específico y fijo. Aquí se deben de registrar observaciones realizadas en un desplazamiento menor a los 30 metros, y se debe especificar la hora de inicio, duración y cantidad de personas que participaron en la observación.

Históricos: el protocolo considera aquellas observaciones llevadas a cabo con el objetivo específico de registrar aves, pero sin contar con una especificación del esfuerzo realizado. Para este protocolo no se solicita al voluntario aclarar los horarios específicos del momento en que realizó la observación puesto que en este protocolo se pueden incluir observaciones más cotidianas como el registro de la observación de aves durante toda una jornada. Es necesario indicar el área cubierta en la observación (acres o hectáreas)

Incidental: observaciones casuales en recorridos cotidianos donde no se tiene como objetivo la observación de aves. Se debe registrar la hora de inicio y número de personas que participó en la observación (www.ebird.org).

2.6.1.2 Protocolos de observación diseñados para la realización de registros mediante la aplicación móvil

Las cualidades de los dispositivos móviles, como los celulares inteligentes, dotan al observador con la capacidad de generar información de diferente índole acerca de un suceso. Haciendo uso de estos dispositivos es posible registrar la posición geográfica exacta en que se está llevando a cabo el registro, esto haciendo uso de tecnología GPS.

Además se archivan datos acerca del lugar y la duración del recorrido llevado a cabo al momento de realizar la observación. De tal forma que el uso de estas tecnologías resulta ser una ventaja al momento de generar y administrar evidencia. Para el registro de observaciones mediante la aplicación móvil se integran los siguientes protocolos:

- a) Estación de rodeo: programado para el avistamiento de aves y el reporte de aves capturadas durante la sesión de registro
- b) Aleatorio: El protocolo debe seleccionarse cuando se realizan observaciones en un área seleccionada al azar

- c) Conteo de vocalizaciones nocturnas en vuelo: las especificaciones para este protocolo de observación es que debe realizarse justo antes de anochecer y cada hora o menos a partir de entonces. El objetivo para este protocolo es el registro de las diferentes especies de aves, llevar un conteo de las veces en que se percibe el llamado de cada una de las especies registradas, si es el caso. El protocolo permite contabilizar las aves, no solo por las veces en que son visualizadas sino por las veces en que son escuchadas. La especificación para el voluntario es colocar el número de veces en las cuales logro percibir el llamado ubicándolo en el área de “comentarios” desde de las siglas NFC. Para las aves observadas que no se encuentran en vuelo nocturno la instrucción es colocar la palabra “local” en el área de comentarios.
- d) Protocolo para mar abierto: se especifica para la realización de observaciones en el mar a una distancia mínima de tres kilómetros de la costa más cercana. Para este protocolo es necesario registrar la distancia recorrida y tiempo de duración del recorrido, siendo el mínimo para este de una hora. Se recomienda colocar en el área de los comentarios datos acerca de la localidad marítima para llevar a realizar los registros como el nivel de las olas, la profundidad del agua y la temperatura (www.ebird.org).

En todo registro enviado a las bases de datos es necesario especificar cuál fue el protocolo que se llevó a cabo para realizar la observación. Los datos se sistematizan de acuerdo con las variables identificadas con cada protocolo.

2.6.2 Registro de observaciones

La información de la cual hace uso este proyecto es en su totalidad generada por voluntarios interesados en la observación de aves. Como se ha mencionado con anterioridad, la acción de realizar observaciones se basa en un modelo estandarizado, siendo ésta una parte esencial del método. Para el caso de *eBird*,

esta importante labor es realizada por los voluntarios. Esto quiere decir que quien está en contacto directo con el objeto de estudio, no es precisamente quien diseñó el proyecto y quien realizará el análisis de la información con fines investigativos.

Para permitir llevar a cabo la tarea de registrar y sistematizar las observaciones realizadas por los voluntarios, los diseñadores del proyecto han configurado tres diferentes procedimientos expuestos en los próximos apartados.

2.6.2.1 Registro de observaciones a través del sitio web www.ebird.org

La primera tarea desempeñada por el voluntario es la creación de un perfil de usuario registrando sus datos en el sitio web. El voluntario desbloquea entonces la opción de enviar datos al sitio web para su posterior almacenamiento y análisis, como se puede ver en la Figura 2.

Figura 2 Registro de información a través del sitio web de eBird

1 2 3 ¿Dónde observaste aves?

Acercarse a: Ingrese el nombre de un lugar, dirección o coordenadas

Haz clic en "+" sobre los marcadores para hacer un acercamiento a las localidades existentes. Elige marcadores individuales para introducir datos. Para localidades nuevas, acércate lo más posible y haz un clic en el mapa para ubicar tu localidad — deberá aparecer un nuevo marcador verde.

Localidad seleccionada:
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán

Continuar

Clave
MÚLTIPLE SENCILLO

Activar Windows

1 2 3 Fecha y esfuerzo Villa Alpina, México, MX Cambiar

* FECHA DE OBSERVACION: may 2018

* TIPO DE OBSERVACION:

- Con Desplazamiento Recorriste una distancia definida — caminando por un sendero, o siguiendo las rutas de un parque o reserva. Más información...
- Estacionario Permaneciste en una localidad fija — observando desde una ventana, observando rapaces en migración o aves marinas. Más información...
- Histórico La observación de aves fue tu propósito principal, pero no tienes registros de la hora de inicio, duración ni de la distancia, utiliza los protocolos Con desplazamiento o Estacionario si puedes proporcionar estos. Más información...
- Incidental Avistamientos casuales cuando la observación de aves no era tu propósito principal o cuando falta la información requerida del evento — avistaste un ave mientras conducías o jardineabas, registros históricos sobre los que no tienes información detallada. Más información...
- Otro Elige...

Continuar

Nota: la parte superior de la imagen muestra el software de mapa integrado para marcar el sitio donde se realizaron las observaciones, la parte de abajo muestra las opciones para escoger el protocolo llevado a cabo. Adaptado de <https://ebird.org/home>

Para el envío de la información el voluntario debe seguir el procedimiento descrito a continuación:

- Se debe primero registrar la localidad en donde realizaron las observaciones. Esto lo puede hacer ingresando el nombre de una localidad específica o a través de un software de mapa asistido integrado al sitio web.
- Una vez identificada la zona específica de registro se debe pasar a la especificación del protocolo de observación que se llevó a cabo, y para esto

el sitio web ofrece cuatro protocolos estandarizado por los diseñadores del proyecto.

- c) Posterior a la elección del protocolo, el sitio web despliega una página con una amplia lista de aves que probablemente podrían localizarse en la ubicación registrada para las observaciones, la lista está predeterminada y es configurada mediante un algoritmo diseñado por expertos con información acerca de la demografía de aves. A través de este algoritmo el sitio web proporciona al voluntario una lista desplegable de las aves que con mayor probabilidad pudo haber observado en la localidad registrada con anterioridad. La lista de verificación de aves debe ser llenada por el voluntario de acuerdo con las especies observadas y al número de aves por especie observadas.
- d) Una vez realizado el llenado de la lista de verificación de aves, el sitio web desbloquea la oportunidad para ingresar datos de diferente índole para complementar la información proporcionada. El voluntario puede subir fotografías, videos o sonidos, registrados al momento de llevar a cabo el protocolo de observación, especificando la especie en cada registro.

El sitio web de forma automática envía los formatos para el registro de información. La información que el voluntario proporciona se determina en función a la observación realizada. Lo que hace el voluntario en última instancia, es llevar a cabo una tarea identificada dentro del proceso metódico del proyecto, la generación de datos a través de la observación sistematizada.

2.6.2.2 Registro de observaciones mediante hojas de cálculo

Esta modalidad de registro presenta el suministro de información al proyecto mediante la importación de datos al sitio web haciendo uso de hojas de cálculo (Excel). Este suministro debe seguir un formato establecido. Para llevar a cabo este tipo de registro de información se debe descargar la hoja de cálculo preestablecida del sitio web www.ebird.org. En la Tabla 4 se muestran las variables que se solicitan en la hoja de cálculo con las especificaciones de entrada para cada variable.

Tabla 5 Registro de información mediante hojas de cálculo para el proyecto eBird

Nombre de la variable	Observaciones
Nombre del lugar	Lugar donde se lleva a cabo la observación (localidad, calle, avenida, parque)
Latitud	Registro en decimales
Longitud	Registro en decimales
Fecha	La fecha debe registrarse solo con números
Hora de inicio	Registro en minutos
Estado	Solo dos letras código asignadas para cada estado y disponibles en el sitio web del proyecto
País	Solo dos letras código asignadas para cada país y disponibles en el sitio web del proyecto
Protocolo de observación	Incidental, histórico, estacionario o con desplazamiento
Numerosos observadores	Cantidad de personas quienes realizar el protocolo de observación
Duración	Tiempo completo en minutos
Todas las observaciones informadas (S / N)	Solo S para sí y solo N para no si es que se está reportando a todas las especies que se observaron, esto debido a que algunas pueden ser no identificadas
Distancia recorrida	Debe ser registrada en millas
Área cubierta	Debe ser registrada en acres
Notas	Registro de datos como el clima, la temperatura u otros rasgos observables
Nombre común de la especie o nombre científico, no ambos	Conteo del número de aves por especie

Nota. La lista conformada en la hoja de cálculo se debe extender hasta que se tenga registro de todas las especies de aves observadas. Elaboración propia con información obtenida de www.ebird.org.

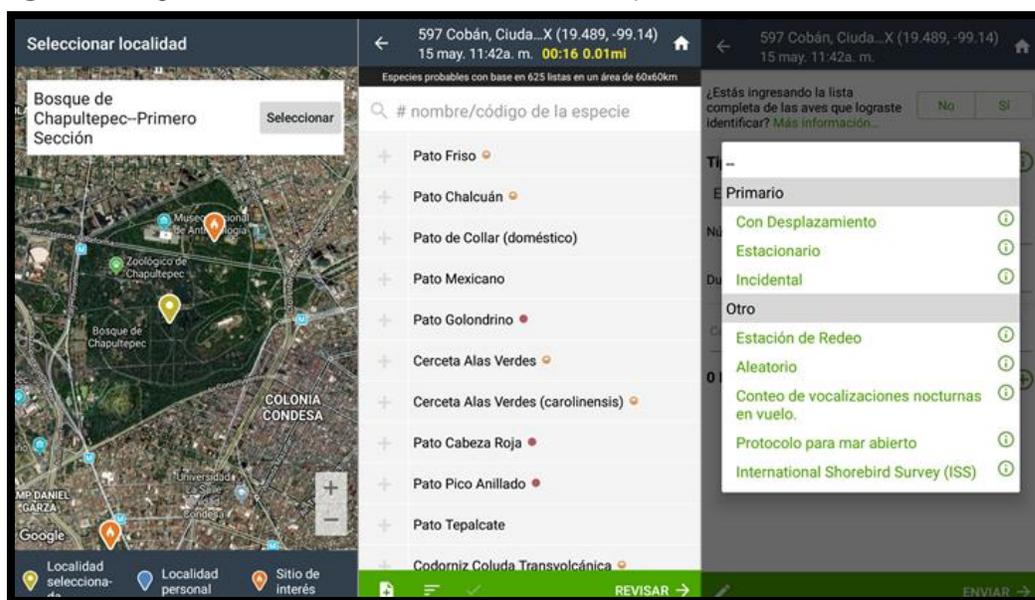
Al observar las especificaciones solicitadas para esta modalidad de registro se puede notar la necesidad por parte del voluntario de contar con cierto conocimiento en el área de la ornitología, pues se solicitan nombres de las especies observadas sin ningún apoyo de la lista de verificación. Entonces, para llevar a cabo un registro bajo esta modalidad es necesario contar con conocimientos científicos previos.

2.6.2.3 Registro de observaciones a través de la aplicación móvil

La modalidad permite a los voluntarios realizar registros de información a través de la aplicación móvil del proyecto (Ver Figura 3). El voluntario debe tener una cuenta

de registro en el proyecto antes de poder utilizar la aplicación, una vez registrado, la aplicación permite llevar a cabo las observaciones a través de diversos protocolos, siendo similar a la modalidad a través del sitio web. En este caso el protocolo implementado debe ser seleccionado en la aplicación posterior a llevar a cabo las observaciones. El primer paso del registro es la selección de una localidad, de acuerdo con la localidad seleccionada, se despliega una lista de verificación con especies con probabilidad de encontrarse en la zona.

Figura 3 Registro de información a través de la aplicación móvil de eBird



Nota. En el recuadro izquierdo se muestra la localización de la ubicación de los registros mediante un software de mapa integrado en la aplicación. En el recuadro de en medio se muestra la imagen de la lista de verificación de especies. Los medios círculos color naranja son para especies poco frecuente en la zona localizada, y las marcadas con color rojo son aquellas que no cuentan con reportes para esa zona. En el último recuadro se muestran los protocolos de observación. Elaboración propia con imágenes obtenidas de la aplicación móvil de eBird disponible en: <https://play.google.com/store/apps/details?id=edu.cornell.birds.ebird>

Para la aplicación móvil se ofrece la opción de llevar a cabo los protocolos estacionarios, con desplazamiento e incidental siendo estos los mismos que para el sitio web. La aplicación móvil permite la generación de datos de forma automática a través de los sensores del dispositivo que complementan la información requerida por cada protocolo. Datos como la latitud, la longitud, la elevación y la presión, la

ubicación exacta, son proporcionados de forma automática por el dispositivo móvil. Así mismo, para el protocolo con desplazamiento es posible desbloquear la función de registro del recorrido mediante GPS, de tal forma que la aplicación identifica de forma precisa la ubicación en donde se dio el registro.

De esta forma, el dispositivo es un instrumento de observación, cuyas cualidades tecnológicas permiten la generación de datos de diferente índole. En este orden, el dispositivo representa una extensión de los sentidos del observador, al permitirle registrar información que queda fuera del alcance de la percepción humana.

2.6.3 Verificación de la información

La información proporcionada por los voluntarios es verificada por filtros configurados mediante algoritmos que determina cierto grado de veracidad de los datos comparando la información con la base de datos de *eBird* (Fitzpatrick et al., 2002). Estos filtros inspeccionan aspectos específicos de cada registro, como las posibles especies que estén fuera de su rango territorial, fuera de temporada o un posible alto número de individuos por especie. Cada registro que muestra rasgos fuera de los establecidos, es marcado para su futura revisión por parte de los editores regionales correspondientes a la zona del registro.

De esta forma, el proceso de verificación de datos cuenta con dos etapas (Sullivan et al., 2009). La primera etapa consiste en una serie de filtros automatizados de forma algorítmica con la función de marcar registros inusuales.

El primer filtro se proporciona de forma automática al voluntario que desea registrar sus datos. El filtro se configura a través de una lista de verificación dada en función de la ubicación de las observaciones proporcionada al sitio web o a la aplicación móvil, posterior a proporcionar la ubicación, el sitio web o la aplicación despliegan una lista de aves con probabilidades de localizarse en la zona, algunas de ellas son marcadas como “no registradas”, es decir no observadas por ningún voluntario en la zona, o “inusuales” lo cual significa que existen pocos registros de esa especie y

se dan con poca frecuencia (<https://play.google.com/store/apps/details?id=edu.cornell.birds.ebird>).

Otro filtro configurado como criterio de validación es un promedio de cantidad de aves por especie calculado por expertos. De acuerdo con el criterio se asigna una cantidad límite de aves que pueden ser registradas en un solo día para cada zona determinada.

De igual forma, existe un filtro para identificar registros únicos de una sola ave en especies que debería ser vistas en mayores cantidades. En total el proyecto tiene en funcionamiento más de 800 filtros automatizados (Fink et al., 2010). Es así como los filtros pasan a jugar un papel importante dentro de proceso metódico del proyecto, pues tienen la tarea de aceptar como válidas las entradas de información, y marcar las entradas identificadas como inusuales.

Aquellos registros identificados como inusuales por estar fuera de los criterios configurados en los filtros de verificación son marcados. Los registros marcados como inusuales son enviados a editores regionales, siendo la segunda etapa de verificación de los datos. Los editores regionales revisan el registro y lo analizan en función a sus conocimientos, parte del proceso es que el editor solicite algún dato confirmatorio para verificar el registro enviado. El dato puede ser una fotografía y un archivo de audio, así mismo los editores regionales pueden validar el registro en función a registros similares enviados por otros usuarios.

El proyecto cuenta con la colaboración de editores regionales expertos en ornitología, cuyos colaboradores en un inicio sumaban 500, cantidad que continua creciendo (Sullivan et al., 2009). La participación de los editores se reduce a examinar los registro inusuales y determinar, en función a la comprobación de la entrada por parte del voluntario y al conocimiento previo del editor, si el registro es aceptado como válido, y por consiguiente, como parte de la base de datos del proyecto.

De esta forma, para el proceso de verificación de la información participan en interacción los componentes tecnológicos y los seres humanos. Los filtros

automáticos, configurados a través de algoritmos informáticos, desempeñar la tarea de discriminar aquellos registros que estén fuera de los parámetros establecidos en función a conocimientos previos sobre especies de aves y su demografía.

2.6.4 Sistematización de los datos

La estandarización de las observaciones conlleva dimensiones metódicas relacionadas con la sistematización de la información recopilada. En este caso, esta acción se realiza mediante el uso de componentes tecnológicos, en específico tecnologías de la información.

Esta sistematización es implementada con el fin de conformar diversos productos de datos, los cuales pueden ser consultados libremente a través del sitio web para su análisis. Como productos, *eBird* ofrece conjuntos de datos y listados de verificación de observaciones (<https://ebird.org/science/download-ebird-data-products>).

Los datos almacenados y sistematizados en estos conjuntos, son organizados de acuerdo a las variables identificadas en cada protocolo. Los datos suministrados por los voluntarios se almacenan en una base de datos soportada por una infraestructura tecnológica que se alimenta del abastecimiento por medio de los portales, el sitio web y la aplicación móvil. Los criterios de almacenamiento para los datos están configurados en función del protocolo de observación reportado.

Para que el dato sea almacenado debe pasar por los filtros automatizados, y si es marcado como inusual debe entonces pasar por la revisión de un editor regional. Después de la verificación, el dato es almacenado de acuerdo con el protocolo, iniciando con él para incorporarse a alguno de los conjuntos de datos estructurados por el proyecto.

La infraestructura sistematiza los datos y posteriormente son ofertados para su consulta a través de listados de verificación y de conjuntos de datos, abordados en los siguientes apartados.

2.6.4.1 Listados de verificación completados

Son determinados como listados de verificación (*checklist*), aquellos registros de observaciones donde el voluntario expresó haber registrado todas las especies a las cuales tuvo oportunidad de identificar (<https://ebird.org/science>).

Cuando se solicita al voluntario la conclusión del registro de todas las observadas en la zona, el experto puede tener registro de las aves que estuvieron en esa zona y que ya no lo están. En cuyo caso el voluntario debe reportar las ausencias de especies que potencialmente podrían haber sido vistas en una zona específica, de esta forma el voluntario contribuye a generar “datos negativos” (<https://ebird.org/home>) de las ocurrencias de especies, lo cual permite aumentar la precisión en los datos acerca de los movimientos migratorios y abundancia espaciotemporal de las aves.

Las listas muestra la información referente a la fecha en que se realizó la observación, el protocolo seguido, el nombre o nombres de las especies observadas, la cantidad de aves observadas por especie, el horario y la ubicación. Además de los registros que conforman la lista se pueden agregar fotografías y archivos de audio.

Actualmente en el sitio web del proyecto es posible consultar un total de 36, 592,818 listas de verificación completadas, en donde se registran 10, 424 especies diferentes de aves alrededor del mundo (<https://ebird.org/home>).

2.6.4.2 Conjuntos de datos

Como producto de *eBird* se ofrecen tres conjuntos de datos donde se almacenan los registros subministrados por los usuarios. Estos conjuntos son el resultado de la organización sistemática de los registros enviados por los usuarios. Cada conjunto representa una clasificación de los datos acuerdo a ciertas variables específicas. De esta forma, cada uno de ellos permite realizar análisis diferentes de la información. Se mencionan aquí los principales rasgos de cada uno:

- **Conjunto de datos básicos de eBird** (EBD, por su siglas en inglés *eBird Basic Dataset*) este es un listado de datos con información sobre los recuentos de todas la especies de aves registradas durante un periodo único de búsqueda (Sullivan et al., 2009). Este conjunto permite el acceso a información con el objetivo de identificar asociaciones entre especies de aves (Sullivan et al., 2014). Este listado se actualiza de forma automática cada tres meses y está disponible para todo usuario registrado. Además el EBD almacena entradas de información acerca de especies detectadas, donde se realizó la búsqueda, la hora en que se inició la búsqueda y la duración.
- **Conjunto de datos de observación de eBird** (EOD, por sus siglas en inglés *eBird Observational Dataset*): en esta lista solo se incluyen los registros por especie con información del nombre de la especie, la fecha y la ubicación en donde fue observada. El EOD se actualiza anualmente para ser compartida con el público a través del sitio web de la *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF) (<https://www.gbif.org/es/>).
- **Conjunto de datos de referencia de eBird** (ERD, por sus siglas en inglés *eBird Reference Dataset*): en este listado se recopila información más específica sobre el entorno local en donde se registra la observación. Además incluye información sobre la ausencia de especies extraída de los listados de verificación completados de especies para facilitar el control de los sesgos asociados con la detección imperfecta de aves y en la identificación de la no ocurrencia de especies en zonas y tiempos específico (Sullivan et al., 2014). La actualización del ERD se hace de forma anual.

Los conjuntos de información se ofertan en el sitio web para el libre acceso de los interesados, posterior a un proceso de registro con información específica del usuario. La información en formato digital permite su fácil consulta por parte de investigadores quienes pueden hacer uso de la información para generar diversos productos.

De igual forma, en el sitio web del proyecto se ofrecen distintas formas de acceder a los datos permitiendo su uso y visualización con herramientas de mapeo de abundancia por especie, gráficos regionales de asociación de hábitat, mapas

digitales de simulación de movimientos migratorios y estadísticas regionales de abundancia (www.ebird.org).

Actualmente estos conjuntos son consultados y utilizados por un amplio espectro de estudiantes, maestros, científicos, ONG, agencias gubernamentales, administradores de tierras y responsables políticos (Sullivan et al., 2014).

2.6.5 Análisis e interpretación de los datos y la formalización de investigaciones científicas

La siguiente fase identificada en torno al proceso metódico de *eBird* corresponde al análisis y la interpretación de datos expresada en productos científicos. En esta fase se dan frutos de la sistematización de información generada sobre la observación de aves, y se identifica como es a partir de esta sistematización que se permite un análisis de los datos. Este diseño sistemático y controlado para la generación de información es común en la actividad científica.

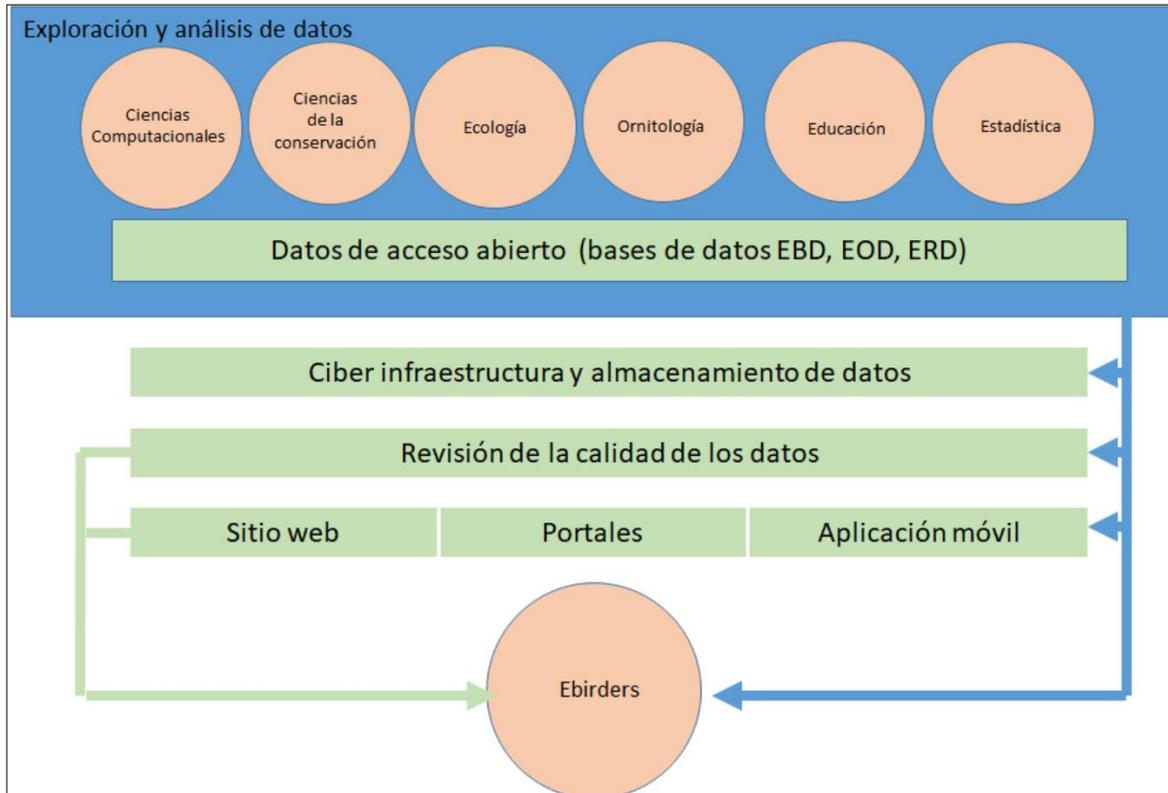
Para el caso de *eBird*, la información se presta para ser atendida desde diferentes métodos propios de distintas disciplinas científicas, es decir la consulta y el análisis debe estar sustentado, al igual que todo el proyecto, a partir de tecnologías de la información. De esta forma resulta conveniente involucrar a alguno o algunos expertos en el área de las ciencias computacionales de la información e informáticas, esto con la finalidad de aportar experiencia y conocimiento en el tratamiento de datos generados a partir del uso de tecnologías de la información.

Al mismo tiempo, en el análisis de esta información se han involucrado expertos de múltiples áreas como; Ciencias de la Conservación, Ecología, Ornitología, Educación, Estadística.

Como se observa en la Figura 4, el conjunto de datos se encuentra en acceso abierto para su consulta. Esta es llevada a cabo por expertos en diferentes áreas.

Incluso, en múltiples investigaciones se han realizado esfuerzos interdisciplinarios en donde imbrican conocimientos de diversas ciencias naturales y ciencias computacionales (Fink et al., 2009; Hochachka et al., 2011).

Figura 4 Diagrama de la producción y uso de información generada por *eBird*



Nota: la palabra contenida en el círculo más grande (*Ebirders*) hace referencia a los voluntarios registrados en *eBird*. Adaptado de “The eBird enterprise: An integrated approach to development and application of citizen science” por Sullivan, B., Aycrigg, J., Barry, J., Bonney, R., Bruns, N., Cooper, C., ... Kelling, S. (2014). *Biological Conservation*, 169, 31–40, p,33.

Al igual que al momento de diseñar y poner en marcha el proyecto se involucra a muchos expertos en diferentes áreas, en el proceso de análisis e interpretación de la información entran en colaboración expertos en áreas diversas. Esta variada participación podría deberse en parte al fácil acceso y uso de la información, y estas cualidades son posibles gracias a la configuración de una estructura tecnológica (representada por el color verde) la cual lleva a cabo ciertas tareas relacionadas con el método, como la revisión y el almacenamiento de los datos (Sullivan et al., 2014)

pero al mismo tiempo es la estructura encargada de poner la información sistematizada a disposición del público de forma abierta.

Esta situación abre las puertas al uso de la información para el desarrollo de investigaciones llevadas a cabo por cualquier interesado. Cierta cantidad de las investigaciones han estado orientadas a la presentación de propuestas metodológicas para el tratamiento, análisis e interpretación de datos generados en el proyecto eBird, como: análisis cuantitativos; análisis estadísticos, generación de modelos a través de medios informáticos como el software Acces, Matlab o el lenguaje de programación R (Horns et al., 2018; La Sorte & Fink, 2017) . Comúnmente se realizan investigaciones colaborativas entre ecólogos, científicos computaciones y estadistas (Fink et al., 2009).

Las cualidades de los datos han permitido a numerosos investigadores desarrollar técnicas y métodos de interpretación que recaen en métodos cuantitativos y estadísticos para analizar la información. Además se han diseñado técnicas de visualización de datos donde se conjuga información de cantidad, con un referente espacial y un referente temporal. Con estas técnicas se han construido modelos espaciotemporales que representan la traducción grafica de los datos recolectados por *eBird* (Coxen, Frey, Carleton, & Collins, 2017; Fink et al., 2010; Fink, Damoulas, & Dave, 2013; Sheldon, Elmohamed, & Kozen, 2008).

Por otro lado, para los últimos años se identifica una tendencia por utilizar datos de *eBird* como fuente de información a comparar con información de otras fuentes más convencionales. En estas publicaciones se exponen análisis de diferentes variables sobre una misma especie tomando como referencia información recuperada de *eBird* (Adesh, Ankit, & Amita, 2019; Callaghan & Brooks, 2018; Gjerdrum, Loch, & Fifield, 2018; Herrera, Pastur, Cristóbal, & Vanessa, 2017; Lloyd, 2018; Rau & Rodríguez, 2018). En algunos de estos documentos se hace referencia a *eBird* con la intención de corroborar datos obtenidos por otros medios.

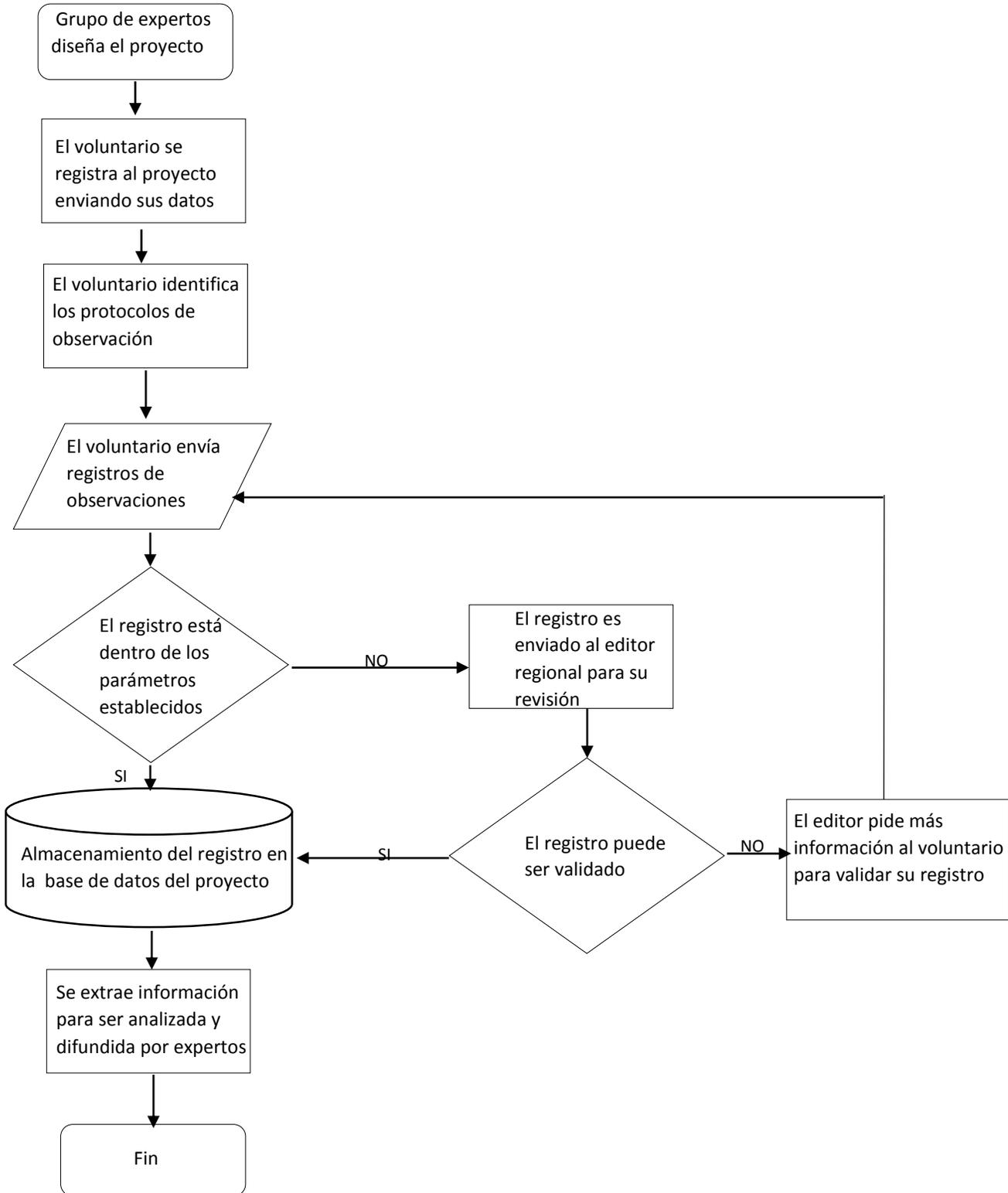
2.7 Consideraciones y reflexiones del proyecto *eBird*

A lo largo de este capítulo, hemos hablado de diferentes momentos configurados en torno al método en *eBird*. Como hemos dicho, los momentos de este método son: el registro de observaciones, verificación, sistematización, análisis y formalización en productos científicos.

En la Figura 5 se muestra el diagrama de flujo del proceso identificado en la generación de productos de datos en *eBird*. Es distinguible en primera instancia como entran en interacción voluntarios y expertos al momento de generar información.

El proceso inicia con la identificación del voluntario quien crea un nombre de usuario para que sus observaciones sean distinguidas como realizadas por él. De esta manera se cumple con uno de los valores identificados en el diseño de los protocolos de observación, esto es el quién realiza la observación. Posteriormente el voluntario envía información sobre aves la cual pasa a ser contrastada con la información contenida en los filtros diseñados por los organizadores del proyecto. Si el registro sale de los parámetros establecidos, es enviado automáticamente a un editor regional. Este decide, con base en su conocimiento, si puede validar el dato o si necesita más evidencia.

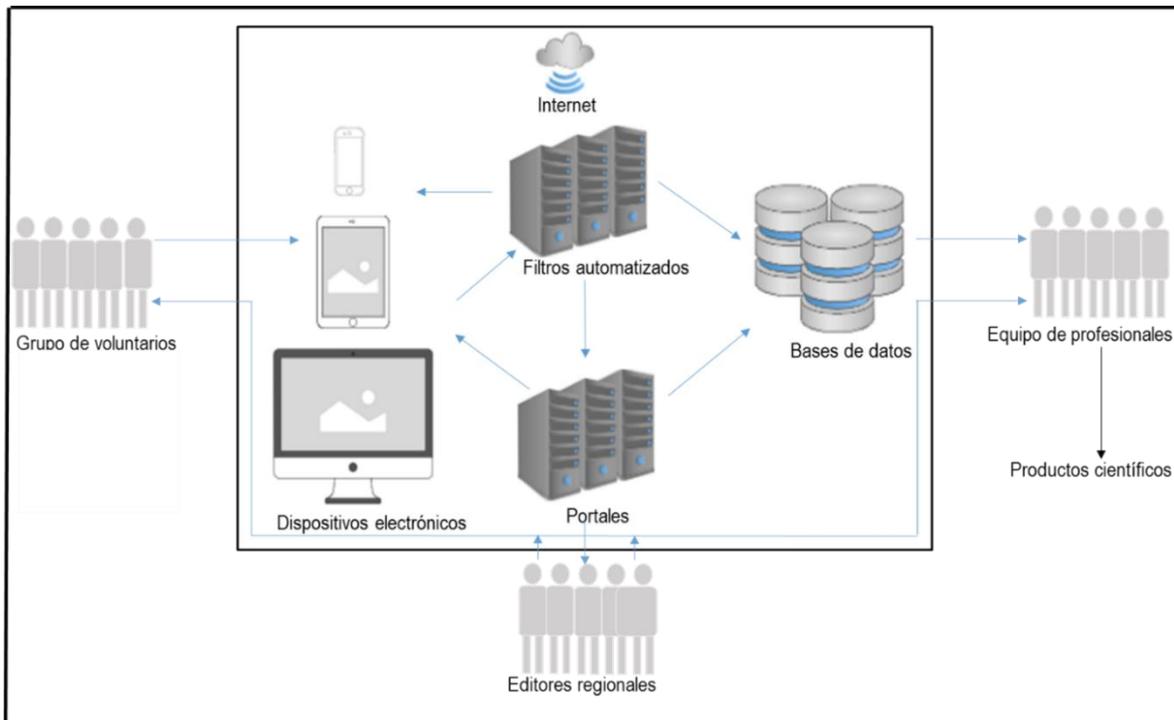
Figura 5 Diagrama de flujo de la generación de productos para el proyecto eBird



Elaboración propia con base en “Introducing eBird : The Union of Passion and Purpose” por Fitzpatrick, J., Gill, F., Powers, M., Wells, J., & Rosenberg, K. (2002).. *North American Birds*, 56(1), 11–12.

En este diagrama se identifica claramente la interacción experto-no experto. Sin embargo no es posible distinguir como es que este proyecto se estructura mediante el uso de diversas tecnologías. La Figura 6 muestra una propuesta para identificar gráficamente esta situación. Como se puede observar, las TIC representan un factor determinante en el proceso de generación, transmisión y administración de datos.

Figura 6 Diagrama de la trasmisión de información para la generación de productos científicos en el proyecto eBird



Nota: Las flechas azules simbolizan la transmisión de información a través de conexiones vía internet. Elaboración propia con base en “Introducing eBird : The Union of Passion and Purpose” por Fitzpatrick, J., Gill, F., Powers, M., Wells, J., & Rosenberg, K. (2002).. *North American Birds*, 56(1), 11–12, y en “The eBird enterprise: An integrated approach to development and application of citizen science” por Sullivan, B., Aycrigg, J., Barry, J., Bonney, R., Bruns, N., Cooper, C., ... Kelling, S. (2014).. *Biological Conservation*, 169, 31–40

En un primer momento, es el voluntario quien percibe a través de sus sentidos y registra sus percepciones haciendo uso de dispositivos tecnológicos. Esta observación está orientada a la identificación de aves de forma directa. Esta no se hace de forma libre sino que los lineamientos para su realización y su registro son premeditados por expertos en el área. Posteriormente entran en acción un conjunto

de filtros configurados para discriminar los registros de observaciones que salgan de los parámetros establecidos previamente, de nuevo por un grupo de especialistas quienes hacen uso de conocimiento previo en relación a la ocurrencia y abundancia de aves para configurar dichos filtros.

Como siguiente fase, los filtros pueden llevar a cabo dos acciones, enviar los registro identificados dentro de los parámetros a la base de datos central del proyecto, o enviar lo registros marcados como inusuales a editores regionales quienes se encargan de tomar la decisión si el registro el valido solicitando más información o comparando el registro con otros registros. En esta fase de nuevo se conjugan habilidades humanas como habilidades tecnológicas.

Para el almacenamiento y la sistematización solo entran en acción las tareas programadas en el software de las bases de datos centrales, esto quiere decir que esta fase se lleva a cabo por componentes tecnológicos. Esta sistematización a partir de software permite el almacenamiento ordenado de grandes cantidad de datos, clasificados de acuerdo a las diferentes variables identificadas en el proceso de observación y registro. Sistematizar de tal forma los datos permite que estos sean consultados y utilizados para llevar a cabo diversos análisis en función a las variables. De tal forma que, como se ha visto a lo lardo de este capítulo, la recaudación de datos bajo un formato previamente establecido y sustentado por una infraestructura tecnológica es lo que permite una fácil administración y consulta de los datos, situación que posibilita su posterior análisis.

Las variables principales a determinar a través de los protocolos de observación están relacionadas con el momento específico, el lugar y las especies así como la cantidad de aves por especie. El proyecto está diseñado para permitir el registro de observaciones durante todo el año. Los protocolos están diseñados para permitir el cálculo de la ocurrencia y abundancia (Sullivan et al., 2009). De esta forma, *eBird* provee continuamente, en rondas anuales, desde una red continental de voluntarios los cuales conjuntamente generan evidencia empírica sobre rutas de migración de las especies, el tiempo y las áreas de concentración durante todo un año, esta información de este tipo no estaba en posibilidades de ser generada a tales

magnitudes antes del proyecto (Fink et al., 2009), lo cual se traduce en una aportación novedosa al conocimiento científico.

El proyecto resulta ofrecer una aportación valiosa puesto que se han recopilado registros a lo largo de los años. Esto permite corroborar en cierta medida los datos obtenidos en años presentes, así como permite hacer análisis comparativos entre años anteriores para explicar el comportamiento de las especies de aves en relación al territorio y a la época del año. De igual forma la cantidad de datos generados por *eBird* han ido en aumento. Tener recuentos anuales y de todos los días del año durante la última década ha significado un gran aporte para el área de la ornitología, ecología, ciencias computacionales y la estadística. Esto lo hace a través de una red global de colaboradores.

Esto quiere decir que actualmente el proyecto genera datos utilizados en la generación de productos científicos. Existe una cantidad representativa de artículos científicos en donde se retoman los productos generados a través de *eBird*.

Pero por otro lado, el proyecto constituye ciertas aportaciones en la dimensión social. El sitio web resulta ser un medio de interacción social basada en prácticas científicas. Las personas interactúan llevando a cabo tareas con un objetivo en común y conforme a pautas específicas. En este caso el objetivo es generar conocimiento en torno a la abundancia y los movimientos migratorios de las aves. Para este objetivo se suman cientos de miles de personas en todo el mundo, quienes de acuerdo a los protocolos de observación establecidos por el proyecto, comparten avistamientos de aves en localidades distintas. De esta forma el colectivo participa en la generación de bases de datos donde se contiene todo tipo de información en torno a las aves. Información conformada por diversos datos como fotografías que permiten identificar a la especie, sonidos específicos de la misma, movimientos migratorios anuales, abundancia aproximada. Las listas suministradas por cada persona registrada pueden ser consultadas por cualquier persona registrada al proyecto. Cada quién tiene acceso todos los datos almacenados de los avistamientos y listas de verificación suministradas al sitio web. Esta información está almacenada y a disposición de ser consultada por

cualquier usuario. Toda esta información se logra gracias a la participación de multitudes.

A nivel individual, al nivel individual el software del sitio web permite llevar una medición de los registros que se llevan a cabo. El proyecto incita a que el número de registros y de especies identificadas siga ascendiendo. Para esto le presenta a cada usuario sus métricas de cómo ha sido su actividad registrando avistamientos.

Al mismo tiempo, el proyecto llega a fungir como una red social a partir de la cual el público -que probablemente se encuentra por fuera de las comunidades científicas- puede: interactuar mediante la transferencia de información (registros, fotografías, sonidos); intercambiar opiniones a través de foros de discusión; consultar conjuntos de datos ordenados de acuerdo a un rigor científico, explorar y visualizar los datos por medio de mapas virtuales; en última instancia, contribuir al desarrollo del conocimiento científico y al mismo tiempo incrementar sus habilidades y conocimientos relacionados con el estudio de la aves.

Este esfuerzo realizado por los voluntarios es reconocido en cierta medida por los administradores del proyecto. En la página principal de su sitio web publican el reconocimiento al *eBirder*⁸ del mes y el de todos los meses anteriores. Este es escogido de forma aleatoria dentro de un grupo de individuos que llevaron a cabo cierta cantidad de registros y listas de verificación en un tiempo determinado esto de acuerdo a un desafío mensual. De esta forma, *eBird* corresponde con una retribución social al otorgar reconocimiento a quienes dedican mayor esfuerzo y precisión al subministrar información al proyecto (Sullivan et al., 2009). Estamos entonces ante una acción encaminada al reconocimiento de coautoría del conocimiento generado a partir del proyecto.

Con relación al método llevado a cabo en este proyecto, se puede afirmar que se trata de un caso de CC configurado bajo el modelo de investigación contributiva (Biggs, 1989; Bonney et al., 2016; Cooper et al., 2007; Cornwall & Jewkes, 1995; J. L. Shirk et al., 2012) identificada en el capítulo uno de esta tesis (Tabla 3). Con

⁸ Palabra que se usa para hacer referencia a un miembro voluntario del proyecto eBird

relación a la propuesta de categorización de proyectos de CC en línea sustentada en este trabajo, se identifica a *eBird* un proyecto de Recopilación masiva de información.

Recordemos que entorno al modelo contributivo de investigación, que en este caso entra en similitud con lo propuesto aquí como la categoría de proyectos de recopilación masiva de información, se dice que en este se incluye a un grupo de voluntarios los cuales contribuyen en la recolección y generación de datos de una investigación diseñada y administrada por expertos. Para el próximo capítulo se discute en torno a cómo se configura el método contributivo a partir de otros modelos, y posteriormente se propone un modelo para identificar como se integra este método contributivo a un proyecto en línea, esto tomando como referencia la teoría que hay en torno a este modelo de investigación.

CAPÍTULO 3:

El método contributivo de investigación para proyectos de Ciencia Ciudadana en línea

De acuerdo a lo presentado en el capítulo anterior, en este capítulo se discute con relación a la configuración del método contributivo en línea. Para esto se retoman nociones en torno al método científico convencional y lo identificado para modelos de investigación contributiva (ver capítulo 1), esto con la intención de enunciar cuáles son los rasgos que se asemejan a la metodología científica tradicional para este tipo de proyectos, que en este caso se encuentran mediados por TIC. Con relación a esto se propone un modelo en donde se integran los actores, los componentes y el método contributivo para proyectos de CC en línea, mencionando sus implicaciones principales.

3.1 Fundamentos que integran el método contributivo

El modelo contributivo (Ver punto 1.2 de esta tesis) expuesto en múltiples trabajos (Biggs, 1989; Bonney et al., 2016; Cooper et al., 2007; Cornwall & Jewkes, 1995; J. L. Shirk et al., 2012) es aquel donde se incluye a voluntarios para que recopilen y generen datos para una investigación diseñada por expertos. Lo que quiere decir que la participación del voluntario en estos proyectos se limita a la recolección de información. Cuestión que se ve favorecida si se integran tecnologías capaces de transmitir grandes cantidades de información entre multitudes de individuos, integrándose así redes sociales digitales de sujetos alejados territorialmente pero en constante interacción mediante la trasmisión de información. Estas tecnologías están siendo aprovechadas para reforzar aquellos proyectos de investigación donde se incluye a la ciudadanía, sobre todo por proyectos en donde el ciudadano solo realiza la tarea de recopilar información.

De acuerdo al caso identificado en el capítulo anterior, se puede señalar como el método llevado a cabo se emparenta con lo que se ha expuesto en otros trabajos en torno al modelo contributivo. Los proyectos en línea asignados en categorías en el capítulo 1 como proyectos de Recopilación masiva de información (Tabla 4) se adecuan a lo dicho en torno a las nociones del modelo contributivo, esto debido a que resultan ser proyectos en los que voluntarios participan en la generación de datos para proyectos diseñados por expertos, en este caso a través de TIC. Al identificar el método contributivo en línea, se podría decir que se está indagando acerca del proceso de investigación llevado a cabo en proyectos determinados en este trabajo como proyectos de recopilación masiva de información.

Como se ha identificado hasta ahora, una de las instituciones más representativas en el diseño de proyectos de CC es el Laboratorio de Ornitología de Cornell. A lo largo de las últimas décadas, distintos colaboradores de este laboratorio han diseñado y teorizado proyectos de CC. Para el año 2009, un grupo de investigadores de este laboratorio propusieron un modelo para identificar cual ha sido el proceso llevado a cabo en el diseño de su amplia variedad de proyectos de CC:

- 1) Escoger una pregunta científica
- 2) Formar un equipo de científicos/ educadores/ tecnólogos/ evaluadores
- 3) Desarrollar, probar y refinar protocolos y materiales de soporte educacional
- 4) Reclutar participantes
- 5) Entrenar participantes
- 6) Aceptar, editar y monitorear datos
- 7) Análisis e interpretación de los datos
- 8) Diseminación de la información
- 9) Medición de los resultados (Bonney et al. 2009).

El modelo propuesto por estos autores representa la pauta que se ha seguido en el Laboratorio de Cornell al momento de diseñar y administrar proyectos que han sido representativos para la CC. Este modelo se asemeja al modelo contributivo, pues se identifica que en el proceso solo se incluye a participantes en la generación de

datos. Lo que se presenta a continuación es un modelo para identificar como se compone un proyecto con estas cualidades, buscando señalar quienes y como participan, a través de qué medios y mediante que método, esto con la finalidad de proponer nuevas formas de estudiar a la CC en línea e identificar la implicaciones que trae consigo desarrollar este tipo de proyectos.

3.2 Propuesta de postulados para identificar los actores, las tecnologías y el método integrados en Ciencia Ciudadana en línea en su versión contributiva.

Bajo los lineamientos de esta propuesta de postulados para identificar los actores, las tecnologías y el método –en este caso contributivo- integrados en Ciencia Ciudadana en línea, y de esta forma poder identificar además que implicaciones metodológicas se presentan cuando se incorporan estos recursos informáticos en proyectos donde se lleva a cabo la recopilación masiva de información. Para esta tarea se retomaron tanto nociones en torno al método científico tradicional, (véase punto 1.6.1), sus componentes y articulación (véase 1.6.2), así como las relaciones entre expertos y no expertos (véase 1.7), que uniéndolo al modelo contributivo (véase 1.2 y 3.1) y al caso analizado en el capítulo 2, han dado origen al diseño de la siguiente propuesta de un esquema de investigación contributiva en línea:

- a) Problematización
- b) Conformación de un grupo de profesionales
- c) Soporte institucional
- d) Diseño de un modelo de investigación contributiva
- e) Diseño de una infraestructura tecnológica
- f) Reclutamiento de los participantes
- g) Entrenamiento de los participantes involucrados
- h) Proceso de observación y recopilación de datos

- i) Aceptación y validación de los datos recolectados
- j) Sistematización y almacenamiento de la información
- k) Análisis e interpretación de datos
- l) Diseminación de los resultados.

Cabe aclarar que la finalidad de diseñar este esquema, es buscar sustentar ciertas bases para el diseño de investigaciones futuras con las características de la CC en línea. A continuación se explicará cada elemento de este esquema.

a) Problematización

Al igual que en el método científico tradicional, el proceso de investigación en proyectos de CC se inicia problematizando algún hecho o algún objeto de estudio. Como se dijo en el capítulo uno, esta problematización se puede concretar a partir de la definición de una interrogante o un grupo de interrogantes a partir de las cuales se guía la investigación, la cual tendrá por objetivo responder a esta pregunta o grupo de preguntas. Para el caso de los métodos contributivos, esta problematización corresponde al experto en ciencia (Cooper et al., 2007; J. L. Shirk et al., 2012), quien a partir de esta diseñara un modelo de investigación.

Se toman diferentes interrogantes al llevar a cabo la problematización en este tipo de proyectos. En un primer momento, quien diseña el proyecto debe identificar un problema en la realidad al cual pretenda atender mediante una investigación metódica. Al igual que para el método científico, aquí se pone en consideración el conocimiento previo acerca del asunto en cuestión. El problema de investigación debe estar bien definido y en relación a conocimientos previos. Se problematiza además, buscando identificar una interrogante a la cual se pueda dar cuenta mediante la participación de un grupo de personas no profesionales en ciencia. Se problematiza entonces acerca de cómo estas personas pueden participar en una investigación sin contar con experiencia para hacerlo. Se infieren interrogantes

acerca de las formas y los medios a través de los cuales podría llevarse a cabo dicha participación. Así mismo, se debe tomar en consideración que el grupo de voluntarios debe tener una fuente de información para generar datos que podrían ser hasta cierto punto verificados, ya sea que estos surjan de entornos contextuales o de espacios determinados.

b) Conformación de un grupo de profesionales

Como factor determinante para el desarrollo de un proyecto está la conjunción de un equipo de profesionales en diversas áreas de acuerdo a los requerimientos del objeto de estudio. Dentro de este grupo no solo se deben integrar los expertos de ciertas áreas específicas del conocimiento, sino que además se deben integrar personas expertas en el desarrollo de tecnologías concretas, en este caso tecnologías de la información y ciencias computacionales, quienes permitirán desarrollar herramientas informáticas para gestionar información entre grandes cantidades de individuos. Así mismo, es pertinente integrar en este grupo a personas encargadas de gestionar los datos, gestionar los recursos, gestionar los fondos, promover el proyecto, configurar sitios web, configurar aplicaciones, configurar y administrar bases de datos (Bonney et al., 2009; Sullivan et al., 2014)

El papel del experto es determinante en la configuración del proyecto. es a través de los conocimientos y experiencias de este que se pueden diseñar investigaciones que pretendan generar resultados de carácter científico. Como se ha ensuciado ya, el método es “el instrumento de la actividad científica” (Gortari, 1983, p. 13). Para aplicar este instrumento se debe saber cómo hacerlo y es necesario haberlo realizado con anterioridad.

Para desempeñar de forma cotidiana cualquier actividad es necesario haber cumplido antes un proceso de entrenamiento y formación. Toda práctica se aprende a través del ejemplo y de la acción. De igual forma, para estar en posibilidades de practicar actividades que son consideradas como científicas -como la aplicación de un método de investigación- es indispensable cumplir con un entrenamiento

riguroso con el fin de adquirir las experiencias y los conocimientos necesarios para desempeñar esta actividad.

En el caso de la ciencia, las cualidades para desempeñarla se adquieren en un proceso de formación sobre conocimiento de dos tipos: por un lado el conocimiento teórico, es decir la adquisición de los fundamentos teóricos que articulan el conocimiento acerca de las prácticas y los saberes en torno a cada disciplina científica; por otro lado, el conocimiento empírico, basado en la experiencia y en la repetición.

Dicho en palabras de Javier Echeverría (2009) “los sujetos de la ciencia se comienzan a construir en el contexto de la educación (...) Sin educación científica previa y sin formación de investigadores no hay investigación ni, por lo tanto, producción del conocimiento” (p.25). En este proceso, el sujeto en formación aprende las diversas formas de hacer ciencia y los métodos de investigación que se han establecido de forma convencional, dependiendo del área en la cual pretenda adquirir una formación.

Estos sujetos, una vez formados científicamente se reúnen para poner en práctica los conocimientos adquiridos en torno a esta actividad. Desde el último cuarto del siglo pasado se ha hecho común aducir al hecho de la existencia de comunidades científicas para teorizar en torno a cómo se configuran los grupos de sujetos que realizan prácticas relacionadas con la ciencia. Uno de los principales expositores de esta teoría fue Thomas S. Khun (2013). Él puso en evidencia como los sujetos quienes integran una comunidad con estas características comparten ciertos conocimientos -como métodos para investigar- y ciertas actividades, dentro de las cuales está la tarea de formar a quienes serán sus sucesores. De igual forma, quienes integran estas comunidades, son aquellos quienes “producen y validan el conocimiento científico” (p.351). Para contar con la acreditación por parte de una comunidad para fungir como generador y validador de conocimiento científico es necesario pasar por un largo y complejo proceso de formación basado en ejemplares establecidos por antecesores (Khun, 2013). Estos ejemplares fungen como elementos pedagógicos dirigidos a aquellos pretendientes a ser nuevos

integrantes de una comunidad científica. Por lo tanto, para estar acreditado a desempeñar prácticas catalogadas como científicas es necesario haber pasado previamente por un proceso de formación impartido por individuos que a su vez han pasado por este proceso.

Así podemos notar que para aplicar un método de investigación con pretensiones científicas se debe haber pasado por un amplio y riguroso proceso de formación, donde se adquieren los conocimientos y las experiencias para poder llevar a cabo dicha tarea. El profesional entonces funge como aplicador del método científico. Para tener la capacidad de llevar a cabo esta tarea es necesario ser experto.

La acreditación de la formación científica y tecnológica ha pasado a ser responsabilidad de las universidades en su gran mayoría, aunque para algunos casos esta formación se da por parte del sector privado (Echeverría, 2003a), Esta acreditación ha sido parte de la actividad científica y tecnológica de las últimas décadas.

Para el caso de la CC, resulta determinante la colaboración de expertos en ciencia y tecnología, pues son estos quienes diseñar los procesos y los recursos a partir de los cuales se podría indagar buscando obtener resultados que puedan catalogarse como científicos.

c) Soporte institucional

Un rasgo evidente para este tipo de proyectos es el apoyo ofrecido por diversas instituciones a su desarrollo. Desde los primeros proyectos de investigación en donde se ha visto la participación de voluntarios colaborando con expertos ha habido un involucramiento de instituciones (Cornwall & Jewkes, 1995; Silvertown, 2009) quienes aportan con financiamiento, gestión y promoción de los proyectos. La participación de diversas instituciones sociales beneficia el desarrollo de estos proyectos. Estas van desde organizaciones gubernamentales hasta ONG, universidades, laboratorios, museos, desarrolladores de software, entre otras. La Fundación Nacional de Ciencias, de Estados Unidos (NSF, por sus siglas en inglés

National Sciences Foundation) es una de las instituciones con mayor participación en la financiación de proyectos de ciencia ciudadana a gran escala.

Para el caso del proyecto de *eBird*, la colaboración principal de instituciones no solo se da por parte de la NSF sino de la mano del Laboratorio de Ornitología de Cornell. Actualmente el proyecto cuenta con la colaboración de decenas de instituciones las cuales aportan a través de recursos humanos o financieros.

Muchas otras instituciones se han involucrado en el desarrollo de proyectos de CC. Un caso de ello es la NASA con el proyecto de *Clickworkers* (<http://www.nasaclickworkers.com/>) o el desafío de la NASA para el pronóstico de tormentas solares basado en datos de eventos solares (<https://www.innocentive.com/ar/challenge/9059496%3Bjsessionid=E61157BBE09B20758389BCA8AC38FD9B>). Para el caso de México está *Naturalista* (<https://www.naturalista.mx/>) el cual es un portal en México de un proyecto de CC destinado al registro de diferentes especies de fauna y flora alrededor del mundo llamado *iNaturalist* (<https://www.inaturalist.org/>). Este se encuentra sustentado por la colaboración de instituciones como la Academia de Ciencias de California y *National Geographic*. Para el desarrollo de este portal en México se cuenta con la colaboración de la Fundación Slim y de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Algunas otras instituciones se han involucrado a proyectos de CC en otras partes del mundo como La Universidad de Stanford, La universidad de Barcelona y la Universidad de Manchester.

A estas instituciones se suman otras que se han constituido a partir del surgimiento de la CC y tiene por objetivo promover y difundir prácticas en torno a este enfoque. Algunas de estas son la *European Citizen Science Association* (ECSA), la *Citizen Science Association* (CSA) (Bonney et al., 2016) y *CitizenScience.gov* un sitio web oficial del gobierno diseñado para acelerar el uso del *crowdsourcing* y la CC en los Estados Unidos (<https://www.citizen-science.gov/#>).

Estas instituciones han sido determinantes en la constitución de gran cantidad de proyectos alrededor de todo el mundo. A partir del sustento de estas instituciones

se puede dar mayor alcance a los proyectos. Desde el surgimiento de este tipo de proyectos ha sido común la participación de instituciones.

d) Diseño de un modelo de investigación contributiva

En torno a este aspecto se deben tomar en consideración ciertas variables. Dentro de ellas está el establecimiento de los objetivos del proyecto, el tipo de datos que se van a generar, a partir de qué protocolos de observación, mediante que herramientas se van a validar y analizar los datos. Principalmente tiene que ver con el diseño de procesos para la recolección, validación, sistematización y análisis de datos. De tal forma que a partir de este diseño se delimitaran los tipos de datos y las formas de recolectarlos.

Como lo mencionan Bonney et al., (2007) la estructura de este tipo de proyectos recae en el diseño de protocolos a partir de los cuales el voluntarios podrá registrar sus observaciones. En este caso, la protocolización lleva a la sistematización de la información, haciendo posible su interpretación y análisis. De igual forma, la categorización de diferentes variables estandarizadas permite el almacenamiento sistemático del registro. Así, solicitar al voluntariado el registro de observaciones siguiendo un protocolo, asegura que el dato sea metódicamente útil. De tal forma que es un factor importante para la estructuración, el hecho de diseñar diversos protocolos que orienten el proceso de observación y registro de información llevado a cabo por los voluntarios.

De igual forma, se identifica como estos protocolos se han adaptado a las tecnologías existentes construidas para la generación y transferencia de información. En relación a ello, para los últimos años se ha vuelto común el uso de las capacidades técnicas inherentes a diversos dispositivos móviles. Algunas de ellas permiten la generación de datos de diferente índole el cual lleva a sustentar la información a través de distintos medios. La duración de la observación, el recorrido espacial y la ubicación territorial específica y otros tipos de datos como sonidos y fotografías, resultan ser un reforzamiento empírico para la generación de datos.

Bonney et al., (2009) proponen además que dentro del diseño del proyecto se debe considerar la generación de material educativo que resulte como soporte útil para el voluntario en torno a su desarrollo en EPC. Dentro de este material se pueden diseñar sitios web, artículos, videos, textos, fotografías, guías de introducción, entre otros.

e) Diseño de una infraestructura tecnológica

Una de las cualidades imperantes de este tipo de proyectos es que se encuentran configurados mediante procesos diseñados a partir del uso de tecnologías informáticas. Esto quiere decir que se utiliza tanto software como hardware para transmitir información a través de internet. Esta transmisión de información se encuentra previamente estructurada y se sustenta en las cualidades técnicas de diferentes dispositivos electrónicos. Dentro de estos se encuentran las computadoras, tabletas, laptops y *smarthphones*, en los cuales se puede acceder al uso de sitios web, aplicaciones, plataformas y bases de datos. El uso de estos componentes tecnológicos resulta ser determinante al momento de generar datos de forma sistematizada y transmitirlos a distancias prolongadas en tiempos reducidos.

Se ha hecho referencia a esta situación como proyectos emergentes con una ciberinfraestructura científica (Wiggins & Crowston, 2011). En este trabajo se hace referencia a los proyectos con estas cualidades utilizando el término en línea. Para este tipo de proyectos es necesario notar como la tecnología impregna cada paso en la cadena de la generación del conocimiento (Watson & Floridi, 2018).

Diversas tareas relacionadas con el método del proyecto resultan ser llevadas a cabo por una infraestructura tecnológica. La sistematización de los datos, su discriminación, su envío, su administración, son tareas llevadas a cabo por estos componentes tecnológicos. Por lo que su implementación repercute principalmente en cuestiones metodológicas.

De igual forma, los componentes tecnológicos dotan al ser humano con la capacidad de compartir información a grandes distancias y en tiempo real, además su aplicación se puede realizar a lo largo de todo el año. De esta manera, los componentes tecnológicos son determinantes en la generación de datos, rebasando limitantes espaciales y temporales.

Lo anterior resulta ser conveniente al momento de hacer estudios acerca de la abundancia y distribución de diversas especies de animales a lo largo de territorios a grandes escalas. Para analizar estas magnitudes es necesario conjugar información sobre variables geográficas en función a variables temporales. Situación que puede además ser útil para otras circunstancias como el estudio del uso y aprovechamiento de recursos naturales, el estado aparente de ciertos ecosistemas, entre otras.

La configuración de una infraestructura tecnológica resulta ser de gran importancia pues dota a seres humanos con la capacidad de generar y administrar inmensos cúmulos de información. El software configurado para el proyecto es el elemento que determina sus capacidades de producción.

Así es como dentro del proceso metódico la realización de tareas está dividida entre seres humanos (expertos en ciencia y amateurs) y entre tecnologías concretas. Los procesos están configurados para lograr una generación sistemática de evidencia que permita su almacenamiento, consulta, interpretación y análisis. Para esto se lleva a cabo un método en el cual imbrican tanto acciones humanas como tareas llevadas a cabo por componentes tecnológicos.

Es pertinente destacar el papel esencial que desempeña la interacción social mediada tecnológicamente en la producción de conocimiento en estos proyectos contemporáneos (Watson & Floridi, 2018). Estos modelos emergentes para generar información y por tanto conocimiento, deben sus cualidades principales al involucramiento masivo de individuos ubicados en diferentes localidades, los cuales, sin importar su formación científica, pueden participar en tareas específicas concretas relacionadas con la recolección y la generación de información. Estos

proyectos están en posibilidades de gestionar tales magnitudes de información gracias a los componentes tecnológicos utilizados en el proyecto.

f) Reclutamiento de los participantes

Los proyectos necesitan reclutar a los participantes que llevaran a cabo la tarea de recolectar datos. Para esto es necesario difundir el proyecto con una cantidad considerable de personas a través de diversos medios para así incitar el interés por colaborar. Quien participa de forma voluntaria en los proyectos de CC en línea ofrece su tiempo a la observación y razonamiento. A partir de estas capacidades se pueden distinguir cualidades de los objetos percibidos, así, por ejemplo, un sujeto puede diferenciar que está viendo una especie de ave y no otra. Esto querría decir además que cuenta con el conocimiento suficiente para identificar diversas especies de aves. De tal forma que el voluntario pone sus capacidades y su tiempo a disposición de los intereses de proyectos diseñados por expertos.

De igual forma, para algunos proyectos el grupo de voluntarios juega un papel importante en la generación de datos significativamente amplios en cuestiones de espacio y temporalidad. Cada aportación individual representa registros que pueden ser utilizados para análisis cuantitativos. Este tipo de proyectos en línea se ven beneficiados de acuerdo al número de personas que están involucradas. El reforzamiento empírico resultante de esta masificación permite aplicar métodos estadísticos para el tratamiento de los datos.

Para lograr involucrar a un gran número de personas, es necesario llevar a cabo un proceso de reclutamiento. Esto se puede hacer mediante diversas técnicas como los comunicados de prensa, correos directos, anuncios, anuncios de servicio público, artículos de revistas y periódicos, folletos, volantes y presentaciones, incluidos carteles y talleres en conferencias (Bonney et al., 2009).

Por ejemplo, el proyecto de Naturalista desarrolló una aplicación móvil en el año 2015 a partir de la cual se podría participar en la generación de datos para el proyecto. Para la presentación de esta aplicación al público y para la difusión del

proyecto en general, se organizó un evento en forma de comunicado de prensa en el Museo Interactivo de Economía (MIDE) ubicado al centro de la Ciudad de México (<https://www.gob.mx/conabio/prensa/naturalista?idiom=es>). En el caso, por ejemplo, del proyecto de *eBir*, el primer medio a partir del cual se dio difusión al proyecto además del sitio web y eventos organizados por el Laboratorio de Ornitología de Cornell, fue un texto de Fitzpatrick et al., (2002). que fungió como explicativo e introductorio al proyecto.

Recordemos que este tipo de participación es abierta y voluntaria para la mayoría de los casos. Aun así, existen diseños de proyectos donde proponen modos de reclutamiento a partir de incentivos económicos (Zheng et al., 2017) o el reclutamiento de una cantidad específica de participantes determinados a partir de una muestra (Rosas et al., 2016). En cualquiera de los modos de reclutamiento no se restringe la participación a las personas debido a su nivel de formación científica.

g) Entrenamiento de los participantes involucrado

El entrenamiento resulta ser una capacitación la cual consiste en darle al voluntario las herramientas necesarias para poder participar. Se debe explicar en qué consisten los proyectos y cuáles son sus objetivos y protocolos. Además se debe dar una guía de como son los procesos de participación. En muchos de los caso se agregan ejemplares donde se explica de forma precisa la manera para llevar a cabo un registro o una observación.

Los proyectos se complementan con material de soporte en donde se integra información acerca de cómo se puede participar en ellos y como se lleva a cabo la recopilación de los datos. Dicha información de soporte se proporciona a los participantes del proyecto, pero generalmente se entrega a través de Internet mediante descargas y videos del proyecto (Bonney et al., 2009).. Los participantes individuales deben asumir la responsabilidad de leer y estudiar los materiales del proyecto y de llamar o enviar correos electrónicos para pedir ayuda si están confundidos (Bonney et al., 2009).

h) Proceso de observación y recopilación de datos

En este tipo de proyectos, las únicas tareas asignadas a los voluntarios es la recopilación masiva de infamación. Para llevar a cabo esta tarea es necesario realizar antes un proceso de observación a partir del cual se va a seleccionar la información pertinente que se va a recopilar.

Esta observación y recopilación llevada a cabo por el voluntario están previamente estructuradas conforme a lo determinado por el grupo de expertos con relación a los objetivos del proyecto y a la teoría y conocimientos desarrollados en torno al tema. Por tanto no es un proceso que se asemeje a la observación llevada cabo en modelos tradicionales de investigación científica, donde el experto diseña procesos sistematizados de observación y recopilación de información con base en los instrumentos y métodos previamente diseñados y posteriormente los lleva a cabo el mismo, sino que se está hablando del diseño de procesos de observación y recopilación de información planteados para ser llevados a cabo por alguien más, quien podría no tener conocimiento y experiencias relacionadas a la investigación científica. Así mismo, como ya se ha comentado, la teoría previa y el diseño de instrumentos de observación juegan un papel determinante al momento de generar información.

Para llevar esta tarea a cabo, los expertos establecen protocolos de observación (Bonney et al., 2009). Lo que el grupo de voluntarios observa y recopila es lo que el equipo de profesionales pretende que haga. Su observación y la forma de hacerlo están preestablecidas previamente.

Un ejemplo de protocolo diseñado para la observación en proyectos de CC es el proyecto diseñado por Zheng, Hang, Hong, Long y Jing (2017) para el monitoreo del estado de la superficie del agua. Para el diseño de su protocolo de observación decidieron integrar cinco indicadores: color del agua (identificado a partir de texto), olor (calificado del 0 al 10), transparencia (calificada del 0 al 10), flotantes (calificado del 0 al 10) y una evaluación integrada normalizada entre 1.0, 0.75, 0.5, 0.25, y 0.0;

lo cual corresponde a cinco grados de evaluación de calidad del agua: excelente, buena, mala, muy mala y la peor (Zheng et al., 2017). Es así como para este caso se establecen criterios para generar información que pueda ser sistematizada y contrastada con más información. EL experto le dice al voluntario específicamente que rasgos son lo que debe identificar. El voluntario, guiado por las instrucciones del experto, genera datos conforme a lo que observa en su contexto.

De esta forma, el objeto observado por el voluntario en realidad corresponde a un objeto seleccionado y predeterminado por el equipo de expertos. El tipo de objetos a observar se encuentran presentes en el contexto físico del observador. Esto quiere decir que el experto solicita al grupo de voluntarios la observación de algún objeto o hecho contextual desde la percepción de sus sentidos. Esto resulta ser ventajoso para los profesionales, pues les otorga el acceso a datos generados por la observación, sin necesidad de haber estado en el sitio en donde esta fue realizada.

Para este tipo de observaciones el dispositivo electrónico pasa a ser un instrumento mediante el cual el grupo de voluntarios puede compartir lo identificado con el equipo de expertos. A partir de este se puede generar y recopilar información de forma sistematizada, la cual posteriormente se puede transmitir a través de internet.

Sin embargo, para este momento, es necesario notar ciertas limitantes latentes relacionadas con la aplicación de un método con estas características, dentro de las cuales una característica principal es la participación de voluntarios que pueden o no estar certificados científicamente en el área del conocimiento pertinente para el proyecto.

Esta falta de conocimientos y experiencias por parte del voluntario puede traducirse en la ocurrencia de sesgos al momento de generar información. Su condición de inexpertos puede traducirse en la errónea identificación de ciertos rasgos en la información solicitada.

Al no tener un contacto directo con el objeto de estudio, el investigador no puede tener la certeza completa que la observación se realizó con los grados de precisión necesaria. Por tanto se puede identificar cierta dificultad al momento de buscar

altos grado de precisión de las observaciones enviadas puesto que no se sabe si el voluntario quien la envió cuenta o no con los conocimientos y experiencias suficientes para identificar, por ejemplo, diferentes especies de aves.

De igual forma, es pertinente señalar las posibles variaciones muestrales, esto es alteraciones en el tamaño de los registros recabados, provocadas por la diferencias en niveles de población y niveles de acceso a la tecnología con relación al territorio. Probablemente el número de registros realizados y por tanto el número de avistamientos determinados para alguna especie en un territorio específico, puede cambiar en función a la cantidad de habitantes de ese territorio, y las posibilidades que estos tienen para acceder a la tecnología.

En este sentido, no se cuenta con un criterio definido para identificar cuales aportaciones son valiosas y cuales podría no serlo. Una aportación con verdadero valor sería aquella hecha con el mayor grado de precisión posible.

La forma en la cual estos proyectos resuelven esta situación es a través de la participación de colectividades quienes generan información cuantitativamente importante. Esto permite el desarrollo de contrastaciones empíricas a partir de la estadística (Bonney et al., 2009; Watson & Floridi, 2018). Este tipo de proyecto se benefician del incremento en el número de individuos participando en la transferencia de información, puesto que a mayor participación, mayor información para analizar a través de herramientas informáticas, a mayor información, mayor contrastación empírica.

i) Aceptación y validación de los datos recolectados

Como ya hemos mencionado, los proyectos de CC en línea generan diversos tipos de datos en cantidades masivas. La verificación de los datos se lleva a cabo de diferentes maneras de acuerdo al tipo de proyecto y a la técnica de investigación implementada.

Comúnmente los proyectos en línea suelen configurar filtros automáticos para verificar la información proporcionada por los voluntarios (Bonney et al., 2009;

Watson & Floridi, 2018). Los filtros se configuran con la finalidad de discriminar la información que recibe el proyecto. Estos filtros están configurados para establecer parámetros de demarcación entre la información recibida.

Por ejemplo, en el caso de Galaxy Zoo (Lintott et al., 2008) los voluntarios llevan a cabo un tutorial, una vez que lo hacen, fueron, sin saberlo, sujetos a un período de prueba período durante el cual se les presentaron datos de morfologías galácticas particulares (Watson & Floridi, 2018). Las clasificaciones de aquellos que no pudieron identificar correctamente 11 de sus primeras 15 imágenes no se guardaron en la base de datos del sitio (Lintott et al. 2008). Esto aseguró que los resultados erróneos de los voluntarios que entendieron mal las instrucciones, experimentaron dificultades técnicas o tal vez incluso trataron de corromper los datos del Galaxy Zoo, no confundirían el hallazgo del proyecto (Watson & Floridi, 2018). En este caso el uso de filtros ha servido para identificar quienes podrían estar realizando aportaciones de mayor valor gracias a sus habilidades.

Así mismo, el uso de filtros automáticos se puede emplear para establecer qué registros van a ser aceptados, y cuáles resultan ser inusuales de acuerdo a los parámetros establecidos de avistamientos, como es en el caso de *eBirdL*. Los expertos calculan e intentan predecir que especies podrían ser vistas de acuerdo a un territorio específico. Si el voluntario envía el registro de una especie que no se encuentra dentro de esta lista, se le solicitará mayor información para poder verificar sus datos.

Además, utilizar dispositivos pone a disposición del voluntario la capacidad de generar metadatos que podrían verificar la información que está compartiendo. Estos podrían ser la ubicación específica del dispositivo por el cual se hace el registro, la hora exacta, la longitud y la latitud, así como datos que pueden confirmar avistamientos como fotografías, sonidos y videos.

j) Sistematización y almacenamiento de la información

La sistematización y almacenamiento recae en las capacidades de un software diseñado por expertos de acuerdo con los requerimientos de cada proyecto. En este método, los procesos están siempre solventados por una infraestructura tecnológica, así en algunos de los casos se configuran aplicaciones móviles con las características necesarias para sistematizar los registros realizados por voluntarios y enviarlos a las bases de datos de los proyectos.

Bajo estas peculiaridades, el almacenamiento de la información se realiza mediante bases de datos electrónicas. El proceso de sistematización de la información a través de sitios web y aplicaciones móviles, permite la generación y gestión de la información de forma automatizada. Un sistema de esta índole cuenta con capacidades de almacenamiento de cantidades masivas de datos, en ocasiones determinados como *Big Data*. Un almacenamiento así permite la recopilación de cantidades inmensas de información. Pero de igual forma, da lugar a nuevas formas de visualizar y de corroborar datos.

k) Análisis e interpretación de datos

Al igual que en el método científico tradicional, es necesario llevar a cabo un proceso en donde la información recopilada es analizada e interpretada con la finalidad de dar explicación a lo observado. El proceso de análisis de la información para el caso de estos proyectos -en donde se generan grandes cantidades de datos de forma sistematizada sobre el registro de cierto evento- es llevado a cabo por expertos. Como es identificable, para el análisis de este tipo de datos se necesita cierto conocimiento y experticia en ciencia y en el desarrollo de investigaciones. En este sentido se vuelve fundamental sobretodo conocimiento y experiencia en el área de las ciencias computacionales e informáticas, pues los datos tienen una naturaleza inherente a estas áreas del conocimiento. Asimismo, para realizar el análisis de la información desde el rigor científico, es necesario aplicar métodos específicos estandarizados.

De acuerdo con Bonney et al. (2009) el gran tamaño de la mayoría de los conjuntos de datos produce tendencias fuertes que son fáciles de interpretar, las cuales muestran fenómenos generales o patrones que deben examinarse más a fondo con estudios más pequeños y más centrados. La combinación de múltiples conjuntos de datos puede ilustrar resultados de pequeña y buena resolución en el contexto de patrones a gran escala (Bonney et al., 2009)

De igual forma, este grupo de investigadores identifica una serie de dificultades y limitantes al momento de analizar estos datos:

Debido a las dificultades inherentes a la estimación y el control de la detectabilidad, los datos de la ciencia ciudadana a menudo son más adecuados para calcular índices de abundancia relativa que las estimaciones de abundancia absoluta. Además, debido a que los puntos de observación no siempre constituyen una muestra aleatoria o estratificada, hacer inferencias más allá de los puntos de datos reales puede ser difícil. Sin embargo, presentar suposiciones válidas sobre la presencia de errores sistemáticos o sesgos de muestreo puede facilitar las comparaciones geográficas (p. 981)

De acuerdo con lo anterior, para el caso del monitoreo de las especies, se presenta complicado establecer abundancias absolutas. Pero se puede aspirar a determinar abundancias relativas a ciertas temporadas así como ciertos patrones en la ubicación y movimientos migratorios de determinadas especies.

Se puede decir que con relación a ciertos objetos y tareas específicas se gana en cuanto a niveles de corroboración cuantitativamente significativa. Algunas investigaciones se ven beneficiadas de involucrar a grandes cantidades de individuos a escalas globales. Para esto, entre mayor participación hay, mayor reforzamiento empírico. El flujo de información entre muchos usuarios tiene la capacidad de validación conjunta, ya sea sin la verificación de un experto, o bien, únicamente en los casos donde hay desacuerdo. A esto se le ha denominado como consenso de las mayorías o inteligencia colectiva.

I) Diseminación de los resultados.

Como se muestra con en las diferentes teorizaciones en torno al método contributivo, este tiene por uno de sus objetivos generar cierto impacto en la educación del voluntario y en el EPC. Por otro lado tiene el objetivo de generar conocimiento científico mediante procesos rigurosos. Por consiguiente se busca que los resultados sean difundidos en medios donde se puedan dar a conocer tanto a comunidades científicas como no científicas.

Para las comunidades científicas, el formato más común de difusión de resultados es mediante artículos científicos. Al publicar cierto resultados en revistas académicas se busca hacerlo mediante alguna que este revisada por para, esto pues dota con mayores grados de verificación a la información que se sostiene en el artículo. Recordemos que, de acuerdo a Mario Bunge (1996) el método es el medio a partir del cual el conocimiento adquiere la cualidad de verificable, lo cual lo clasifica como científico.

De igual forma es posible difundir los resultados del proyecto a través de otros medios y de otros formatos como puede ser mediante ponencias, boletines de prensa, informes, noticias. Algunos proyectos, principalmente los desarrollados por el Laboratorio de Ornitología de Cornell, ponen a disposición sus bases de datos a través de diferentes sitios web esto para que sean consultados por el público.

3.3 Implicaciones en torno al método contributivo en línea

De acuerdo a lo anterior, se da pauta a un procedimiento rigurosamente estructurado a partir del cual se están configurando métodos contributivos de investigación en línea. Algunos de los proyectos más representativos desarrollados en torno a los principios de la CC se configuran en torno a lo concebido mediante este método de investigación en donde se incorpora a voluntarios en la generación de conocimiento situado. Esta situación lleva a gestionar un conocimiento distribuido (Watson & Floridi, 2018) conformado por comunidades conectadas por internet.

Este tipo de proyectos masivos resulta ser conveniente para el desarrollo de ciertas investigaciones que se ven favorecidas de la dispersión territorial de los involucrados. Se han estructurado proyectos en torno al estudio del cambio climático, especies invasoras, biología de la conservación, restauración ecológica, monitoreo de la calidad del agua, ecología de poblaciones y otros tipos de monitoreo (Silvertown, 2009; Worthington et al., 2012; Zheng et al., 2017). Estas investigaciones se ven empoderadas al incorporar aportaciones hechas por voluntarios, la cuales tiene que ver exclusivamente con generar datos y transmitirlos por internet.

Como se ha identificado en este trabajo, algunos proyectos llegan a integrar pautas específicas para la generación de productos científicos. Tales patrones recursivos de descubrimiento son indicativos de una metodología científica madura y fructífera (Watson & Floridi, 2018). Se ha identificado además como este tipo de proyectos resultan ser productivos en cuanto a número de publicaciones científicas en revistas indexadas (Kullenberg & Kasperowski, 2016).

Todo esto significa grandes aportes para el desarrollo de la investigación científica contemporánea para diversas áreas del conocimiento, incluyendo a las Ciencias informáticas y computacionales, pues comúnmente los datos son tratados a partir de métodos relacionadas con la minería de datos o el análisis de *big data*. Sin embargo, esta alternativa contributiva no ha resultado ser una opción a través de la cual se logró un verdadero EPC y una AC suficiente para que el involucrado, al formar parte del proyecto, aprenda los conocimientos y las herramientas suficientes para participar en cuestiones de política pública relacionadas con el desarrollo científico y tecnológico, y del aprovechamiento de este para el desarrollo de la sociedad.

Como lo nota Julieta Piña (2017), la CC de los últimos años se ha caracterizado por diseñarse bajo estos modelos, en donde se limita al participante a la generación de datos de forma colectiva y masiva. Esta configuración se ha visto favorecida y potencializada por el uso de tecnologías concretas para mediar las participaciones, llevando a los proyectos a adquirir cierto grado de virtualidad.

La CC configurada bajo este enfoque contributivo se sirve de la generación de grandes cantidades de datos llevada a cabo por voluntarios. Gente de diferentes localidades está teniendo acceso a diversos proyectos a través de internet, los cuales requieren de su colaboración en la realización de diversas tareas específicas relacionadas con la investigación de algo. La dinámica recae entonces en hacer válidas las aportaciones brindadas por el público.

Bonney et. al (2016) consideran que el involucramiento de grupos de personas sin formación científica en este tipo de proyectos lleva a los participantes a conseguir ciertas habilidades que les permite un acercamiento al entendimiento de la investigación científica, dentro de los cuales identifican las siguientes:

- Capacidad para recopilar datos de campo
- Registrar y observar consistentemente
- Usar instrumentos de medición
- Interés en la ciencia y la naturaleza
- Autoeficacia para la ciencia y la acción ambiental
- Motivación para la ciencia y la acción ambiental
- Habilidades de investigación científica
- Habilidades de interpretación de datos
- Conocimiento de la naturaleza de la ciencia
- Cuidado del medio ambiente (Bonney et al. 2016)

En torno a los aspectos indicados por los autores, se puede identificar que no se consideran habilidades relacionadas con factores más determinantes de la información, como por ejemplo el establecimiento de preguntas de investigación, el diseño de modelos de investigación, nociones relacionadas con el impacto del desarrollo de la ciencia y la tecnología en la sociedad, conocimientos en torno a cómo organizar investigaciones que atiendan asuntos que competan a su localidad, entre otros aspectos relacionados con al AC y el EPC.

En otro trabajo (J. L. Shirk et al., 2012) se exponen las implicaciones de involucrar a un voluntariado en modelos de investigación contributiva. Dentro de estas encuentran las siguientes:

- Bajo potencial para mejorar las capacidades de los interesados
- Mayor conocimiento del contenido y habilidades de investigación científica
- Apreciación participante de la complejidad de los ecosistemas y monitoreo de ecosistemas
- Indicaciones de cambios en las actitudes entre los grupos constituyentes
- Habilidades de monitoreo técnico incrementadas

Como se ha dicho, Allan Irwin (1995) fue uno de los primeros en promover el término de CC para mediados de los años 90. Irwin fundamenta su razón de la CC en la necesidad que tiene el ciudadano de adentrarse e involucrarse en asuntos que le competen de forma contextual, además de la necesidad que en algunos surge por intentar solucionar problemáticas sociales (Irwin, 1995). El autor desarrolla esta visión dentro del contexto de sociedad de riesgo y la atención medio ambiental, argumentando la imposibilidad, primero, de entendimiento social, y segundo, de acción pública.

Como lo nota Julieta Piña (2017) “el proyecto de ciencia ciudadana de Irwin intenta desahogar la necesidad que los ciudadanos tienen de protegerse del riesgo del avance científico y la necesidad que, por eso mismo, tienen de posicionarse y muchas veces de confrontarse con él” (p.55). Irwin (1995) pretendía incentivar las interacciones sociales entre expertos en ciencia y público no experto, para así poder crear una relación más estrecha entre ambos grupos, con la intención de desarrollar formas prácticas de fomentar una ciudadanía científica, considerada esta como la capacidad del ciudadano por atender a cuestiones de política pública referentes al desarrollo científico y tecnológico que lo afectan de forma contextual.

A diferencia de lo propuesto por Irwin, la CC característica de las iniciativas desarrolladas por los colaboradores del Laboratorio de Ornitología de Cornell, bajo la dirección de Rick Bonney, tienen como finalidad asignar tareas referentes esencialmente a la recopilación y clasificación de datos. Este modelo (contributivo) se ha posicionado como estereotipo para el resto de los proyectos implementados posteriormente bajo los principios de la CC.

A pesar de las semejanzas entre ambas visiones, existen algunas diferencias que son relevantes, como el porcentaje y las características de la participación de los ciudadanos voluntarios. Julieta Piña (2017) opina en este sentido que podemos encontrar tres diferencias entre las posturas desarrolladas por ambos autores, de las cuales solo retomaremos dos: la primera denota de manera precisa la lejanía entre ambas posturas, y nos lleva a reflexionar sobre el estado actual de los proyectos de ciencia ciudadana al decir que “están totalmente alejados de la idea de demanda y confrontación ciudadana, más aún de la idea de conocimientos generados por los propios ciudadanos para satisfacer sus necesidades” (p.90).

La segunda diferencia identificada por Piña (2017) entre lo expuesto por Irwin y Bonney, es que la concepción acerca de la CC difiere en cuanto al accionar del ciudadano. Lo que se observa en una mayoría de proyectos es la inclusión de un público no experto limitado a la recolección, clasificación o análisis de datos para proyectos masivos, una versión de ciencia ciudadana que se identifica en algunas ocasiones de la siguiente forma:

Más como el ciudadano recolectando datos de manera voluntaria para mega proyectos, que como el ciudadano repensando y orientando los objetivos, los instrumentos y los resultados de la investigación científica; más como el ciudadano emocionado por colaborar con la ciencia a través de su computadora o de las diversas aplicaciones en su celular, que como la ciencia colaborando con las demandas concretas del ciudadano (p. 90)

Es posible observar una tendencia que sigue estos lineamientos, pero de igual forma se pueden identificar algunos proyectos de CC en donde se invita al público a

deliberar de forma colectiva, con base en los datos obtenidos por ellos mismos, para llevar a cabo la toma de decisiones con referencia a la solución de problemáticas sociales o medioambientales.

Por otro lado, los proyectos desarrollados siguiendo los preceptos establecidos por el Laboratorio de Cornell, presentan resultados limitados pero significativos en cuanto a incrementos en niveles de entendimiento y AC (Bonney et al., 2016), en estudios recuperados por Bonney et al., (2016) se muestran ligeras señas de mayor entendimiento del proceso llevado a cabo en investigaciones científicas.

Sin embargo, aún a pesar de su limitado impacto en cuestiones de EPC y AC, estos proyectos siguen siendo innovadores en esta área, pues permiten fomentar, observar y llevar registro de la participación y las implicaciones que esta trae al público de la ciencia y al desarrollo de la ciencia en sí misma. En final de cuentas, el objetivo siempre ha sido generar nuevas formas de acercamiento entre público y ciencia, en donde se genere información de valor para la ciencia pero además se genere cierta educación o incremento en el EPC de quien participa.

Al analizar ambas visiones, la de Irwin y la de Bonney, se percibe un interés claro por influir de forma considerable en la relación entre ciencia y sociedad, especialmente en la capacidad de crear nuevas formas de relación entre expertos y ciudadanos con la finalidad de que estos últimos adquieran ciertas capacidades y conocimientos relativos a la ciencia, permitiéndoles así desarrollar la facultad de involucrarse ya sea en cuestiones de política pública (Irwin) o en procesos de investigación científica (Bonney). Recordemos en este sentido que el contexto en donde surgen estas propuestas inclusivas, es temporalmente posterior al surgimiento de una serie de movimientos preocupados por la percepción pública de la ciencia donde surgen los conceptos de AC y EPC.

Como es posible notar, la CC se ha concebido como una forma de estructurar asociaciones entre expertos en ciencias y aficionados principalmente bajo el modelo contributivo en el cual se reparten tareas referentes al proceso de generación, sistematización y análisis de datos. Una de las principales intenciones de quienes diseñan proyectos de CC es generar un impacto en la educación del voluntario en

temas referentes a ciencia y tecnología (Bonney et al., 2009). Sin embargo como se ha mostrado recientemente, el campo de la AC y el EPC tal vez no se vean significativamente alterados por la participación en algún proyecto de CC (Bonney et al. 2016). Aun así, la configuración de proyectos bajo estos enfoques resulta ser una de las alternativas posibles a partir de las cuales se está fomentando un acercamiento de inexpertos al campo de la ciencia. Para estos casos, este acercamiento se da a nivel metodológico.

Otros modelos de investigación incorporan al ciudadano en la realización de más tareas en el proceso de la investigación. Existen por una parte los proyectos bajo el modelo contractual en donde los ciudadanos identifican un problema de investigación y solicitan a un grupo de expertos lleven a cabo la investigación en torno a esta pregunta y les presente los resultados. Este modelo fue identificado como *Science-Shop* y se popularizó en Europa para los años 80 (Leydesdorff & Ward, 2005). Para este modelo el ciudadano no participa generando datos sino diseñando las preguntas y los problemas de investigación de acuerdo a situaciones contextuales que lo afectan.

Una modelo más es el identificado como participativo activo (Cooper et al., 2007; Cornwall & Jewkes, 1995). Para este modelo, el ciudadano participa con el experto en todas las fases del desarrollo de la investigación, empezando por la determinación de un objeto de investigación pertinente para su situación de acuerdo al contexto donde habita, y posterior a esto, se pasan a diseñar planes de acción para transformar el contexto con base en los resultados arrojados por la investigación (Cooper et al., 2007; Cornwall & Jewkes, 1995)

Estos modelos incitan a una mayor participación por parte del voluntario, quien en la mayoría de las ocasiones es miembro de la comunidad en donde se realiza la investigación.

Como se observa, los modelos se integran entorno a como participan los voluntarios en la secuencia metódica de proyectos de investigación concretos. Cada modelo distinto trae consigo diferentes implicaciones metodológicas que repercuten en el desarrollo de la ciencia, así como en el EPC y la AC. Cada proyecto en específico

tiene una aportación en si tanto para el ámbito científico como para el ámbito social. Aunque, probablemente resulte más provechoso para la ciudadanía participante colaborar en la mayor cantidad de momentos relacionados con la investigación científica, esto es desde la identificación de un problema a investigar, el diseño de cómo llevar esta investigación a cabo, la realización, el análisis de los resultados. Pero de igual forma es necesario invitar a desarrollar proyectos con mayores niveles de participación en cuestiones de política pública relacionadas al desarrollo de la ciencia y la tecnología, para así conformar una ciudadanía científica más acorde con lo propuesto en la alternativa de Allan Irwin.

Por otro lado, hay proyectos de CC que intentan no solo contribuir a la generación de insumos de información para la producción de artículos académicos. Hay proyectos que tienen una dimensión práctica en el sentido en que convierten al ciudadano no solo en participe activo como recolectores de información, sino al mismo tiempo lo convierten en un agente de cambio (Paulos et al., 2009), involucrándolo en cuestiones de políticas públicas.

Por ejemplo, está el urbanismo participativo, configurado dentro de los principios de la CC (Paulos et al., 2009), pero diferente del método contributivo, se enfoca más directamente en el potencial de las tecnologías móviles emergentes, urbanas y personales, para permitir la acción ciudadana al acceder a la medición abierta, el intercambio y la remezcla de elementos de la vida urbana, marcados porque requieren o involucran la participación, especialmente brindando la oportunidad para el ciudadano de participar, intercambiar y opinar. El urbanismo participativo promueve nuevos estilos y métodos para que los ciudadanos individuales se vuelvan proactivos en su participación con su ciudad, con su vecindario (Paulos et al., 2009). Algunos ejemplos son: proporcionar kits de herramientas de hardware centrados en dispositivos móviles para que los no expertos se conviertan en autores de nuevos objetos urbanos cotidianos; generar herramientas de diálogo basadas en necesidades individuales y colectivas en torno al uso deseado de espacios verdes urbanos; o empoderar a los ciudadanos para recopilar y compartir datos de calidad

del aire medidos con dispositivos móviles con sensor habilitado, como es el caso de NoisTube (Diner, 2002).

Otro caso de proyecto un proyecto fundado en la participación con una dimensión práctica es *GovLab* (<http://www.thegovlab.org/>), fundado en la Universidad de Nueva York, EE. UU. *GovLab* es definido como una comunidad en línea que usa tecnología e innovación para resolver problemas de dominio público, que intenta comprender, entre algunas cosas, cómo las compañías estadounidenses usan datos abiertos del gobierno (OCDE, 2015). A través de esta comunidad, organizaciones e individuos, incluidos entre otros los gobiernos y las personas, se han reunido para trabajar de manera más abierta, colaborativa, efectiva y legítima para la toma de decisiones y la resolución de problemas públicos, esto a través de nuevos avances en tecnología y ciencia que permiten conformar este tipo de colaboraciones que pueden llegar a transformar el diseño de políticas públicas (<http://www.thegovlab.org/>).

De esta forma, se puede identificar como es que existen múltiples modelos a partir de los cuales se configuran los proyectos de CC. Dentro de estos, el método contributivo ha adquirido cierta popularidad. Esto podría ser debido a la eficiencia en la generación de grandes cantidades de información. Esto no significa que el conocimiento generado a partir de estos proyectos se pueda validar en su totalidad, verificando así su precisión y validez, incluso podría decirse que presentan un andamiaje frágil. Aun así, este tipo de métodos en línea comienzan a utilizarse cada vez con mayor frecuencia, y con mayores cantidades de individuos colaborando a lo largo de todo el mundo, para realizar tareas como monitorear, contabilizar y clasificar. Estas tareas se favorecen de la participación mediada por las TIC, las cuales se presentan al voluntario y a los expertos como instrumentos para la generación de información sobre objetos de estudio determinados.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La investigación científica actual está involucrando cada vez más el modelo conocido como Ciencia Ciudadana, en donde colaboran tanto científicos como ciudadanos sin dicha formación, modelo que esta revolucionado las alternativas de generar información en línea. Debido a que el surgimiento de este tipo de proyectos se dio hace apenas unos años (finales del siglo XX), a la fecha existe dificultad para identificar un cuerpo teórico y metodológico consolidado.

Por ello, esta investigación tuvo por objetivo analizar el método de investigación utilizado en CC, detectar sus componentes de investigación y las implicaciones metodológicas cuando se incorporan recursos informáticos y Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC) para su trabajo en línea, ello a partir del Estudio de Caso *eBird*, proyecto representativo y emblemático de la CC, lo que permitirá fundamentar su estructura metodológica.

El presente trabajo permitió identificar que los proyectos de CC pueden tener diferentes clasificaciones (véase 1.2, Tabla 2 y Tabla 3): de acuerdo a diversos autores se pueden dividir en contractuales, contributivos, colaborativos, de creación conjunta y contribuciones colegiales. En la presente tesis nosotros propusimos a partir de un estudio una categorización basada en actores y recursos tecnológicos, dividida en: Juegos interactivos, Recopilación masiva de información y Caracterización de datos; identificados en la Tabla 4.

De la misma manera, se identificó que la metodología científica para realizar proyectos en CC es similar a la metodología convencional en cuanto a que se tiene una estructura base, de pregunta de investigación, observación controlada, recopilación sistematizada de información, análisis de datos, difusión de resultados, etapas que también se observaron en el caso del Proyecto *eBird* (Capítulo 2). Pero su complejidad en cuanto a su objeto de estudio, duración temporal, número de actores involucrados y tecnologías incorporadas, va a dar como resultado nuevas formas de participación en línea.

En cuanto a las diferencias con la metodología científica convencional se puede decir que los procesos de observación y recopilación de información son más limitados. Esto debido a que no se sabe con cuánto conocimiento cuenta quien participará en el proyecto de forma voluntaria, al mismo tiempo que al diseñarse los protocolos de observación, se debe tomar en consideración que probablemente quien lleve la observación a cabo no cuenta con un conocimiento especializado acerca de lo que va a observar. De esta manera, el conocimiento teórico del voluntario acerca de lo que está observando resulta ser determinante.

Para entender mejor a la CC y sus manifestaciones virtuales, en este trabajo se propuso un esquema donde se integran los actores, las tecnologías y el método llevado a cabo en proyectos en línea identificados bajo el modelo contributivo, expuesto en otros trabajos (Capítulo 3). Este esquema es propuesto con la finalidad de sustentar ciertas bases para el diseño de investigaciones futuras con las características de la CC en línea, así como para identificar ciertas implicaciones metodológicas de este modelo, dentro de ellas algunas limitantes y algunas ventajas (véase 3.3).

Como primera implicación, se identifica a partir del caso estudiado y de otros trabajos, cómo en modelos contributivos se limita al voluntario a la recolección y generación de datos, y se le deja fuera del resto de las fases o tareas que conforman el método de la investigación. Esto conlleva una participación condicionada y delimitada por intereses de científicos. Además, esta participación está determinada para ser de fácil realización. Lo cual simplifica el actuar del voluntario a ciertos criterios específicos, imposibilitando así una participación en actividades más complejas y concluyentes para la investigación, como la determinación del problema de investigación, y por tanto del objeto de estudio, o el análisis de los resultados.

Como otra limitante, se identifica que en este tipo de proyectos se pierde en cuanto a grados de precisión. Esto se puede deber en parte a la falta de preparación académica -y por tanto de conocimientos específicos- de parte de algunos participantes. Como se observa, la información suministrada por voluntarios se

somete a diversos procedimientos de verificación, y aún a pesar de esto no se pueden establecer certezas.

De igual forma se identifica como limitante para el método contributivo el hecho de que el voluntario no alcanza altos niveles de Entendimiento Público de la Ciencia (EPC) y Alfabetización Científica (AC), y por tanto no adquiere la capacidad de colaborar en cuestiones referentes al desarrollo científico y tecnológico que competen a su contexto social. Lo que se ha encontrado en algunos trabajos es que los voluntarios adquieren ciertas capacidades específicas relacionadas con el proceso de la investigación científica, así como ciertos conocimientos relativos al objeto abordado por el proyecto.

En torno a las cualidades identificadas con relación al método contributivo en línea, se puede decir que algunas de ellas resultan ser ventajosas para el reforzamiento de ciertas investigaciones. Dentro de estas se puede decir que con relación a ciertos objetos y tareas específicas se gana en cuanto a niveles de corroboración cuantitativamente significativa. En algunos casos se ha demostrado que el incremento en el número de participantes favorece los resultados del proyecto. De esta forma, mientras más personas estén involucradas, se obtendrá un mayor reforzamiento empírico. Si el número de aportaciones incrementa –por ejemplo al clasificar una galaxia o identificar a una especie de ave específica- el número de datos para realizar comparaciones -y por tanto de deducciones más certeras- incrementa.

Asimismo, casos como el abordados aquí, *eBird*, actualmente representan además una alternativa para hacer comparaciones de observaciones anuales. En *eBird* se tienen registros desde el año 2002, y en los últimos años la participación ha incrementado notablemente. Esto ha permitido nuevas formas de contrastar la información recolectada a lo largo del tiempo. Esta escala temporal es permitida gracias a que este tipo de proyectos almacenan su información en bases de datos informáticas.

De igual forma, se sabe que la CC en línea representa una reducción de costos con relación a la generación de datos. Repartir la realización de tareas específicas

relacionadas a la generación, recopilación o clasificación de datos a un grupo de voluntarios, resulta ser ventajoso pues estas tareas pueden ser realizadas por ellos a través de tecnologías concretas, y, además, estos no exigen un pago o una recompensa por llevarlas a cabo. Esto ha sido aprovechado por numerosos científicos y aficionados participando en megaproyectos sustentados bajo el voluntariado en línea, como es el caso del *crowdsourcing*.

En la aplicación del método contributivo se han visto favorecidas principalmente las áreas de la biología (en el monitoreo de especies), la ecología (en el monitoreo de recursos y ecosistemas), astrología y en mayor medida el área de la ornitología.

Además, podría considerarse como ventajoso el hecho de que a partir de este tipo de proyectos se da lugar a un acercamiento del público a la ciencia. A pesar de ser mínimo el nivel de incremento en el EPC, ese nivel representa más para la sociedad que mantener las investigaciones científicas cerradas solamente a aquellos quienes dedican toda su vida a hacerlo. No es una alternativa que genere como resultado los niveles ideales de EPC y AC en quienes participan voluntariamente. Sin embargo, evidentemente la CC en línea resulta ser una alternativa fructífera para el ámbito científico y una forma innovadora de acercar al público a la ciencia, y al momento de generar otro tipo de relaciones entre expertos y no expertos.

Para trabajos ulteriores en la conformación de proyectos de CC en línea, se propone retomar cualidades de otros modelos de investigación donde se incremente la participación del público. Es decir, ir más allá del modelo contributivo, y pasar a retomar otros modelos donde se incluye al público en otras acciones más determinantes en la investigación. Como el modelo contractual, donde miembros de la comunidad determinan el problema de investigación y se solicita a científicos expertos lleven a cabo la investigación pertinente. Se podría retomar también del modelo de participación acción, donde, además de llevar a cabo una investigación siguiendo los intereses de los miembros de la comunidad, se pasa a integrar un plan de acción con la finalidad de transformar la realidad. De este modelo se podría retomar la problematización de la investigación con relación a la necesidad de cambio en asuntos contextuales, donde se pretende una transformación a través de

la participación colectiva en la mediación de problemáticas sociales. Integrar cualidades de otros modelos podría significar el diseño de proyectos con un sentido práctico, basado en las necesidades de transformación y adquisición de conocimientos presentes en las comunidades involucradas.

De igual forma, para futuros trabajos, se invita a los investigadores a diseñar proyectos de CC en línea tomando como referencia el esquema aquí propuesto pero que al mismo tiempo se busque aterrizar objetivos prácticos para atender a cuestiones contextuales que afectan directamente al ciudadano que participa como voluntario, esto significa diseñar proyectos en función de problemas y preguntas planteadas por los miembros de la comunidad en la cual se pretende se desarrolle el estudio. Se recomienda tomar en consideración, que este tipo de participación podría resultar ventajosa en un futuro para realizar investigaciones en torno a diversas problemáticas contextuales como por ejemplo la recuperación de espacios públicos, el monitoreo del uso de recursos naturales, la evaluación del estado de los ecosistemas, el monitoreo de la distribución de las especies, la resolución de problemas interpersonales y el diseño de políticas públicas.

BIBLIOGRAFÍA

- Adesh, K., Ankit, S., & Amita, K. (2019). Using citizen science in assessing the distribution of Sarus Crane (*Grus antigone antigone*) in Uttar Pradesh, India. *International Journal of Biodiversity and Conservation*, 11(2), 58–68.
<https://doi.org/10.5897/ijbc2018.1245>
- Asociación Estadounidense para el Avance de la Ciencia. (1993). *Benchmark in science literacy*. Oxford: Orxford University Press.
- Biggs, S. (1989). *Resource Poor-Farmer participation in research: A synthesis of experiences from Nine National Agricultural Research Systems*. International Service for National Agricultural Research.
- Bonney, R., Cooper, C. B., Dickinson, J., Kelling, S., Phillips, T., Rosenberg, K. V, & Shirk, J. (2009). Citizen Science: A Developing Tool for Expanding Science Knowledge and Scientific Literacy. *BioScience*, 59(11).
<https://doi.org/10.1525/bio.2009.59.11.9>
- Bonney, R., Phillips, T. B., Ballard, H. L., & Enck, J. W. (2016). Can citizen science enhance public understanding of science? *Public Understanding of Science*, 25(1), 2–16. <https://doi.org/10.1177/0963662515607406>
- Buman, M. P., Winter, S. J., Sheats, J. L., Hekler, E. B., Otten, J. J., Grieco, L. A., & King, A. C. (2013). The Stanford Healthy Neighborhood Discovery Tool A Computerized Tool to Assess Active Living Environments. *AMEPRE*, 44(4), e41–e47. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2012.11.028>
- Bunge, M. (1996). *La ciencia; su método y su filosofía*. Patria.
- Callaghan, C. T., & Brooks, D. M. (2018). History, Current Distribution, and Status

of the Egyptian Goose (*Alopochen aegyptiaca*) In the Contiguous United States . *The Southwestern Naturalist*, 62(4), 296–300.

<https://doi.org/10.1894/0038-4909-62.4.296>

Callon, M. (1999). The Role of Lay People in the Production and Dissemination of Scientific Knowledge. *Science Technology & Society*, 4(1), 81–94.

<https://doi.org/10.1177/097172189900400106>

Cegarra, J. (2004). *Metodología de la investigación científica y tecnológica*. Diaz de Santos.

Chrisinger, B. W., & King, A. C. (2018). Stress experiences in neighborhood and social environments (SENSE): a pilot study to integrate the quantified self with citizen science to improve the built environment and health. *International Journal of Health Geographics*, 1–14. [https://doi.org/10.1186/s12942-018-](https://doi.org/10.1186/s12942-018-0140-1)

0140-1

Cohen, M., & Nagel, E. (1984). *An introduction to logic and scientific method*. Allied publishers private limited. [https://doi.org/10.1016/b978-0-444-86580-9.50014-](https://doi.org/10.1016/b978-0-444-86580-9.50014-8)

8

Cooper, C. B., Dickinson, J., Phillips, T., & Bonney, R. (2007). Citizen science as a tool for conservation in residential ecosystems. *Ecology and Society*, 12(2).

<https://doi.org/10.5751/ES-02197-120211>

Cornwall, A., & Jewkes, R. (1995). *What is participatory research? Soc. Scz Med.*

Recuperado a partir de

[http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.493.9255&rep=rep1
&type=pdf](http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.493.9255&rep=rep1&type=pdf)

Coxen, C. L., Frey, J. K., Carleton, S. A., & Collins, D. P. (2017). Species

distribution models for a migratory bird based on citizen science and satellite tracking data. *Global Ecology and Conservation*, 11, 298–311.

<https://doi.org/10.1016/J.GECCO.2017.08.001>

Cutcliffe, S. (2003). *Ideas, máquinas y valores; Los estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad*. Barcelona: Anthropos.

Dehnen-Schmutz, K., Foster, G. L., Owen, L., & Persello, S. (2016). Exploring the role of smartphone technology for citizen science in agriculture. *Agronomy for Sustainable Development*, 36(2), 1–9. <https://doi.org/10.1007/s13593-016-0359-9>

Dickinson, J. L., Zuckerberg, B., & Bonter, D. N. (2010). Citizen Science as an Ecological Research Tool: Challenges and Benefits. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 41(1), 149–172.

<https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-102209-144636>

Echeverría, J. (2003a). *La revolución tecnocientífica*. Fondo de cultura económica.

Echeverría, J. (2003b). Tecnociencias de la información y participación ciudadana. *Isegoría*, 28, 73–92.

Fink, D., Damoulas, T., & Dave, J. (2013). Adaptive Spatio-Temporal Exploratory Models: Hemisphere-Wide Species Distributions from Massively Crowdsourced eBird Data. En *Proceedings of the Twenty-Seventh AAAI Conference on Artificial Intelligence Adaptive*. Recuperado a partir de www.aaai.org

Fink, D., Hochachka, W. M., Iliff, M. J., Wood, C. L., Sullivan, B. L., Rosenberg, K. V, ... Kelling, S. (2009). Obtaining New Insights for Biodiversity Conservation from Broad-Scale Citizen Science Data.

<https://doi.org/10.1038/npre.2009.3967.1>

Fink, D., Hochachka, W. M., Zuckerberg, B., Winkler, D. W., Shaby, B., Munson, M. A., ... Kelling, S. (2010). *Spatiotemporal exploratory models for broad-scale survey data*. *Ecological Applications* (Vol. 20). Recuperado a partir de <http://www.ebird.org>

Fitzpatrick, J., Gill, F., Powers, M., Wells, J., & Rosenberg, K. (2002). Introducing eBird : The Union of Passion and Purpose. *North American Birds*, 56(1), 11–12. Recuperado a partir de <http://birdsource.org>

Fourez, G. (2005). *Alfabetización científica y tecnológica; acerca de las finalidades de la enseñanza de la ciencia*. Buenos Aires: Colihue.

Franco, J. (2012). Online Gaming for Understanding Folding, Interactions, and Structure. *Journal of Chemical Education*, 89(12), 1543–1546.
<https://doi.org/10.1021/ed200803e>

Franzoni, C., Sauermann, H., Azoulay, P., Crain, R., Haeussler, C., Khatib, F., ... Urbina, J. (2012). *Crowd Science: The Organization of Scientific Research in Open Collaborative Projects*. Recuperado a partir de <http://ssrn.com/abstract=2167538>
<http://ssrn.com/abstract=2167538>

Gilfedder, M., Robinson, C. J., Watson, J. E. M., Campbell, T. G., Sullivan, B. L., & Possingham, H. P. (2019). Brokering Trust in Citizen Science. *Society and Natural Resources*, 32(3), 292–302.
<https://doi.org/10.1080/08941920.2018.1518507>

Gjerdrum, C., Loch, J., & Fifield, D. A. (2018). The Recent Invasion of Cory's Shearwaters into Atlantic Canada. *Northeastern Naturalist*, 25(4), 532.
<https://doi.org/10.1656/045.025.0402>

- Gortari, de. E. (1983). *Metodología general y métodos especiales*. Barcelona: Océano.
- Gutiérrez, R. (2006). *Introducción al método científico*. México: Editorial Esfinge.
- Hand, E. (2010). Citizen science: People power. *Nature*, 466(August), 685–688.
<https://doi.org/10.1038/news.2010.106>
- Hergenrather, K. C., Rhodes, S. D., Cowan, C. A., Bardhoshi, G., & Pula, S. (2009). Photovoice as community-based participatory research: A qualitative review. *American Journal of Health Behavior*, 33(6), 686–698.
<https://doi.org/10.5993/AJHB.33.6.6>
- Herrera, H., Pastur, M., Cristóbal, J., & Vanessa, M. (2017). *ESTIMACIÓN DE LA FUNCIÓN AMBIENTAL DE LOS PAISAJES BOSCOSOS Y ESTEPARIOS DE TIERRA DEL FUEGO A TRAVÉS DE LA CARACTERIZACIÓN DE SU AVIFAUNA USANDO DATOS DE eBIRD*. Recuperado a partir de <http://ebird.org/>
- Hochachka, W. M., Fink, D., Hutchinson, R. A., Sheldon, D., Wong, W.-K., & Kelling, S. (2011). Data-intensive science applied to broad-scale citizen science. *Trends in Ecology & Evolution*, 27(2), 130–137.
<https://doi.org/10.1016/j.tree.2011.11.006>
- Horns, J. J., Adler, F. R., & Şekercioğlu, Ç. H. (2018). Using opportunistic citizen science data to estimate avian population trends. *Biological Conservation*, 221(October 2017), 151–159. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2018.02.027>
- Irwin, A. (1995). *Citizen science; a study of People, Expertise and Sustainable Development*. Londres: Routledge.
- Jordan, R., Crall, A., Gray, S., Phillips, T., & Mellor, D. (2015). Citizen science as a

distinct field of inquiry. *BioScience*, 65(2), 208–211.

<https://doi.org/10.1093/biosci/biu217>

Khatib, F., DiMaio, F., Kazmierczyk, M., Gilski, M., Krzywda, S., Zabranska, H., ...

Struct Mol Biol Author manuscript, N. (2013). Crystal structure of a monomeric retroviral protease solved by protein folding game players. *Nat Struct Mol Biol*, 18(10), 1175–1177. <https://doi.org/10.1038/nsmb.2119>

Kobori, H., Dickinson, J. L., Washitani, I., Sakurai, R., Amano, T., Komatsu, N., ...

Miller-Rushing, A. J. (2016). Citizen science: a new approach to advance ecology, education, and conservation. *Ecological Research*, 31(1), 1–19. <https://doi.org/10.1007/s11284-015-1314-y>

Kullenberg, C., & Kasperowski, D. (2016). What is citizen science? - A

scientometric meta-analysis. *PLoS ONE*, 11(1), 1–16. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0147152>

La Sorte, F. A., & Fink, D. (2017). Migration distance, ecological barriers and en-

route variation in the migratory behaviour of terrestrial bird populations. *Global Ecology and Biogeography*, 26(2), 216–227. <https://doi.org/10.1111/geb.12534>

Legrand, M., & Chlou, F. (2016). Citizen science, participatory research, and

naturalistic knowledge production: Opening spaces for epistemic plurality (an interdisciplinary comparative workshop in France at the Muséum national d'Histoire naturelle ["National museum of natural History"]). *Environmental Development*, 20(October), 59–67.

<https://doi.org/10.1016/j.envdev.2016.10.002>

Leydesdorff, L., & Ward, J. (2005). Science shops: A kaleidoscope of science-

society collaborations in Europe. *Public Understanding of Science*, 14(4), 353–

372. <https://doi.org/10.1177/0963662505056612>

Liboiron, M., Liboiron, F., Wells, E., Richárd, N., Zahara, A., Mather, C., ... Murichi, J. (2016). Low plastic ingestion rate in Atlantic cod (*Gadus morhua*) from Newfoundland destined for human consumption collected through citizen science methods. *Marine Pollution Bulletin*, 113(1–2), 428–437.

<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.10.043>

Lintott, C. J., Schawinski, K., Slosar, A., Land, K., Bamford, S., Thomas, D., ...

Vandenberg, J. (2008). Galaxy Zoo: morphologies derived from visual inspection of galaxies from the Sloan Digital Sky Survey. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 389(3), 1179–1189.

<https://doi.org/10.1111/j.1365-2966.2008.13689.x>

Lloyd, J. D. (2018). The recent expansion of Fox Sparrow (*Passerella iliaca iliaca*) breeding range into the northeastern United States. *PeerJ*, 6.

<https://doi.org/10.7717/peerj.6087>

Maclean, K., & Cullen, L. (2009). Research methodologies for the co-production of knowledge for environmental management in Australia. *Journal of the Royal Society of New Zealand*, 39(4), 205–208.

<https://doi.org/10.1080/03014220909510581>

Nielsen, M. (2012). *Reinventing discovery; the new era of networked science*.

Princeton: Princeton University Press.

OCDE. (2015). Making open science a reality. En *ALPSP International Conference* (pp. 1–108).

Paulos, E., Honicky, R. J., & Hooker, B. (2009). Citizen Science: Enabling

Participatory Urbanism. En *Urban informatics: Community Integration and*

Implementation. Recuperado a partir de

<https://pdfs.semanticscholar.org/7a60/9f5fce9cf6b0df91d33b8c8b80d121a2f35e.pdf>

Piña, J. (2017). Ciencia ciudadana como emprendimiento de la ciencia abierta : el riesgo del espectáculo de la producción y el acceso al dato . Hacia otra ciencia ciudadana of production and the access to data . Towards another citizen science. *Liinc em Revista*, (3000), 47–58.

Rau, J., & Rodríguez, J. (2018). Situación poblacional del pelícano peruano (*Pelecanus thagus*) en Chile: prospección inicial.

Ries, L., & Oberhauser, K. (2015). A citizen army for science: Quantifying the contributions of citizen scientists to our understanding of monarch butterfly biology. *BioScience*, 65(4), 419–430. <https://doi.org/10.1093/biosci/biv011>

Rosas, L. G., Salvo, D., Winter, S. J., Cortes, D., Rivera, J., Rodriguez, N. M., & King, A. C. (2016). Harnessing Technology and Citizen Science to Support Neighborhoods that Promote Active Living in Mexico. *Journal of Urban Health*, 93(6), 953–973. <https://doi.org/10.1007/s11524-016-0081-6>

Russell, B. (1975). *La perspectiva científica*. ePubLibre. Recuperado a partir de [http://mimosa.pntic.mec.es/~sferna18/EJERCICIOS/2015-16/Bertrand-Rusell_La_perspectiva_cientifica-\(resumen\).pdf](http://mimosa.pntic.mec.es/~sferna18/EJERCICIOS/2015-16/Bertrand-Rusell_La_perspectiva_cientifica-(resumen).pdf)

Russell, B. (1982). La perspectiva científica. *Revista de Filosofía*, 143–145.

Recuperado a partir de

<https://revistas.uchile.cl/index.php/RDF/article/viewFile/46292/48293>

See, L., Mooney, P., Foody, G., Bastin, L., Comber, A., Estima, J., ... Mil, G. (2016). Crowdsourcing , Citizen Science or Volunteered Geographic

- Information ? The Current State of Crowdsourced Geographic Information.
<https://doi.org/10.3390/ijgi5050055>
- Sheldon, D., Elmohamed, M. A. S., & Kozen, D. (2008). *Collective Inference on Markov Models for Modeling Bird Migration*. Recuperado a partir de <http://www.avianknowledge.net/visualization>
- Shirk, J., & Bonney, R. (2015). Citizen Science Framework Review, (November). Recuperado a partir de [https://my.usgs.gov/hd/sites/default/files/publications/Shirk Bonney 2015 USFWS Citizen Science Framework independent science review.pdf](https://my.usgs.gov/hd/sites/default/files/publications/Shirk_Bonney_2015_USFWS_Citizen_Science_Framework_independent_science_review.pdf)
- Shirk, J. L., Ballard, H. L., Wilderman, C. C., & Phillips, T. (2012). Public Participation in Scientific Research : A Framework for Deliberate Design. *Ecology And Society*, (June). <https://doi.org/10.5751/ES-04705-170229>
- Silvertown, J. (2009). A new dawn for citizen science, 467–471.
- Steinke, J., van Etten, J., & Zelan, P. M. (2017a). The accuracy of farmer-generated data in an agricultural citizen science methodology. *Agronomy for Sustainable Development*, 37(4), 32. <https://doi.org/10.1007/s13593-017-0441-y>
- Steinke, J., van Etten, J., & Zelan, P. M. (2017b). The accuracy of farmer-generated data in an agricultural citizen science methodology The accuracy of farmer-generated data in an agricultural citizen science methodology. *Agronomy for Sustainable Development*, (July). <https://doi.org/10.1007/s13593-017-0441-y>
- Sullivan, B., Aycrigg, J., Barry, J., Bonney, R., Bruns, N., Cooper, C., ... Kelling, S. (2014). The eBird enterprise: An integrated approach to development and

- application of citizen science. *Biological Conservation*, 169, 31–40.
<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2013.11.003>
- Sullivan, B., Iliff, M., Bonney, R., Fink, D., Sullivan, B. L., Wood, C. L., ... Kelling, S. (2009). eBird: A citizen-based bird observation network in the biological sciences. *Biological Conservation*, 2282–2292.
<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.05.006>
- Swanson, A., Kosmala, M., Lintott, C., Simpson, R., Smith, A., & Packer, C. (2015). Snapshot Serengeti , high-frequency annotated camera trap images of 40 mammalian species in an African savanna. *Scientific data*, 1–15.
<https://doi.org/10.1038/sdata.2015.26>
- Vitone, T., Stofer, K. A., Steininger, M. S., Hulcr, J., Dunn, R., & Lucky, A. (2016). School of Ants goes to college : integrating citizen science into the general education classroom increases engagement with science, 15(01), 1–24.
- Watson, D., & Floridi, L. (2018). Crowdsourced science : sociotechnical epistemology in the e-research paradigm. *Synthese*, 195(2), 741–764.
<https://doi.org/10.1007/s11229-016-1238-2>
- Wiggins, A., Bonney, R., Lebuhn, G., Parrish, J. K., & Weltzin, J. F. (2018). A Science Products Inventory for Citizen-Science Planning and Evaluation. *BioScience*, 68(6), 436–444. <https://doi.org/10.1093/biosci/biy028>
- Wiggins, A., & Crowston, K. (2011). From conservation to crowdsourcing: A typology of citizen science. *Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, 1–10.
<https://doi.org/10.1109/HICSS.2011.207>
- Worthington, J. P., Silvertown, J., Cook, L., Cameron, R., Dodd, M., Greenwood,

R. M., ... Skelton, P. (2012). Evolution MegaLab: A case study in citizen science methods. *Methods in Ecology and Evolution*, 3(2), 303–309.

<https://doi.org/10.1111/j.2041-210X.2011.00164.x>

Zheng, H., Hong, Y., Long, D., & Jing, H. (2017). Monitoring surface water quality using social media in the context of citizen science, 949–961.

<https://doi.org/10.5194/hess-21-949-2017>