

Venere Stefania Sanna, Cristina Capineri,
Giacomo-Maria Salerno, Michela Teobaldi

Citizen Science, territorio e comunità

Prospettive geografiche
per la ricerca e azione



FI
FI
FIRENZE
UNIVERSITY
PRESS

USiena
PRESS

OPEN GEO - GEOGRAFIA, ESPERIENZE E SOCIETÀ

- 1 -

OPEN GEO - GEOGRAFIA, ESPERIENZE E SOCIETÀ

Editor-in-Chief

Cristina Capineri, Università di Siena, Italia

Venere Stefania Sanna, Università di Siena, Italia

Scientific Board

Silvia Aru, Politecnico di Torino, Italia

Maria Attard, University of Malta, Malta

Andrea Ballatore, King's College, Regno Unito

Anikó Bernát, TARKI Social Research, Ungheria

Linda Basile, Università di Siena, Italia

Francesca Bianchi, Università di Siena, Italia

Filippo Celata, Sapienza Università di Roma, Italia

Chiara Certomà, Sapienza Università di Roma, Italia

Raffaella Coletti, Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), Italia

Annalisa Colombino, Ca' Foscari Università di Venezia, Italia

Giuseppe Forino, University of Salford, Regno Unito

Kevin Gonyop Kim, University of Applied Sciences and Arts Northwestern Switzerland (FHNW), Svizzera

Silvia Grandi, Università di Bologna, Italia

Anna Guarducci, Università di Siena, Italia

Lalita Kraus, Federal University of Rio de Janeiro, Brasile

Alessandra Manganelli, Universitat de Barcelona, Spagna e HafenCity Universität Hamburg, Germania

Marco Picone, Università di Palermo, Italia

Marisa Ponti, University of Gothenburg, Svezia

Federico Pulselli, Università di Siena, Italia

Antonio Paolo Russo, Rovira i Virgili University, Spagna

Giacomo-Maria Salerno, Università di Siena, Italia

João Teixeira, University of Porto, Portogallo

Alberto Vanolo, Università di Torino, Italia

Gözde Yildiz, Università di Siena, Italia

Venere Stefania Sanna, Cristina Capineri,
Giacomo-Maria Salerno, Michela Teobaldi

Citizen Science, territorio e comunità

Prospettive geografiche per la ricerca e azione

Citizen Science, territorio e comunità : prospettive geografiche per la ricerca e azione / Venere Stefania Sanna, Cristina Capineri, Giacomo-Maria Salerno, Michela Teobaldi. – Firenze : Firenze University Press ; Siena : USiena PRESS, 2025.

(Open Geo - Geografia, esperienze e società ; 1)

<https://books.fupress.com/isbn/9791221506983>

ISBN 979-12-215-0697-6 (Print)

ISBN 979-12-215-0698-3 (PDF)

ISBN 979-12-215-0700-3 (XML)

DOI 10.36253/979-12-215-0698-3

Graphic design: Alberto Pizarro Fernández, Lettera Meccanica SRLs

Front cover image: © Gaea Riondino



**UNIVERSITÀ
DI SIENA**
1240

Il presente manoscritto è un prodotto del progetto CS4Rivers, finanziato nell'ambito del National Recovery and Resilience Plan, Missione 4 Componente 2 Investimento 1.4, Bando di gara n. 3138 del 16 dicembre 2021, Decreto n. 3175 del 18 dicembre 2021, del Ministero dell'Università e della Ricerca e finanziato dall'Unione Europea - NextGenerationEU. La ricerca è stata supportata dal Progetto CN_00000033, Decreto di Concessione n. 1034 del 17 giugno 2022, adottato dal Ministero dell'Università e della Ricerca, CUP B63C22000650007, progetto National Biodiversity Future Center - NBFC.

Peer Review Policy

Peer-review is the cornerstone of the scientific evaluation of a book. All FUP - USiena PRESS's publications undergo a peer-review process by external experts under the responsibility of the Editorial Board and the Scientific Boards of each series (DOI 10.36253/fup_best_practice.3).


Referee List

In order to strengthen the network of researchers supporting FUP - USiena PRESS's evaluation process, and to recognise the valuable contribution of referees, a Referee List is published and constantly updated on FUP - USiena PRESS's website (DOI 10.36253/fup_referee_list).

USiena PRESS Editorial Board

Roberta Mucciarelli (President), Federico Barnabè, Massimiliano Guderzo, Emilia Maellaro, Federico Rossi, Paola Bernardini, Guido Badalamenti, Marta Bellucci (Managing editor).

Best Practice in Scholarly Publishing (DOI 10.36253/fup_best_practice)

 The online digital edition is published in Open Access on www.fupress.com.

Content license: except where otherwise noted, the present work is released under Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International (CC BY-SA 4.0: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode>). This license allows you to share any part of the work by any means and format, modify it for any purpose, including commercial, as long as appropriate credit is given to the author, any changes made to the work are indicated, derivative works are licensed under the same license and a URL link is provided to the license.

Metadata license: all the metadata are released under the Public Domain Dedication license (CC0 1.0 Universal: <https://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/legalcode>).

© 2025 Author(s)

Published by Firenze University Press and USiena PRESS

Powered by Firenze University Press
Università degli Studi di Firenze
via Cittadella, 7, 50144 Firenze, Italy
www.fupress.com

This book is printed on acid-free paper

Printed in Italy

A Muki Haklay,
maestro e compagno di studi e di ricerca,
architetto di ponti tra scienza e società,
per averci insegnato che la *Citizen Science*
è una bussola collettiva,
dove ogni dato racconta fiducia,
ogni mappa disegna comunità,
e ogni voce, anche la più sottile,
può fare la differenza.

Sommario

Introduzione	11
Capitolo 1	
I pilastri della <i>Citizen Science</i>	15
1.1 Le molteplici definizioni di <i>Citizen Science</i>	15
1.2 Prima della <i>Citizen Science</i>	20
Scheda 1.1 Il progetto Christmas Bird Count	22
1.3 I dieci principi della <i>Citizen Science</i>	23
1.4 I contesti geografici della <i>Citizen Science</i>	25
1.5 Le tipologie dei progetti di <i>Citizen Science</i>	29
Scheda 1.2 Open Science	33
Capitolo 2	
<i>Citizen Science</i> : attori, stakeholder e partecipazione	35
2.1 Attori e stakeholder della <i>Citizen Science</i>	35
Scheda 2.1 Chi sono i <i>citizen scientist</i> ?	36
2.2 L'analisi degli stakeholder	37
2.3 Le interazioni tra stakeholder e il modello a Quintupla Elica	40
2.4 <i>Citizen Science</i> e partecipazione	42
2.5 Le scale della partecipazione	43
2.6 Per una corretta lettura della partecipazione	46
2.7 Partecipazione e disuguaglianze	46
2.7.1 <i>Citizen Science</i> e livelli di istruzione	47
2.7.2 Disuguaglianze nella contribuzione	48
2.7.3 Coinvolgimento e competenze nella <i>Citizen Science</i>	51
2.8 Le motivazioni della partecipazione	53

Capitolo 3

Metodi, tattiche e strumenti	59
3.1 Un progetto di <i>Citizen Science</i> step by step	59
3.1.1 Definizione della domanda di ricerca	61
3.1.2 Progettazione della metodologia di raccolta dati	62
3.1.3 Individuazione e coinvolgimento degli stakeholder	66
Scheda 3.1 Una guida pratica per l'identificazione degli stakeholder	68
3.1.4 Training e raccolta dati	69
3.1.5 Validazione e analisi dei dati	72
3.1.6 Condivisione dei risultati e impatti	74
3.2 Piattaforme digitali e <i>Citizen Science</i>	76
3.2.1 FreshWater Watch	78
3.2.2 Ushahidi	80
3.2.3 OpenStreetMap	81

Capitolo 4

I dati della <i>Citizen Science</i>	85
4.1 Le trasformazioni nella produzione di informazione geografica	85
Scheda 4.1 Intelligenza collettiva e intelligenza connettiva	87
4.2 <i>Citizen Science</i> e produzione di conoscenza: dati <i>crowdsourced</i> e <i>Voluntereed Geographic Information</i>	89
Scheda 4.2 I dati come beni comuni (o <i>commons</i>)	91
4.3 Le componenti della <i>Voluntereed Geographic Information</i>	92
4.3.1 Il riferimento geografico e la partecipazione	94
4.3.2 Lo stock di contenuti	96
4.4 La <i>Voluntereed Geographic Information</i> nella <i>Citizen Science</i>	97
4.5 Le scale applicative della <i>Citizen Science</i>	103

Capitolo 5

La qualità dei dati nella <i>Citizen Science</i>	107
5.1 La qualità dei dati	107
5.2 Criteri di qualità	109
5.2.1 Qualità dei dati e proprietà intrinseche	110
5.2.2 Qualità dei dati e idoneità all'uso	111
5.3 Validazione e verifica dei dati	111
5.3.1 I momenti della validazione	112
5.3.2 I metodi della validazione	113
5.3.3 Metadati e interoperabilità	116
5.4 Protocolli per la raccolta dati	117
5.5 Esempi applicativi del controllo di qualità dei dati	119
5.5.1 La validazione dei dati in FreshWater Watch	119
5.5.2 La validazione dei dati in iNaturalist	120
5.6 Etica della <i>Citizen Science</i> e della gestione dei dati	122
5.6.1 Le norme che regolano gestione e protezione dei dati	122

5.6.2	Questioni etiche nella <i>Citizen Science</i> : diversità, equità e inclusione	125
5.6.3	Buone pratiche e linee guida per una ricerca etica	128
Capitolo 6		
	Ambiti di applicazione della <i>Citizen Science</i>	133
6.1	La <i>Citizen Science</i> come pratica transdisciplinare	133
6.2	<i>Citizen Science</i> e politiche pubbliche: un rapporto in evoluzione	136
6.3	Il contributo della <i>Citizen Science</i> al monitoraggio e al raggiungimento degli SDG	138
6.4	La <i>Citizen Science</i> nella pianificazione territoriale e urbana	142
6.4.1	La CS ‘per’ la pianificazione territoriale e urbana	143
6.4.2	La CS ‘con’ la pianificazione territoriale e urbana	147
6.5	Iniziative di <i>Citizen Science</i> per le scienze sociali	150
6.5.1	CoActuem per la Salut Mental (CoAct). La CS a supporto del sistema socioassistenziale	152
6.5.2	CocôZap. La CS nelle <i>favelas</i> brasiliane	153
6.5.3	Citizen Science for Rivers (CS4Rivers). La CS per monitorare, preservare e ripristinare la biodiversità fluviale	154
6.5.4	D-NOSES. La CS per il monitoraggio degli odori	155
6.5.5	Let Girls Map. Humanitarian Extreme CS al servizio delle questioni di genere	156
6.5.6	Citizen Science Study of Overflight Noise From New and Old generation Aircraft at London City Airport. CS, <i>citizen-led initiative</i> e monitoraggi in tempo reale per affrontare questioni sociali urgenti	157
6.5.7	OpenLitterMap. CS per la mappatura globale dei rifiuti rilasciati in natura	158
6.5.8	Safecast. <i>Crowdsourcing</i> per il monitoraggio delle radiazioni	158
6.5.9	Sapelli. Extreme CS per il monitoraggio della fauna selvatica e la lotta al bracconaggio	159
6.5.10	The Hamra Neighbourhood Profile. CS, data-driven policy e SDG alla scala locale	160
6.5.11	Welcome Gladiators (WeGlad). La CS per un mondo senza barriere architettoniche	161
	Riferimenti bibliografici	163
	Indice dei nomi e delle cose notevoli	193

Introduzione

Negli ultimi decenni la *Citizen Science* (CS), grazie alla sua essenza di ponte tra la ricerca accademica e la partecipazione attiva dei cittadini, ha acquisito una crescente rilevanza nel panorama scientifico e sociale. Questa pratica, che vede il coinvolgimento di volontari nella raccolta, analisi e interpretazione dei dati scientifici, sta trasformando il modo in cui la conoscenza viene prodotta e utilizzata (Hecker et al. 2018), contribuendo alla democratizzazione della scienza (Irwin 1995) e alla promozione di politiche pubbliche basate su evidenze scientifiche.

In molti ambiti della ricerca scientifica, non esperti e volontari sono reclutati per osservare e monitorare sia aspetti della vita quotidiana (abitudini, condizioni di salute, spese e consumi, sentimenti ecc.) che dell'ambiente che li circonda. Persone esterne al mondo della scienza sono così chiamate a partecipare ad attività di ricerca nei campi più disparati – dalle scienze sociali alla medicina, dalle scienze della vita all'economia – attraverso una pluralità di strumenti – come interviste, focus group, sondaggi di opinione, sperimentazioni mediche e così via.

Ma la CS, in quanto scienza dei (e per i) cittadini, non si limita alla mera 'contribuzione' di un'ampia platea di non esperti. Piuttosto, essa si esplica mediante la 'partecipazione', laddove i *citizen scientist* (con il proprio sforzo intellettuale, le proprie conoscenze e risorse) prendono attivamente parte ad attività scientifiche volte alla produzione di nuova conoscenza, instaurando una collaborazione organica con scienziati e professionisti (Haklay 2013; Vohland et al. 2021).

Il contributo che la CS dà e può dare alla ricerca scientifica va dunque ben oltre la produzione di dati e informazioni. I *citizen scientist*, impegnati come osservatori del mondo che li circonda, contribuiscono, in tempo reale, a portare

all'attenzione della scienza, della politica e della società tutta, questioni urgenti – con importanti ricadute sulla produzione del sapere scientifico.

La più recente espansione della CS ha beneficiato fortemente del *digital turn* (Ash et al. 2018), dei progressi delle tecnologie dell'informazione, dell'espansione di reti e piattaforme digitali, dei nuovi modi di produrre informazioni (anche geografiche come la *Volunteered Geographic Information*), di raccogliere dati *crowdsourced* e di condividerli (Capineri et al. 2016). Lo sviluppo della CS è stato ulteriormente incoraggiato dalla natura stessa delle sue iniziative, che sono il risultato di esercizi di co-design e co-creazione a cui partecipano diversi stakeholder: cittadini scienziati, istituzioni scientifiche, organizzazioni locali, autorità pubbliche, imprese, membri del settore educativo ecc. (Carayannis et al. 2012). Grazie alla partecipazione di una varietà di stakeholder, infatti, le iniziative di CS rafforzano i legami delle reti locali e favoriscono i processi di sviluppo *place-based*. Di conseguenza, i risultati di tali progetti vengono sempre più utilizzati per ideare azioni e interventi rispondenti alle esigenze locali e meno *research-centric* (Mattei 2023).

Espressione diretta dell'intelligenza collettiva, la CS è divenuta dunque un potente strumento che ha consentito alla scienza di aprirsi alla società, nell'ottica dell'Open Science, favorendo il dialogo tra accademici, istituzioni, comunità locali e attori del settore privato, con l'obiettivo di comprendere, studiare ed accrescere la conoscenza circa importanti temi del nostro tempo, quali ad esempio il cambiamento climatico, la tutela della biodiversità e lo sviluppo urbano sostenibile, oltre a costituire strumento di *empowerment* e di innovazione sociale.

La diffusione della CS è oggi tale che in questo preciso momento, in tutto il mondo, milioni di persone stanno collaborando attivamente con scienziati e ricercatori in attività di ideazione, raccolta, trascrizione, categorizzazione, gestione, interpretazione e/o analisi di dati e informazioni scientifiche. I progetti di CS operano a scale geografiche diverse e riguardano una vastissima gamma di argomenti, dal monitoraggio dei macroinvertebrati agli insetti, dall'identificazione delle barriere architettoniche presenti nelle strade delle nostre città, agli odori che le caratterizzano, dalla valutazione della qualità delle acque fluviali e marine, all'indagine e classificazione delle galassie.

In virtù della sua duttilità, la CS è riuscita a ritagliarsi un ruolo di crescente rilevanza nel dibattito scientifico, culturale, politico ed epistemologico. La proliferazione di progetti ed iniziative di CS non solo ha permesso di ridefinire le coordinate della ricerca scientifica partecipata, ma ha anche saputo stimolare esperti e studiosi a riconsiderare importanti aspetti del loro lavoro. Basti pensare alle implicazioni etiche legate al coinvolgimento dei cittadini nei progetti scientifici, alla gestione e manipolazione dei dati personali, ai temi inerenti equità, diversità e inclusione nelle pratiche partecipative, e così via.

L'adozione di un approccio partecipato e transdisciplinare, l'integrazione delle nuove tecnologie e la spinta verso una pratica scientifica orientata all'Open Science sono solo alcuni dei fattori che hanno determinato il successo della CS in numerosi ambiti disciplinari, con importanti ricadute in termini sociali, economici e ambientali.

Per quanto riguarda gli effetti in ambito sociale, oltre a quanto già sopra menzionato, è ormai riconosciuto che la CS ha il potenziale di aumentare il benessere e l'alfabetizzazione dei cittadini. La partecipazione ad attività di CS permette, inoltre, alle comunità locali di co-progettare, mediante un dialogo informato con i decisori politici, risposte consapevoli ad impellenti questioni.

Per quanto attiene gli effetti economici, questi sono particolarmente apprezzabili nell'apporto che la CS offre alla ricerca scientifica. Ad oggi, i progetti di CS contribuiscono alla produzione di tali e tante quantità di informazioni scientifiche la cui creazione sarebbe pressoché impossibile per singoli ricercatori e ricercatrici, e persino per gruppi di ricerca strutturati che non dispongano di ingenti risorse umane o finanziarie. La CS consente di condurre una serie di fasi e/o compiti di ricerca in modo rapido ed economico, aumenta l'efficacia dei costi e dell'investimento complessivo dei progetti di ricerca. Questo ha un effetto diretto anche sull'efficienza della raccolta dei dati, che si traduce (per esempio) in una maggiore estensione temporale e in una risoluzione spaziale più fine delle osservazioni raccolte; con evidenti effetti a cascata sulla ricchezza delle basi informative per la produzione scientifica e su tutte le attività, iniziative, strategie e politiche derivanti dall'uso delle informazioni di CS.

Dal punto di vista della sostenibilità ambientale, infine, è ormai assodato che la CS coadiuva in modo sostanziale il monitoraggio e la riduzione degli impatti antropici sull'ambiente e rivela tutto il suo potenziale nella produzione dei dati necessari per l'elaborazione di strategie e politiche informate atte ad affrontare sfide importanti quali la perdita di biodiversità, i rischi di inondazione, la deforestazione, l'inquinamento atmosferico ecc. È importante sottolineare che le applicazioni della CS sono oggi fortemente promosse anche dalla Commissione Europea nell'ambito dei programmi di finanziamento delle attività di ricerca e innovazione.

In campo internazionale esistono diversi manoscritti di grande pregio che esplorano sia da un punto di vista teorico, sia in termini più applicativi l'universo della CS. In Italia, nonostante la forte crescita delle ricerche scientifiche ed iniziative che adottano approcci di CS, si rileva ancora l'assenza di uno scritto organico ad essa interamente dedicato. Questo volume si propone di colmare questa lacuna, offrendo una visione complessiva della CS, esplorandone i principi fondamentali, gli attori coinvolti, le metodologie adottate, il ruolo dei dati generati dai *citizen scientist* e le sue applicazioni in ambiti disparati e alle diverse scale geografiche. L'opera è articolata in sei capitoli, ciascuno dei quali affronta un aspetto chiave della CS.

Il primo capitolo, *I pilastri della Citizen Science*, introduce le molteplici definizioni del concetto e ne ripercorre l'evoluzione storica. Vengono illustrati i 'dieci principi fondamentali della CS', i suoi contesti geografici e le diverse tipologie di progetti esistenti, con particolare attenzione all'importanza dell'interazione tra cittadini e comunità scientifica nella produzione di conoscenza.

Attori e stakeholder della CS, ossia tutti coloro che collaborano, interagiscono e/o hanno un qualche interesse nel progetto o che possono esserne influenzati, costituiscono il focus del secondo capitolo *Citizen Science: attori, stakeholder e*

partecipazione. Questo analizza le dinamiche di coinvolgimento nella CS, delineando il ruolo degli stakeholder, i livelli di partecipazione e le relative implicazioni sociali. Si affrontano anche le disuguaglianze nella partecipazione e le diverse motivazioni che spingono i *citizen* a contribuire a progetti scientifici.

Il terzo capitolo, *Metodi, tattiche e strumenti*, si concentra sulle fasi operative di un progetto di CS, dalla definizione della domanda di ricerca alla raccolta, validazione e analisi dei dati, fino alla condivisione dei risultati. Le piattaforme digitali emergono come strumenti chiave per lo sviluppo delle attività e per il miglioramento dell'accessibilità ai progetti.

Caratteristiche e ruolo dei dati generati dai cittadini sono i temi portanti del quarto capitolo denominato *I dati della Citizen Science*, che ne approfondisce la centralità nei processi di produzione di conoscenza. Il capitolo esplora il concetto di *Volunteered Geographic Information* (VGI) e le sue implicazioni per la raccolta di informazioni spaziali. Viene analizzata la qualità dei dati *crowdsourced* e le sfide legate alla loro gestione e validazione, con un focus su come le trasformazioni digitali abbiano cambiato il panorama della produzione di informazione geografica.

Il quinto capitolo, *La qualità dei dati nella Citizen Science*, affronta il tema cruciale della validità, robustezza e affidabilità dei dati della CS. Si discutono i criteri di qualità, i protocolli per la raccolta dati, le metodologie di validazione e il ruolo dei metadati e dell'interoperabilità dei dati. L'esame delle questioni etiche legate alla diversità e all'inclusione forniscono elementi chiave per garantire l'adozione di buone pratiche per una ricerca etica.

Infine, nell'ultimo capitolo si esaminano gli *Ambiti di applicazione della Citizen Science* e si esplorano alcune delle numerose aree in cui la CS può avere un ruolo significativo, dalla pianificazione territoriale alle politiche pubbliche, dal monitoraggio degli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (SDG) alla ricerca sociale. La CS emerge come una pratica transdisciplinare capace di integrare conoscenze provenienti da diversi settori e di influenzare positivamente la società e le politiche pubbliche.

Attraverso questa struttura, il volume si propone di fornire un quadro completo della CS, offrendo dei primi strumenti teorici e pratici per comprenderne il potenziale trasformativo. La CS rappresenta un'opportunità straordinaria per rafforzare il legame tra scienza e società, promuovendo un sapere condiviso, inclusivo e orientato alla risoluzione di sfide globali.

I nostri ringraziamenti vanno all'intero gruppo di ricerca del progetto CS4Rivers dell'Università degli Studi di Siena. Ringraziamo in particolare Francesco di Grazia per la realizzazione di cartografie e materiali fotografici, Gözde Yildiz per il supporto nell'organizzazione dei materiali e Gaea Riondino per le elaborazioni grafiche. Vorremmo anche esprimere la nostra immensa gratitudine e un ringraziamento speciale a tutti i *citizen scientist* coinvolti nelle nostre iniziative per la loro preziosa e continua partecipazione, senza la quale il nostro lavoro di ricerca non sarebbe possibile. Infine, la nostra più profonda gratitudine va a Muki Haklay per aver condiviso con noi tutta la sua conoscenza sulla *Citizen Science*.

I pilastri della *Citizen Science*

1.1 Le molteplici definizioni di *Citizen Science*

Il termine *Citizen Science* (CS), nella forma più comunemente utilizzata, fu introdotto per la prima volta nel 1989 in un articolo pubblicato nella rivista *MIT Technology Review* curata dal Massachusetts Institute of Technology (Kerson 1989). L'articolo in questione, denominato "Lab for the Environment", descriveva l'attività di monitoraggio delle piogge acide condotta in tutti i 50 Stati federati americani da parte di 225 membri associati della Audubon Society come «un programma di *Citizen Science*», argomentando che

i volontari raccolgono campioni di pioggia, testano i livelli di acidità e riferiscono i risultati alla Audubon, che pubblica una mappa nazionale mensile dei livelli di pioggia acida. Le informazioni vengono utilizzate per esercitare pressioni sul Congresso (Kerson 1989, 12).

Già in questa prima formulazione emergevano alcuni elementi chiave della CS: la partecipazione volontaria, la raccolta dati, la loro diffusione ed infine la dimensione politica. Da allora molte altre definizioni sono state formulate e la selezione che si presenta di seguito ha l'obiettivo di analizzarne gli elementi fondamentali (Lewenstein 2016; Bonney et al. 2016).

I primi tentativi di definire in forma sistematica la CS furono intrapresi dal sociologo britannico Alan Irwin (1995) e successivamente dal biologo statuni-

Venere Stefania Sanna, University of Siena, Italy, venere.sanna@unisi.it, 0000-0001-5420-7216

Cristina Capineri, University of Siena, Italy, cristina.capineri@unisi.it, 0000-0001-5874-9872

Giacomo-Maria Salerno, University of Siena, Italy, giacomo.salerno@unisi.it, 0000-0001-5697-4830

Michela Teobaldi, University of Siena, Italy, teobaldi2@unisi.it, 0009-0001-0835-1396

Referee List (DOI 10.36253/fup_referee_list)

FUP Best Practice in Scholarly Publishing (DOI 10.36253/fup_best_practice)

Venere Stefania Sanna, Cristina Capineri, Giacomo-Maria Salerno, Michela Teobaldi, *Citizen Science, territorio e comunità. Prospettive geografiche per la ricerca e azione*, © 2025 Author(s), CC BY-SA 4.0 published by Firenze University Press and USiena PRESS, ISBN 979-12-215-0698-3, DOI 10.36253/979-12-215-0698-3

tense Rick Bonney (2007). Irwin descriveva la CS come pratica «di cittadinanza scientifica che mette in primo piano la necessità di aprire la scienza e i processi di policy scientifica al pubblico» (Irwin 1995, ix) enfatizzando due dimensioni rilevanti del rapporto tra cittadini e scienza: la prima, che la scienza dovrebbe rispondere alle preoccupazioni e ai bisogni dei cittadini e la seconda, che i cittadini stessi sono in grado di produrre conoscenze scientifiche affidabili. Con un'altra prospettiva, Bonney, che lavorava al laboratorio di ornitologia della Cornell University di Ithaca, definiva la CS come un metodo che

recluta la società civile nella raccolta di grandi quantità di dati in svariati habitat e luoghi per un lungo periodo. [Si tratta dunque di] progetti in cui i volontari collaborano con gli scienziati per rispondere a domande del mondo reale (Bonney et al. 2009, 977)

ponendo l'accento sul metodo «partecipativo» attraverso il quale le persone contribuiscono con le loro osservazioni al progetto scientifico.

In seguito a tali posizioni, nel dibattito scientifico si sono distinti due diversi filoni interpretativi che si focalizzano rispettivamente sul coinvolgimento della società civile e sulla produzione di dati.

In particolare, il primo filone, come suggerito da Irwin pone l'accento sulla CS come pratica condotta principalmente con obiettivi di democratizzazione, impegno pubblico, equità e giustizia nel discorso scientifico e nella definizione dell'agenda di ricerca (Irwin 1995; Irwin e Horst 2015); il secondo, elaborato da Bonney circoscrive le attività di CS alla collaborazione tra il pubblico e gli scienziati professionisti per raccogliere, presentare e/o analizzare collettivamente grandi quantità di dati (Bonney 1996; Dickinson, Zuckerberg e Bonter 2010).

Il secondo filone ha prevalso nel dibattito scientifico degli ultimi 20 anni (Ceccaroni et al. 2017), come dimostrano le definizioni di seguito selezionate tra quelle più citate nella letteratura scientifica recente (Tab. 1.1) che, ad eccezione della definizione di Lewenstein (2004), si articolano intorno a due pilastri principali della CS: l'impegno scientifico e i *non-scientist/citizen scientist*.

Alcuni autori hanno cercato di combinare questi due filoni in un inquadramento più articolato (Ceccaroni et al. 2017). Eitzel et al. (2017, 6), ad esempio, hanno proposto una definizione ampliata per sottolineare gli aspetti sociali e politici in gioco nei progetti di CS:

La pratica della CS coinvolge il grande pubblico nella generazione di nuove conoscenze scientifiche. Promuove l'impegno pubblico con la scienza, democratizza i processi di ricerca e colma le lacune tra i ricercatori accademici e le comunità locali.

Questa definizione sottolinea la natura collaborativa della CS, non solo come strumento di raccolta dati, ma come mezzo per aprire la scienza al pubblico e democratizzare la produzione di conoscenza. Anche secondo Shirk et al. (2012), la CS, lungi dal limitarsi a generare dati, si configura come strumento educativo poiché «i progetti di CS offrono ai partecipanti un modo per imparare i metodi scientifici e contribuire alla ricerca, migliorando al contempo la

Tabella 1.1 – Alcune definizioni di *Citizen Science* in letteratura scientifica.

AUTORE	DEFINIZIONE
Lewenstein 2004	Partecipazione di non-scienziati al processo di raccolta dei dati secondo specifici protocolli scientifici e al processo di utilizzo e interpretazione di tali dati; impegno dei non-scienziati nel processo decisionale vero e proprio su questioni politiche che hanno componenti tecniche o scientifiche; impegno degli scienziati nel processo democratico e politico.
Cohn 2008	Il termine <i>citizen scientist</i> si riferisce ai volontari che partecipano come assistenti sul campo a studi scientifici. I <i>citizen scientist</i> aiutano a monitorare animali e piante selvatiche o altri indicatori ambientali, ma non sono pagati per la loro assistenza e non sono neanche necessariamente scienziati. La maggior parte di loro sono inesperti che si offrono come volontari per aiutare la ricerca ecologica perché amano la vita all'aria aperta o sono preoccupati per le problematiche ambientali e vogliono fare qualcosa per risolverle.
Silvertown 2009	Cittadini scienziati che lavorano con controparti professionali in progetti che sono stati specificamente progettati o adattati per dare un ruolo ai non esperti, o per il beneficio educativo dei volontari stessi o per il beneficio del progetto.
Haklay 2013	Attività scientifiche in cui scienziati non professionisti partecipano volontariamente alla raccolta dei dati, all'analisi e alla divulgazione di un progetto scientifico.
Simpson 2013	Contributo del pubblico alla ricerca, intrapreso attivamente e che richiede un'azione ponderata.
Park 2014	Partecipazione di scienziati non professionisti a uno o più aspetti della ricerca: raccolta e analisi sistematica dei dati, sviluppo della tecnologia, monitoraggio di fenomeni naturali e disseminazione dei risultati delle attività. La loro partecipazione avviene principalmente su base volontaria.
Serrano Sanz, Holocher-Ertl, Kieslinger, Sanz García, e Silva 2014	Impegno della società civile nelle attività di ricerca scientifica, a cui i cittadini contribuiscono attivamente con il loro sforzo intellettuale, con le loro conoscenze o con i loro strumenti e risorse.
Cavalier, Cooper, e Hoffman 2020	Coinvolgimento del pubblico nell'indagine e nella scoperta di nuove conoscenze scientifiche. Un progetto di CS può coinvolgere una sola o milioni di persone che collaborano per un obiettivo comune. Tipicamente, il coinvolgimento del pubblico avviene nella raccolta, nell'analisi o nella presentazione dei dati.

Fonte: Elaborazione degli autori.

loro alfabetizzazione scientifica» (37). Sulla stessa scia, Ceccaroni et al. (2017, 6) descrivono la CS come

il lavoro intrapreso da educatori insieme alle comunità di cittadini per far progredire la scienza, promuovere un'ampia mentalità scientifica e/o incoraggiare l'impegno democratico, che consente alla società di affrontare razionalmente i complessi problemi moderni,

ponendo quindi l'attenzione sul ruolo delle comunità nel progresso scientifico.

Del resto, già nel 2013 la Commissione Europea pubblicava *The green paper on Citizen Science* focalizzandosi sullo scopo principale di democratizzare la scienza e consentire a scienziati non professionisti di partecipare alla ricerca scientifica. Il rapporto sottolineava, inoltre, i molteplici benefici sociali della CS, dal coinvolgimento all'*empowerment* dei partecipanti, dal miglioramento dell'alfabetizzazione scientifica, all'aumento della fiducia nei processi scientifici. In sostanza il documento evidenziava la potenzialità della CS di colmare il divario tra ricercatori professionisti e società civile, creando ambienti di ricerca più inclusivi e collaborativi e promuovendo il coinvolgimento del pubblico alla formulazione di politiche territoriali per la sostenibilità (EC 2014).

In seguito alla proliferazione di attività, progetti e sperimentazioni di CS, le relative definizioni si sono dunque arricchite di altri elementi quali la partecipazione, la democratizzazione della scienza, la responsabilità civile, l'educazione ecc. Questa espansione ha trovato ulteriore riscontro nella produzione scientifica come documentato dalla rapida crescita del numero di pubblicazioni che includono il termine *Citizen Science* nel titolo, abstract o parole chiave delle ricerche realizzate nell'ultimo ventennio (Fig. 1.1).

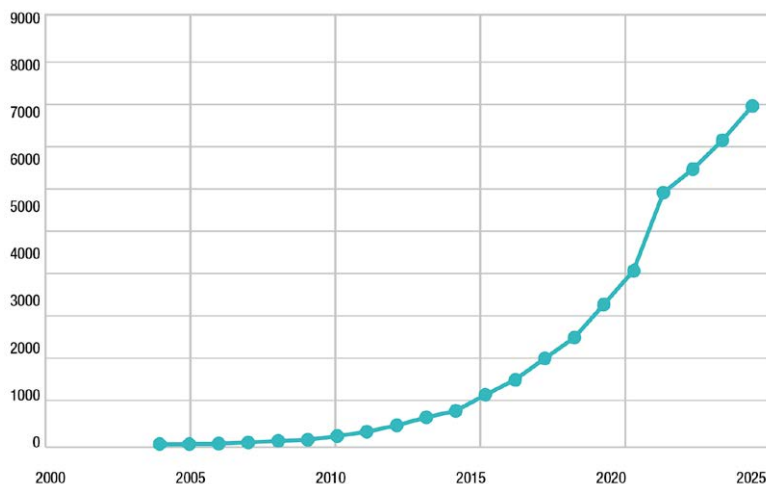


Figura 1.1 – Andamento delle pubblicazioni scientifiche che includono il termine *Citizen Science* nel titolo, nell'abstract o come parola-chiave (anni 2004-2024). Fonte: Elaborazione degli autori su dati Scopus (ultimo accesso: 2025-01-10).

Oltre al vasto panorama di definizioni della CS offerte in ambito scientifico, ve ne sono infine altre elaborate da istituzioni pubbliche, organizzazioni governative e media di varia natura. Le definizioni ancora una volta adottano visioni diverse in funzione degli obiettivi che si intende raggiungere (Tab. 1.2). Come osservano Haklay et al. (2021) nelle diverse esplicazioni si rilevano prospettive descrittive, strumentali e normative.

Tabella 1.2 – *Citizen Science*: definizioni di organizzazioni e istituzioni internazionali.

UNESCO 2013	Coinvolgimento di scienziati non professionisti nell'impresa scientifica. Nella sua forma più completa e innovativa, la CS coinvolge partecipanti che volontariamente collaborano durante l'intero processo scientifico, che comprende la selezione di argomenti di ricerca, la formulazione di domande, lo sviluppo di metodologie e strategie di divulgazione dei risultati.
European Commission (EC) 2014, 2019	La CS prevede che i cittadini contribuiscano attivamente alla raccolta dati e li utilizzino. Questo approccio rafforzerà e ridefinirà le politiche dell'open access alle pubblicazioni e ai dati, garantendo che la trasparenza permetta ai cittadini e ai gruppi della comunità di impegnarsi in processi decisionali e politici informati. Con l'aiuto di strumenti e conoscenze digitali, i cittadini sono ora dei <i>prosumer</i> che possono influenzare il processo di innovazione e aggirare le pratiche restrittive dei settori e dei governi tradizionali. Questo si estende ben oltre la CS, comprendendo l'intero ecosistema della ricerca e dell'innovazione.
Scientize – White paper for citizen science in Europe 2014	Nella CS, un'ampia rete di persone collabora. I partecipanti forniscono dati sperimentali e strutture ai ricercatori, pongono nuove domande e co-creano una nuova cultura scientifica. Mentre creano valore aggiunto, i volontari acquisiscono nuove conoscenze e competenze e approfondiscono la comprensione del lavoro scientifico in modo interessante. Come risultato di questo scenario aperto, in rete e transdisciplinare, le interazioni tra scienza, società e politica migliorano, portando a sua volta a una ricerca più democratica basata sull'evidenza e su un processo decisionale informato.
Oxford English Dictionary 2014	Lavoro scientifico intrapreso da membri della società civile, spesso in collaborazione con, o sotto la direzione di, scienziati professionisti e istituzioni scientifiche.
US Environmental Protection Agency (EPA) 2018	Collaborazione aperta in attività scientifiche, in cui individui e organizzazioni si impegnano volontariamente in vari aspetti del processo scientifico, come la raccolta e l'analisi dei dati.
UNDP 2022	La CS è intesa come la formulazione di domande o ipotesi, generalmente associate a sfide sociali o ambientali, che permettono di costruire conoscenza al di fuori di contesti accademici tradizionali. Ciò che la contraddistingue, è la partecipazione di individui o organizzazioni della società civile nel processo scientifico.
National Geographic 2024*	La CS è la pratica della partecipazione e della collaborazione del pubblico alla ricerca scientifica, per aumentare le conoscenze scientifiche. Attraverso la CS, le persone condividono e contribuiscono a programmi di monitoraggio e raccolta dati. Di solito questa partecipazione ha carattere di volontariato non retribuito.

* Definizione estratta e tradotta da National Geographic s.d. Fonte: Elaborazione degli autori.

La maggior parte delle definizioni con un carattere descrittivo esplicita il tipo di attività che viene definita come CS e delinea alcune caratteristiche circa il tipo di collaborazione che si instaura. Ciò è particolarmente evidente nel caso dell'Oxford English Dictionary (2014) o della omonima voce di Wikipedia, che la definisce come «ricerca scientifica condotta, in tutto o in parte, da scienziati dilettanti (o non professionisti)».

In altri casi si evidenziano aspetti strumentali, che spiccano soprattutto nel caso delle definizioni di agenzie governative che adottano una versione che si adatta ai loro scopi e obiettivi, come ad esempio quella dell'EPA – US Environmental Protection Agency (2018). Infine, in tutte le definizioni sono inclusi aspetti normativi, che presentano le aspettative dei diversi attori all'interno di un progetto di CS, come ad esempio nella definizione UNESCO (2013).

Al di là degli elementi descrittivi, strumentali e normativi, le diverse definizioni evidenziano le profonde sfide scientifiche, politiche e sociali affrontate dalle pratiche di CS.

Sebbene tutte queste definizioni abbiano molti aspetti in comune – la centralità del pubblico, la partecipazione all'attività di ricerca e la produzione di informazioni – la maggior parte di esse restano aperte all'interpretazione (Fig. 1.2). In particolare, raramente si elabora il significato dei due termini portanti, ovvero *citizen* e *science*. Riguardo al primo, ad esempio, i *citizen* potrebbero essere intesi sia come soggetti legalmente riconosciuti in uno Stato oppure come abitanti della 'città'. Se così fosse l'individuazione dei *citizen* sarebbe problematica se si considera che il riconoscimento legale della cittadinanza può essere complesso; allo stesso modo se il *citizen* fosse un cittadino urbano si darebbe priorità a certi ambiti e non ad altri. Nessuna di queste due accezioni è dunque da ritenersi adeguata al significato che le definizioni intendono attribuire ai *citizen*, che andrebbero più propriamente intesi – in un gergo informale – come membri di una comunità. Lo stesso vale per il termine *science*, che si riferisce genericamente a qualunque impresa e attività di ricerca scientifica risultante dall'applicazione dello sforzo intellettuale di scienziati professionisti.

1.2 Prima della *Citizen Science*

La CS si è affacciata nel dibattito scientifico recentemente ma si riferisce a pratiche condotte anche in passato (Eitzel et al. 2017, Miller-Rushing et al. 2012). Prima della professionalizzazione della scienza, molti 'scienziati' amatoriali, cittadini curiosi e appassionati, hanno tentato di indagare il mondo attraverso l'osservazione e il monitoraggio di fenomeni diversi, dalle galassie alle balene e alle specie rare.

I primi passi di ciò che oggi descriviamo come scienza moderna, possono essere rintracciati nel periodo della cosiddetta 'rivoluzione scientifica' del XVI e XVII secolo, ben prima della diffusione del termine «scienziato», entrato in uso a partire dal XIX secolo. Già nel corso del Seicento, e probabilmente anche prima, alcuni studiosi avevano iniziato a reclutare non specialisti per contribuire alle osservazioni dell'ambiente naturale. È il caso di un vescovo norvegese che alla metà del XVIII secolo creò una rete di ecclesiastici e li incaricò di

raccogliere osservazioni e oggetti naturali da tutto il paese per sostenere le sue ricerche (Brenna 2011; Miller-Rushing, Primack, e Bonney 2012). Questo metodo era comune tra i primi ecologisti, come John Ray e Carl Linnaeus, che si avvalevano di collaboratori per raccogliere campioni e dati da diverse parti del mondo conosciuto, come rappresentato dalla mappa seguente che descrive le osservazioni dei capodogli effettuate da marinai e navigatori nel secolo XIX (Fig. 1.2). Tali contributi da parte di scienziati non professionisti hanno permesso di costruire alcune delle collezioni più preziose di animali, piante, rocce, fossili, oggetti d'arte e altri esemplari in tutto il mondo (Eitzel et al. 2017, 6-7). Ancora, a metà Seicento nel Delaware il missionario John Campanius Holm registrava dati riguardanti le tempeste con la speranza che, una volta aggregati con i dati raccolti dai cittadini, si sarebbe individuato un metodo per comprendere quando e dove si sarebbero abbattute le tempeste. Un altro esempio rilevante di progetto scientifico di quell'epoca è il cosiddetto 'grande esperimento delle maree', il cui obiettivo era misurare il comportamento delle maree, sia in modo continuo in un'unica località, sia attraverso diverse stazioni di osservazione (García et al. 2021).

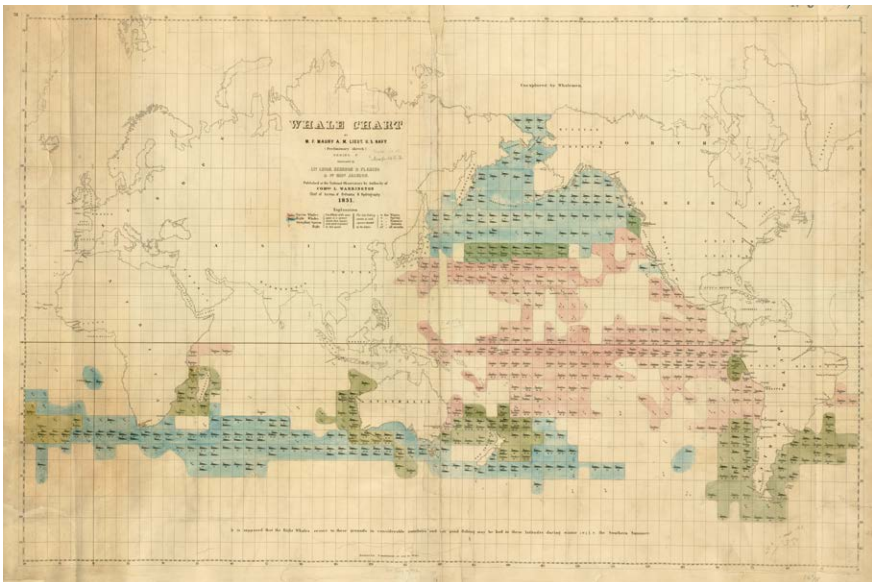


Figura 1.2 – La mappa delle balene (1851). Didascalia: questa carta tematica fu redatta da Matthew Fontaine Maury, ufficiale di marina e oceanografo americano che dal 1842 al 1861 ricopri il ruolo di sovrintendente del U.S. Navy Depot of Charts and Instruments (poi U.S. Naval Observatory). Raccogliendo dati da varie fonti, tra cui le indicazioni dei marinai riportate sui registri delle navi baleniere, compilò questa mappa che mostra la distribuzione di diverse specie di balene. Il colore rosa rappresenta i capodogli, particolarmente apprezzati per il loro olio; il colore blu la balena franca; il verde rappresenta un misto dei due tipi di balene. Fonte: Leventhal Map. s.d.

Più tardi Thomas Jefferson, uno dei padri fondatori dell'America, fu il primo ad immaginare una rete di osservatori meteorologici comprendendo l'importanza dello studio dei fenomeni climatici. Secondo il National Weather Service, Jefferson reclutò osservatori volontari in sei Stati: Virginia, Massachusetts, Pennsylvania, Connecticut, New York e North Carolina. È sulla base di questo lavoro che, nel 1849, lo Smithsonian Institute istituì un sistema di raccolta dei dati meteorologici. Nel 1990, il numero dei punti di osservazione aveva raggiunto 10.000 stazioni, oggi ne conta 12.000. Questo sistema esiste ancora sotto forma di Cooperative Observer Program ed è utilizzato anche dal National Weather Service.

Tra le prime imprese scientifiche che possiamo propriamente intendere come progetti di CS, c'è senza dubbio quello lanciato verso la fine del XIX secolo dall'ornitologo Wells Cooke, che si rivolse agli appassionati di ornitologia per raccogliere informazioni sulla migrazione degli uccelli. Il programma si evolse nel North American Bird Phenology Program, che fu gestito dal governo federale americano fino agli anni Settanta del secolo scorso (Cooke 1915).

Altro settore ancora, in cui i cittadini hanno partecipato in modo sostanziale alla ricerca scientifica, è l'astronomia dove scienziati dilettanti osservavano collettivamente una varietà di oggetti e fenomeni celesti (Mims 1999).

Dunque, di pari passo con la professionalizzazione della scienza, la CS si è evoluta fino a diventare quella che conosciamo oggi, soprattutto nell'ambito della biologia e del monitoraggio meteorologico. Molti altri potrebbero essere gli esempi, ma il progetto che sembra segnare definitivamente la nascita ufficiale della CS è il Christmas Bird Count della National Audubon Society (cfr. Scheda 1.1). Ogni anno, dal 1900, la Society chiede ai cittadini di osservare e raccogliere informazioni sugli uccelli tra il 14 dicembre e il 5 gennaio. Il Christmas Bird Count è attivo ormai da oltre un secolo ed è oggi un progetto a livello internazionale a cui partecipano più di 2.000 gruppi amatoriali di birdwatching (Roy et al. 2012).

SCHEDA 1.1 IL PROGETTO CHRISTMAS BIRD COUNT

Nell'America del XIX secolo le festività natalizie erano legate ad una tradizione conosciuta come *side hunt*, una competizione di caccia agli uccelli selvatici (Kostadinova 2011).

Nel 1900 questo rituale si trasformò profondamente quando un ornitologo, Frank Chapman, preoccupato dal progressivo declino dell'avifauna americana, suggerì di trasformare il *side hunt* in un'occasione per conoscere e conteggiare gli uccelli, dando così vita a quello che ancora oggi è conosciuto con il nome di Christmas Bird Count (CBC) (Kostadinova 2011), programma che prevede il monitoraggio e la conta degli uccelli avvistati durante il periodo natalizio (con precisione, dal 14 dicembre al 5 gennaio di ogni stagione).

Grazie all'impegno dei volontari del CBC e di altri rappresentanti di movimenti ambientalisti americani, nel 1905 a New York venne formalmente costituita la National Audubon Society¹, associazione riconosciuta a scala globale che da oltre un secolo si impegna per proteggere la biodiversità.

¹ Cfr. Audubon s.d.

Già dai suoi primi anni di attività la National Audubon Society, mediante la diffusione delle informazioni del CBC e tutta una serie di iniziative e attività di *advocacy*, riuscì a produrre importanti impatti politici, basti pensare che diversi provvedimenti normativi che vietano l'uccisione illegale di uccelli e animali, l'importazione di specie non autoctone e la vendita o il possesso di piume di specie di uccelli protette (Audubon Plumage Law del 1905) vennero emanate proprio in quegli anni su sollecitazione dei membri della Society. Da allora, inoltre, la Society ha stretto partnership con numerosi enti ed istituzioni internazionali, governi locali, università, scuole ed enti di ricerca, per affermare il ruolo della scienza partecipata per la difesa ed il ripristino dell'avifauna.

Nel corso degli anni il CBC si è notevolmente ampliato fino a costituire oggi uno dei programmi di CS per il monitoraggio ornitologico più rilevanti al mondo, sia in termini di longevità che per diffusione geografica (Dunn et al. 2005). Attualmente, infatti, grazie alla partecipazione di migliaia di volontari il CBC permette di realizzare un vero e proprio censimento degli uccelli negli Stati Uniti, in Canada, in America Latina e in molti altri Paesi dell'emisfero occidentale.

Negli anni, il peso politico della National Audubon Society è enormemente cresciuto grazie all'importante base informativa prodotta in seno al CBC e più in generale dalle varie iniziative promosse dalla Society. Ad oggi i dati del CBC sono impiegati non solo per la realizzazione di pubblicazioni e report di carattere scientifico, ma sono utilizzati soprattutto per la realizzazione di piani di ristoro della biodiversità, report sul clima, leggi e regolamenti nazionali (non solo statunitensi), strategie locali e nazionali ecc. (Dunn et al. 2005).

1.3 I dieci principi della *Citizen Science*

La rapida espansione della CS a scala globale ha reso necessario creare un lessico comune, identificare obiettivi condivisi e linee di condotta entro le quali operare. A tal proposito sono nate numerose reti e associazioni di ricerca sul tema tra le quali l'European Citizen Science Association (ECSA)² fondata nel 2013, il cui gruppo di lavoro denominato "Sharing best practice and building capacity" ha stilato una lista di dieci principi-chiave (Robinson et al. 2018; Hecker et al. 2018).

I 'dieci principi della *Citizen Science*', adattabili e applicabili a tutti i campi nei quali la CS si trova ad operare, sono:

- 1) i progetti di CS coinvolgono attivamente i cittadini in attività scientifiche che generano nuova conoscenza o comprensione;
- 2) i progetti di CS producono un risultato scientifico originale;
- 3) sia gli scienziati professionisti sia i cittadini coinvolti traggono vantaggio dal prendere parte a progetti di CS;
- 4) le persone coinvolte in progetti di CS possono, se vogliono, prendere parte a più fasi del progetto scientifico;
- 5) le persone coinvolte in progetti di CS ricevono feedback;
- 6) la CS è considerata una metodologia di ricerca come qualunque altra, con limiti e margini di errore che devono essere considerati e tenuti sotto controllo;
- 7) dati e metadati provenienti da progetti di CS sono resi pubblicamente disponibili e, ove possibile, i risultati sono pubblicati in un formato di libero accesso (Open Access);

² Cfr. ECSA s.d. "Home Page".

- 8) il contributo delle persone coinvolte in progetti di CS viene riconosciuto ufficialmente nei risultati dei progetti e nelle pubblicazioni;
- 9) i programmi di CS vengono valutati per il loro risultato scientifico, per la qualità dei dati, l'esperienza dei partecipanti e l'ampiezza dell'impatto sociale e sulle politiche di settore;
- 10) i responsabili di progetti di CS prendono in considerazione aspetti legali ed etici relativi a copyright, proprietà intellettuale, accordi sulla condivisione dei dati, confidenzialità, attribuzione e impatto ambientale di ogni attività (ECSA 2015).

Partendo dagli enunciati dei dieci principi, è possibile approfondire alcuni aspetti fondamentali e criticità applicative della CS:

- 1) *partecipazione dei cittadini alle attività scientifiche*: i progetti di CS coinvolgono attivamente i cittadini nella creazione di nuove conoscenze, impegnandoli in vere e proprie attività scientifiche. Tuttavia, questi progetti spesso faticano a coinvolgere gruppi sottorappresentati, come le comunità di minoranza etnica e quelle provenienti da contesti socioeconomici più fragili. Le linee guida emergenti mirano a risolvere questo problema aumentando la flessibilità e allineando meglio i progetti alle priorità delle comunità;
- 2) *risultati scientifici*: i progetti di CS devono condurre a risultati scientifici autentici, distinguendoli dalle semplici attività educative. Sebbene molti progetti abbiano contribuito alla ricerca scientifica e alla formulazione di politiche pubbliche, alcuni non riescono a utilizzare i dati in modo efficace a causa di difetti di progettazione o di limitatezza delle risorse;
- 3) *benefici reciproci*: sia gli scienziati professionisti che i partecipanti devono trarre beneficio dalla CS perché la pratica sia sostenibile. I benefici possono includere miglioramenti nel mondo del lavoro, il benessere personale, l'apprendimento e l'*empowerment*;
- 4) *partecipazione a varie fasi della ricerca*: mentre la maggior parte dei progetti coinvolge i cittadini solo nella raccolta dei dati, il coinvolgimento in più fasi del processo di ricerca può generare senso di appartenenza al progetto e facilitare l'incorporazione delle conoscenze locali nello stesso;
- 5) *feedback ai partecipanti*: dare riscontro ai cittadini scienziati è essenziale per incoraggiare una partecipazione continuativa. Questo può essere ottenuto attraverso vari mezzi di comunicazione: è importante per valorizzare i contributi dei partecipanti e mantenere vivo il coinvolgimento;
- 6) *considerazioni sulla qualità dei dati*: i dati raccolti dai cittadini sono soggetti a controlli per problemi di qualità. Tuttavia, con controlli adeguati, i dati dei cittadini possono essere affidabili quanto quelli raccolti dai professionisti. In questo caso, sono i responsabili del progetto che devono riferire sulla qualità dei dati per creare fiducia nei potenziali utilizzatori;
- 7) *accesso aperto e condivisione dei dati*: la CS promuove l'Open Science rendendo pubblicamente accessibili i dati e i risultati della ricerca. Tuttavia, molti progetti non riescono ancora a condividere apertamente i dati con i partecipanti o con i database esterni a causa della scarsità di risorse;

- 8) *valorizzazione dei citizen scientist*: i contributi dei cittadini devono essere riconosciuti nelle pubblicazioni e nei risultati dei progetti. Questo può variare da riconoscimenti individuali a ringraziamenti generici, a seconda della portata del progetto e in base agli accordi presi in fase progettuale e di coinvolgimento;
- 9) *valutazione dei progetti*: i progetti devono essere valutati non solo per i risultati scientifici, ma anche per l'impatto sociale, l'esperienza dei partecipanti e l'influenza politica. Questa valutazione è spesso difficilmente raggiungibile, ma è essenziale per identificare e condividere le criticità e benefici;
- 10) *considerazioni legali ed etiche*: i progetti devono considerare questioni quali la proprietà intellettuale, la condivisione dei dati, la privacy, il benessere dei partecipanti ecc. Affrontare questi aspetti garantisce che i progetti siano condotti in modo responsabile.

Al momento i Dieci Principi della CS sono utilizzati in un'ampia varietà di contesti, non solo per lo sviluppo e sistematizzazione di *best practice*, ma anche a fini divulgativi sia per il pubblico che per le istituzioni governative. In sintesi, la CS coinvolge il pubblico nella ricerca scientifica, puntando all'ottenimento di vantaggi reciproci, risultati scientifici robusti e condivisione aperta dei dati. Tuttavia, permangono sfide in termini di inclusività, qualità dei dati e valutazione dei progetti, che richiedono attenzione per produrre un miglioramento continuo.

1.4 I contesti geografici della *Citizen Science*

Grazie al riconoscimento ottenuto da parte di molte istituzioni governative e alla sua adozione in una ampia pluralità di contesti, possiamo affermare che la pratica della CS costituisce un supporto legittimo per l'indagine scientifica e per la formulazione di politiche pubbliche.

Nonostante la crescente importanza, la distribuzione delle attività di CS nel mondo rivela significative disparità regionali dovute ad una molteplicità di fattori storici, culturali, tecnologici ed economici.

Una delle principali determinanti della diffusione geografica delle attività di CS è l'accesso alla tecnologia e alle infrastrutture digitali. I paesi con una penetrazione diffusa di Internet e un facile accesso agli smartphone, sono meglio attrezzati per ospitare e partecipare a progetti di CS. Ad esempio, piattaforme come iNaturalist e Zooniverse³ prosperano in regioni con infrastrutture tecnologiche solide⁴ (cfr. par. 3.2).

Le disparità economiche pesano ulteriormente sulla distribuzione disomogenea. I progetti di CS spesso richiedono finanziamenti per strumenti, formazione e infrastrutture e i paesi più ricchi tendono a destinare maggiori risorse a questi progetti, grazie al supporto governativo e istituzionale. Ad esempio, la Commis-

³ Zooniverse è la più grande piattaforma di CS al mondo e ospita una vasta gamma di progetti che spaziano tra diverse discipline, come l'astronomia, la biologia, la medicina, la storia e le scienze sociali. Cfr. Zooniverse s.d.

⁴ iNaturalist è una piattaforma dedicata all'osservazione della biodiversità fondata nel 2008 dalla UC Berkeley's School of Information. Nel 2023 è diventata una organizzazione non profit. Cfr. iNaturalist s.d.

sione Europea ha supportato la CS attraverso i programmi Horizon 2020 e Horizon Europe, facilitando numerose iniziative tra gli stati membri dell'UE (Fig. 1.3).

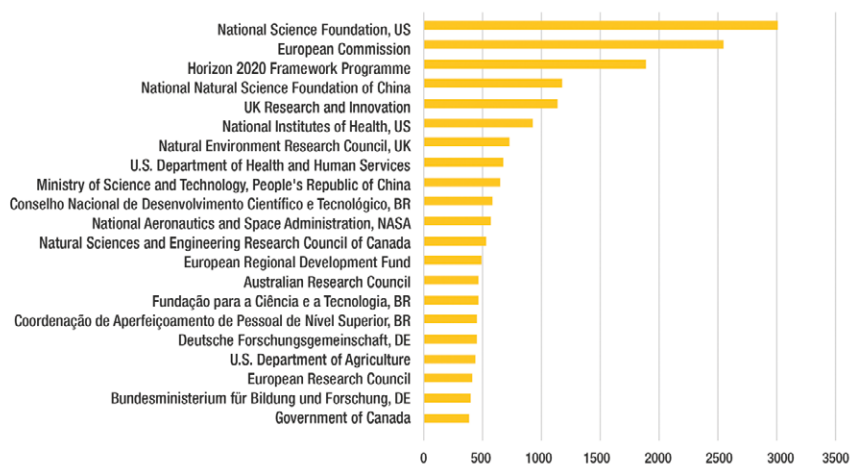


Figura 1.3 – Classifica Scopus dei principali enti finanziatori di prodotti di ricerca inerenti la *Citizen Science* (2004-2024). Fonte: Elaborazione degli autori su dati Scopus, per numerosità di prodotti della ricerca finanziati (ultimo accesso: 2025-01-10).

Anche il contesto sociopolitico influenza la distribuzione delle attività di CS. La partecipazione aperta alla ricerca scientifica richiede un sostegno governativo e quadri normativi favorevoli. Ad esempio, mentre in Europa sono sorte associazioni come l'ECSA (European Citizen Science Association) per promuovere la partecipazione, in altre regioni con regimi autoritari o politiche di ricerca restrittive non si rilevano organizzazioni simili.

Infine, l'enfasi sull'educazione scientifica e il coinvolgimento pubblico gioca un ruolo cruciale nella diffusione della CS: paesi con tassi più elevati di istruzione e una forte tradizione di partecipazione pubblica alla scienza presentano ecosistemi vivaci di CS. Al contrario, le regioni in cui la scienza è meno integrata nel discorso pubblico o nei sistemi educativi possono registrare una partecipazione limitata.

In Europa, la CS si distingue per una significativa diversità tematica e diffusione geografica, e si concentra soprattutto nei paesi dell'Europa nord-occidentale. In alcuni casi come il Regno Unito, la Germania e i Paesi Bassi la CS vanta una consolidata tradizione di iniziative sostenute da solidi quadri istituzionali e abbondanti finanziamenti pubblici. La creazione di portali nazionali, come *Bürger schaffen Wissen*⁵ fondato in Germania nel 2014, riflette la crescente necessità di strumenti centralizzati per migliorare l'accesso ai progetti e facilitare l'integrazione delle pratiche di CS.

⁵ Cfr. Mitforschen s.d.

Dal punto di vista tematico, progetti incentrati sulla biodiversità, la salute e il monitoraggio ambientale dominano il panorama europeo, in linea con le priorità della Commissione Europea e dei programmi di finanziamento comunitari. L'Europa meridionale e orientale presenta un numero inferiore di progetti di CS, ostacolati spesso da vincoli economici e politici. Nonostante ciò, emergono eccezioni notevoli, come la Spagna, che in tempi recenti ha sviluppato un elevato numero di progetti locali e internazionali. Ad esempio, l'Observatory for CS creato dalla Fondazione Ibercivis⁶ in collaborazione con la Fondazione Spagnola per la Scienza e la Tecnologia (FECYT) nel 2016, ha l'obiettivo di riconoscere, promuovere e analizzare le iniziative di scienza cittadina in tutto il paese, oltre a pubblicare rapporti annuali che descrivono lo stato della CS nel paese. Particolarmente significativo è il caso dell'Italia, dove nel 2023 è stata fondata l'Associazione Citizen Science Italia (cfr. Museo di Storia Naturale della Maremma. s.d.) nata come iniziativa dal basso, frutto della collaborazione tra scienziati, cittadini e istituzioni. Le prime attività risalgono al 2016, quando un gruppo di esperti e appassionati ha iniziato a collaborare, trovando ispirazione dalla conferenza ECSA di Berlino dello stesso anno, che ha rappresentato un momento chiave per lo sviluppo della rete italiana dedicata alla CS. Un ulteriore impulso è arrivato dal progetto europeo DITOs - Doing It Together Science (per cui si veda CORDIS – EU reserch results 2016), che ha favorito lo scambio di conoscenze e buone pratiche a livello internazionale. Nel 2017, il Museo di Storia Naturale della Maremma⁷ di Grosseto, da molto tempo attivo in pratiche di CS, ha ospitato la prima conferenza italiana sulla CS, segnando un passaggio fondamentale nella creazione della comunità nazionale di riferimento.

Negli Stati Uniti e in Canada, la CS è profondamente radicata nelle tradizioni di *community-based participatory research*. Ad esempio, il progetto CitSciStarter (s.d.) e altre agenzie federali come la NASA (s.d.) e l'EPA – US Environmental Protection Agency (2024) hanno sviluppato piattaforme digitali avanzate per massimizzare il coinvolgimento pubblico, semplificando la raccolta e l'analisi dei dati. L'uso esteso di tecnologie digitali e di reti globali rappresentano le principali caratteristiche distintive dei progetti nordamericani.

In Asia, il panorama della CS è meno sviluppato, ma in espansione come dimostra la fondazione della associazione CitizenScience.Asia nel 2022 (cfr. Citizen Science.Asia s.d.). Paesi come il Giappone e la Corea del Sud sfruttano strumenti tecnologici per affrontare sfide specifiche, come la gestione dei disastri naturali e il monitoraggio ambientale. L'Australia (cfr. Australian Citizen Science Association s.d.) e la Nuova Zelanda, invece, vantano una lunga tradizione di progetti legati alla conservazione della biodiversità, spesso in collaborazione con le comunità indigene.

⁶ Cfr. Ibercivis s.d.

⁷ Cfr. Museo di Storia Naturale della Maremma s.d. "Home page".

In Africa e America Latina, la CS si confronta con limitazioni infrastrutturali e tecnologiche. Tuttavia, l'importanza di affrontare sfide locali, come la deforestazione e la tutela della biodiversità, ha stimolato lo sviluppo di iniziative mirate. In America Latina, movimenti sociali e ambientalisti sono spesso alla base di progetti di CS, mentre in Africa l'adozione di modelli partecipativi internazionali offre opportunità significative per il progresso scientifico; recentemente, nel 2024, è stata anche creata la CitSci Africa Association (cfr. CitSAf s.d.).

Questa distribuzione ineguale trova conferma nella diffusione geografica della produzione scientifica. Infatti, osservando la collocazione dei prodotti scientifici presenti sul database Scopus⁸ nel periodo 2004-2024 ottenuta in relazione al paese di affiliazione degli autori, il quadro che si presenta rivela una accentuata concentrazione nell'America settentrionale e nell'Europa occidentale (Fig. 1.4).

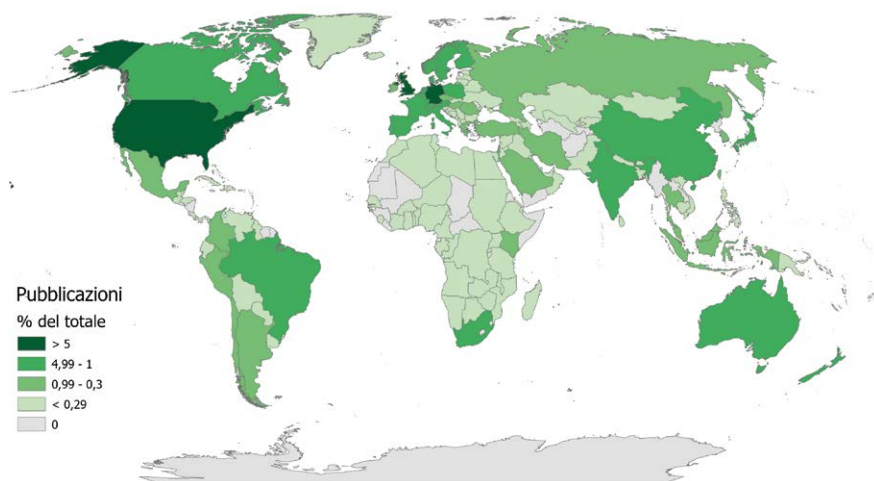


Figura 1.4 – La geografia della produzione scientifica sulla CS (2004-2024). Didascalia: la carta illustra la distribuzione per paese di oltre 40mila pubblicazioni presenti nella banca dati Scopus nel periodo 2004-2024 che contengono il termine CS nel titolo o nell'abstract o nelle parole chiave. Fonte: Elaborazione degli autori su dati Scopus (ultimo accesso: 2025-01-10).

Nonostante il potenziale trasformativo della CS, la sua adozione rimane ancora disomogenea. Per colmare queste lacune, sono essenziali le reti collaborative internazionali, le piattaforme condivise e approcci transdisciplinari che garantiscano una maggiore inclusività.

⁸ Scopus è una delle più grandi banche dati bibliografiche per la letteratura scientifica a livello mondiale. È gestita da Elsevier, una tra le più importanti case editrici accademiche (cfr. Scopus s.d.).

1.5 Le tipologie dei progetti di *Citizen Science*

La CS si manifesta attraverso molteplici iniziative che si differenziano per obiettivi, metodologie, livelli di partecipazione, scale di riferimento e campi di applicazione. Un'ulteriore spinta alla diversificazione deriva dalla rapida diffusione di nuove tecnologie digitali sempre più economiche e performanti, come le applicazioni mobili e web, le piattaforme digitali e i *Location-Based Service* (LBS) (Wiggins e Crowston 2012), ampiamente utilizzati nelle attività di CS. Talvolta confuse con altre forme di attività partecipative caratterizzate dal coinvolgimento pubblico come la ricerca comunitaria o la ricerca-azione, le attività di CS si distinguono per la raccolta dei dati e per il contesto scientifico in cui operano.

Al fine di individuare le tipologie dei progetti di CS occorre basarsi su criteri diversi quali il livello di partecipazione, le azioni intraprese, la governance del progetto o le caratteristiche sociodemografiche dei partecipanti. Molti autori dibattono da tempo sulla possibilità di creare delle classificazioni dei progetti, e in questa sede vengono riportati alcuni tentativi rilevanti.

Nel 2009, Bonney et al. hanno individuato diverse tipologie di progetti in base al grado di partecipazione dei cittadini, individuando:

- progetti contributivi, in cui la domanda di ricerca viene definita dagli scienziati e i partecipanti contribuiscono solo con la raccolta dei dati;
- progetti collaborativi, ancora gestiti dagli scienziati, ma in cui ai partecipanti viene riconosciuto un ruolo nella definizione della domanda di ricerca e della struttura del progetto o nella disseminazione dei risultati;
- progetti co-creati che vengono definiti e implementati congiuntamente dagli scienziati e dai cittadini.

Le tipologie sopra individuate vengono riprese da Haklay nel 2013 che offre una classificazione tra le più conosciute e citate dalla letteratura sul tema. Haklay distingue quattro tipologie di progetti caratterizzate da livelli di contribuzione e partecipazione crescenti: *crowdsourcing*, *distributed intelligence*, *participatory science* e *extreme citizen science*. Queste tipologie sono approfondite nel paragrafo 2.5 dedicato al tema della partecipazione.

I progetti di CS possono essere classificati anche in relazione alla tipologia di attività in cui sono coinvolti i partecipanti:

- 1) *progetti di raccolta dati*, in cui i partecipanti si occupano della raccolta di dati;
- 2) *progetti di elaborazione e analisi dei dati*, che si focalizzano sulla categorizzazione, trascrizione e interpretazione dei dati;
- 3) *progetti in curriculum scolastici*, che si svolgono in scuole o strutture educative di altro tipo per giovani;
- 4) *progetti di scienza di comunità*, focalizzati sulla risoluzione di un problema di scala locale il cui obiettivo è quello di influenzare le politiche locali (Bonney et al. 2016).

Una diversa classificazione dei progetti di CS si ottiene utilizzando gli obiettivi e il contesto in cui si svolge l'attività (Wiggins e Crowston 2011).

Tale classificazione si esplicita in una suddivisione in progetti: 1) di ricerca-azione, 2) di conservazione, 3) virtuali, 4) di investigazione e 5) di educazione. Nella tipologia 1) *action project* è previsto che i cittadini collaborino allo sviluppo di iniziative locali; nel 2) *conservation project* l'obiettivo principale riguarda la protezione e la gestione delle risorse naturali; 3) i *virtual project* raggiungono l'obiettivo scientifico prioritariamente con l'utilizzo di strumenti web (come le piattaforme contributive); 4) gli *investigation project* sono invece dei progetti che si pongono obiettivi scientifici sviluppati con modalità in presenza; mentre 5) gli *educational project* hanno scopi educativi (Wiggins e Crowston 2011).

Una diversa classificazione considera il modello di governance e in questo caso si distinguono:

- 1) *progetti contrattuali* quando la comunità richiede agli scienziati di investigare uno specifico tema o problema e riportarne i risultati; in questi progetti i cittadini suggeriscono la domanda di ricerca;
- 2) *progetti contributivi*, in cui la domanda di ricerca è identificata dagli scienziati e i cittadini contribuiscono raccogliendo dati;
- 3) *progetti collaborativi*, elaborati dagli scienziati e a cui i partecipanti contribuiscono raccogliendo e analizzando i dati, definendo protocolli o divulgando i risultati;
- 4) *progetti co-creati*, creati insieme dagli scienziati e dai cittadini e in cui almeno una parte dei partecipanti sono coinvolti in tutte (o quasi) le attività del processo scientifico;
- 5) *contributi collegiali*, in cui i cittadini portano avanti ricerche indipendenti e ottengono un riconoscimento di vario tipo (anche monetario) da qualche attore istituzionale (Shirk et al. 2012; Ceccaroni et al. 2017).

Altra prospettiva è quella definita in base al coinvolgimento della comunità locale, soprattutto nel campo del monitoraggio ambientale (Danielsen et al. 2009, 33-5). In particolare, si identificano progetti di monitoraggio gestiti *in toto* dagli scienziati e che non coinvolgono stakeholder locali (*externally-driven, professionally executed monitoring project*); oppure casi in cui gli attori locali sono coinvolti solo in fase di raccolta dati (*externally-driven monitoring project with local data collectors*). Quando aumenta il grado di coinvolgimento, la partecipazione degli stakeholder locali si manifesta anche nelle decisioni sulla gestione del progetto (*collaborative monitoring project with external data interpretation*), fino ad arrivare a un coinvolgimento in tutte le fasi con un supporto degli scienziati limitato a fornire suggerimenti ed erogare formazione (*collaborative monitoring project with local data interpretation*). Infine, vi sono casi in cui la comunità locale agisce in autonomia senza necessità di alcun supporto esterno (*autonomous local monitoring project*).

Altre classificazioni assumono come criterio discriminante il ruolo che l'istituzione universitaria (o il centro di ricerca) svolge all'interno del progetto. In un primo gruppo ricadono i progetti in cui le istituzioni svolgono il ruolo di consulenti alla comunità locale (*scientific consulting research project*); un secon-

do tipo prevede che un gruppo non strutturato di cittadini assista l'istituzione nella ricerca scientifica (*Citizen Science research project*); un terzo gruppo è caratterizzato da progetti che possiedono una struttura centralizzata specifica per promuovere e incentivare la partecipazione di cittadini e della comunità locale (*adaptive Citizen Science research project*); un ulteriore gruppo comprende progetti in cui si assiste alla collaborazione della comunità locale con individui e professionisti per realizzare obiettivi replicabili e adattabili ai contesti specifici (*adaptive co-management research project*); infine, nell'ultimo gruppo ricadono quei progetti in cui la domanda di ricerca muove dalla comunità locale, che lavora con i ricercatori per tutte le attività del progetto, per trovare soluzioni a problemi rilevanti per la comunità coinvolta (*participatory action research project*) (Cooper et al. 2007, 3).

I progetti possono anche differire per diversi altri aspetti che potenzialmente ne influenzano i risultati, come le caratteristiche socioeconomiche dei cittadini coinvolti, la tipologia di istituzione che finanzia il progetto e la motivazione istituzionale, ma anche per la struttura di supporto e per gli strumenti di comunicazione e di feedback utilizzati. Naturalmente tutte queste variabili possono condizionare enormemente i risultati della ricerca, come anche la quantità e la qualità dei dati prodotti (Kirschke et al. 2022).

Complessivamente, dalla panoramica effettuata si evince che la CS è un approccio che si inserisce nel modello dell'*Open Science*, (cfr. Scheda 1.2) basato sulla collaborazione tra membri volontari della società civile e scienziati in attività di monitoraggio e di rilevazione in diversi campi del sapere al fine di creare conoscenza e informazioni basate su evidenze scientifiche a supporto degli obiettivi globali e dell'avanzamento del sapere.

Particolarmente rilevante è l'aspetto che riguarda la collaborazione tra mondo della ricerca e società civile attraverso la raccolta di dati da parte di volontari che partecipano alla loro analisi contribuendo al loro utilizzo per la definizione di politiche specifiche (Haklay 2015). Allo stesso tempo, i volontari – generalmente definiti *citizen* – acquisiscono, in modo accattivante, nuove competenze e una comprensione più profonda del lavoro scientifico (Fig. 1.5).

Ad oggi la CS si è dimostrata in grado di produrre dati affidabili per la ricerca, generare grandi quantità di informazioni in tempi relativamente brevi (Fraisl, See, Campbell et al. 2023), così come di contribuire a identificare tendenze, differenze o somiglianze di indicatori specifici nel tempo e nello spazio. Questo aspetto della produzione di dati e di informazioni, insieme al *capacity building*, è anche uno dei target dell'Obiettivo di Sviluppo Sostenibile numero 17 dell'Agenda 2030 (United Nations Regional Information Centre s.d.), imperniato appunto sulla necessità di sviluppare nuove fonti di dati e di informazioni per il monitoraggio degli stessi SDG (Sustainable Development Goals) nel contesto di partnership e di reti di scambio di conoscenza. Come risultato di questo scenario aperto, in rete e transdisciplinare, la CS promette dunque di migliorare le interazioni tra scienza, società e politica, portando ad una ricerca più democratica, basata su un processo decisionale attivato dal basso e su evidenze scientifiche.

SCHEDA 1.2 OPEN SCIENCE

L'idea di Open Science risale al XVIII secolo, quando durante l'Illuminismo i principi di trasparenza e condivisione della conoscenza iniziarono a diffondersi nella comunità scientifica. Ne fu esempio l'*Encyclopédie, ou Dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers*, par une société de gens de lettres, ad opera di Denise Diderot e Jean Baptiste D'Alembert, che può essere considerata la prima grande iniziativa culturale moderna intrapresa come una grande opera collettiva, alla quale parteciparono numerosi studiosi indipendenti.

L'uso attuale del termine Open Science si è affermato all'inizio del nuovo millennio con l'avvento delle tecnologie digitali e della diffusione di Internet, che hanno reso possibile un accesso più ampio e collaborativo alla conoscenza scientifica.

Alcuni momenti chiave nella storia dell'Open Science furono la *Budapest Open Access Initiative* (2002) e la *Berlin Declaration on Open Access* (2003) che affermarono i principi di accesso libero ai risultati della ricerca scientifica. Successivamente governi e istituzioni scientifiche hanno iniziato a sviluppare politiche per favorire la condivisione dei dati e la trasparenza scientifica. Ad esempio, l'Unione Europea ed il National Institutes of Health (NIH) negli Stati Uniti hanno promosso dal 2010 e il 2015 l'Open Science come standard nella ricerca finanziata con fondi pubblici. La Commissione Europea ha iniziato a utilizzare il termine «scienza aperta» a seguito della consultazione pubblica sulla *Science 2.0 Science in Transition* del 2014 (European Commission 2015). Infine, in tempi più recenti, l'UNESCO e altre organizzazioni internazionali hanno intensificato gli sforzi per promuovere l'Open Science, pervenendo alla "Raccomandazione sulla Scienza Aperta" adottata nel 2021, documento che fornisce un inquadramento e stabilisce delle linee guida per la sua implementazione (UNESCO 2021). La Raccomandazione definisce l'Open Science come un insieme di principi e pratiche finalizzati a rendere la ricerca scientifica accessibile e inclusiva per tutti, promuovendo equità e sostenibilità. L'obiettivo è dunque garantire che la conoscenza scientifica sia accessibile e che il processo di produzione del sapere coinvolga una vasta gamma di attori sociali.

I principali assunti dell'Open Science possono essere riassunti come segue:

- *conoscenza scientifica aperta*, che prevede accesso aperto a pubblicazioni scientifiche, dati di ricerca, risorse educative, software e hardware *open source*;
- *infrastrutture per la scienza aperta*, volte a supportare la creazione e la diffusione della conoscenza scientifica;
- *coinvolgimento degli attori sociali*, per incrementare la collaborazione tra scienziati e società attraverso iniziative come crowdfunding, *Citizen Science* e volontariato scientifico;
- *dialogo aperto tra le discipline*, al fine di integrare conoscenze tradizionali e interdisciplinari con la scienza moderna, pur rispettando le diversità epistemologiche.

La Commissione Europea (2020) ha individuato otto dimensioni, tra cui la CS, attraverso le quali promuovere Open Innovation e Open Science, che riguardano:

- *FAIR Data*, i dati della ricerca devono essere Facilmente Accessibili, Interoperabili e Riutilizzabili, garantendo la trasparenza e l'efficienza;
- *Research Integrity*, adozione di pratiche scientifiche etiche e trasparenti, per garantire l'affidabilità e la qualità della ricerca aperta;
- *Next Generation Metrics*, sviluppo di nuovi indicatori di valutazione della ricerca basati su impatti sociali ed economici, andando oltre le tradizionali metriche bibliometriche;
- *Future of Scholarly Communication*, promozione di nuovi modelli di pubblicazione scientifica che siano più rapidi, trasparenti e inclusivi;
- *Citizen Science*, riguarda l'interazione tra ricercatori e pubblico nei progetti di ricerca, riconoscendo il ruolo inestimabile svolto dai cittadini nel fornire nuovi stimoli alla stessa;
- *Education and Skills*, sviluppo di programmi educativi per formare ricercatori e cittadini sulle pratiche e i benefici della scienza aperta;
- *Rewards and Incentives*, riconoscimento in ambito accademico e politico per promuovere un'ampia condivisione delle migliori pratiche;
- *European Open Science Cloud* (EOSC), creazione di un'infrastruttura virtuale che permetta ai ricercatori di archiviare, ricompartire e accedere ai dati in tutta Europa.

2.1 Attori e stakeholder della *Citizen Science*

La CS, in qualità di pratica partecipativa, si fonda sulla collaborazione tra scienziati e cittadini, e in senso più ampio comprende, ed ha ricadute su, una più ampia varietà di attori e portatori di interessi, generalmente definiti stakeholder (Freeman 1984)¹. Questi comprendono membri di diverse comunità, quella scientifica professionale e quella non professionale, la società civile, le istituzioni e tutti coloro che collaborano, interagiscono e/o hanno un qualche interesse nel progetto o che possono esserne influenzati (Annan 2007; Göbel 2017; Leventon et al. 2016; Skarlatidou et al. 2019; Vogler et al. 2017).

Il coinvolgimento di un'ampia platea di stakeholder, dalla società civile al settore privato, dalle istituzioni al settore educativo e ai media, è riconosciuto come un elemento necessario per attivare processi di innovazione sociale capaci

¹ Freeman (1984), in ambito di economia d'impresa, definisce gli stakeholder come individui o gruppi che sono influenzati da, o che influenzano, l'organizzazione o un sistema nel perseguimento dei suoi obiettivi. Benché questa definizione sia ampiamente condivisa, alcuni autori la ritengono contestabile. Miles (2012), ad esempio, sostiene che il concetto di stakeholder risulta vago e ambiguo, dunque soggetto a interpretazioni che si modificano al variare dei contesti sociali e ideologici di riferimento.

di generare effetti sociali, territoriali, ambientali ed economici (Butkeviciene et al. 2021; Tauginiené et al. 2021). Il coinvolgimento attivo degli stakeholder, elemento abilitante di processi di innovazione sociale, è già da tempo riconosciuto nella Politica di Coesione europea². Questa, secondo un framework di *innovative multi-level and multi-stakeholder governance*, incoraggia l'adozione di strategie d'innovazione flessibili e dinamiche, che seguano un approccio *place-based* e coinvolgano una pluralità di attori nel processo innovativo.

In relazione ai temi dell'identificazione e del coinvolgimento degli stakeholder, centrali nel determinare il successo di un progetto di CS (Tiago 2016), il dibattito scientifico si è soffermato a lungo. Alcune ricerche recenti si sono dedicate alla descrizione dei comportamenti e delle azioni svolte dagli stakeholder, per esempio con specifico focus sull'analisi dei livelli di partecipazione (contributivo, collaborativo, co-creativo ecc.) (Haklay 2013) o sulle motivazioni alla partecipazione (Raddick et al. 2009; Tiago et al. 2017). Altri studi hanno adottato un approccio normativo affrontando la legittimità del coinvolgimento e il potenziamento degli stakeholder nei processi decisionali (Schade et al. 2021; Rubio Iglesias et al. 2020); altri ancora hanno perseguito un approccio strumentale finalizzato all'analisi delle modalità di coinvolgimento degli stakeholder (Dickinson et al. 2012a, 2012b), o all'esame di tecniche e metodi per orientarne il comportamento (Newman et al. 2012). Solo un esiguo corpus di studi si è focalizzato sulle interazioni tra gli attori come pratica abilitante per la produzione di conoscenza (Tiago 2016).

SCHEDA 2.1 CHI SONO I CITIZEN SCIENTIST?

Le comunità dei *citizen scientist* includono profili diversi che riassumiamo come segue:

- scienziati amatoriali e hobbisti appassionati spinti dall'interesse personale per un campo scientifico specifico, come il *birdwatching* (eBird³), l'astronomia o la botanica (iNaturalist);
- volontari informatici che mettono a disposizione le loro competenze computazionali in attività di *distributed computing*;
- scienziati sensori il cui impegno si svolge spesso in aree limitate attraverso l'osservazione diretta, la misurazione anche per lunghi periodi di tempo;
- scienziati indigeni, individui che hanno la conoscenza del contesto locale e che partecipano in progetti di CS nel campo della conservazione della biodiversità e l'uso del suolo (De Marchi e Diantini 2022);
- scienziati educatori, quali studenti e insegnanti, coinvolti in progetti di CS facenti parte curriculum scolastici, che offrono dunque agli studenti la possibilità di svolgere attività di ricerca sul campo come parte del loro percorso formativo.

² Il concetto è più volte richiamato nelle diverse Strategie di specializzazione intelligente nazionali e regionali 2014-2020. Per maggiori informazioni si veda Agenzia per la Coesione Territoriale, "S3 - Smart Specialisation Strategy".

³ Cfr. eBird s.d.

È dunque importante che la mappatura e il coinvolgimento degli stakeholder siano inquadrati sin da subito all'interno della strategia di un progetto di CS (cfr. par 3.1), in quanto lavorare in modo efficace con tutti i possibili portatori di interesse facilita e democratizza la definizione degli obiettivi del progetto, permette l'individuazione e l'implementazione trasparente delle decisioni rilevanti, consente di inquadrare le azioni nel contesto territoriale di riferimento e permette di valutare la fattibilità delle proposte che emergono, in termini di azioni e politiche future (Brugha e Varvasovsky 2000; Skarlatidou et al. 2019).

2.2 L'analisi degli stakeholder

L'analisi degli stakeholder risalente agli anni '60 del secolo scorso è diventata popolare inizialmente nell'ambito del non-profit, dell'economia e della comunicazione (Friedman e Miles 2006; Skarlatidou et al. 2019). Successivamente, nell'ambito delle scienze sociali, alcuni autori hanno iniziato a evidenziarne il potenziale per promuovere il coinvolgimento di stakeholder marginali, in modo che anche loro potessero prendere parte attiva e influenzare quei processi decisionali relativi ad azioni, attività o politiche che direttamente o indirettamente avrebbero prodotto effetti per loro rilevanti (Reed et al. 2009; Skarlatidou et al. 2019).

L'analisi degli stakeholder, in linea generale, comprende tre livelli, ovvero la loro mappatura in relazione ai settori di appartenenza, la classificazione in base al ruolo svolto nell'ambito del progetto e infine l'indagine sulle relazioni tra di essi. Nel tempo sono state elaborate diverse modalità di analisi per i livelli sopramenzionati. Di seguito ne vengono riportate alcune a titolo esemplificativo.

Un'utile metodologia di mappatura degli stakeholder – di tipo qualitativo – adottata nelle scienze sociali è stata proposta da Göbel et al. nel 2017. In questo caso si identificano sei gruppi in base a diversi settori di appartenenza, ovvero: 1) organizzazioni della società civile, gruppi informali e membri della comunità; 2) organizzazioni accademiche e di ricerca; 3) enti e istituzioni governative; 4) individui volontari; 5) istituzioni scolastiche e 6) imprese e settore privato.

Gli stakeholder di questi gruppi possono offrire numerosi contributi alle iniziative di CS (ad es. tempo, fondi, competenze e attrezzature), ma il ruolo che ciascuno di essi assume non è sempre sovrapponibile: le organizzazioni della società civile, ad esempio, sono generalmente più coinvolte nella progettazione e nell'implementazione dei progetti, mentre le imprese e le attività economiche sono tipicamente meno coinvolte e risultano presenti ed operative in pochi progetti (Skarlatidou et al. 2019).

Göbel et al. (2017) si sono spinti oltre la mera distinzione settoriale, suddividendo ulteriormente gli stakeholder in interni ed esterni al progetto di CS, a seconda che questi siano considerati come parte attiva del team di progetto o come contributori o utenti indipendenti (Göbel et al. 2017, 19). La distribuzione degli

stakeholder interni ed esterni varia a seconda del modello di governance del progetto. Ad esempio, in progetti di CS co-creati e collegiali (cfr. par. 1.5), di solito sia il team di progetto che la platea di stakeholder è molto più estesa rispetto ad altre tipologie di governance, ed i diversi stakeholder vengono inclusi nel progetto fin dalle fasi iniziali del processo progettuale e decisionale. Nei progetti contributivi, invece, la maggior parte degli stakeholder sono considerati come soggetti esterni.

Inoltre, una ulteriore specificazione all'interno di questo modello prevede di distinguere gli stakeholder in effettivi e potenziali, dove i primi sono quelli che partecipano attivamente al progetto, mentre i secondi sono coloro che, pur essendo stati individuati, non vengono coinvolti nel progetto ma potenzialmente potrebbero esserlo in un momento successivo (Göbel et al. 2017).

Tabella 2.1 – Stakeholder attivi o potenziali, interni o esterni.

STAKEHOLDER	INTERNI	ESTERNI
ATTIVI	Partner/collaboratori che definiscono la domanda di ricerca in un progetto collegiale. Ricercatori universitari che analizzano i dati. Enti e istituzioni che definiscono l'ambito geografico di applicazione del progetto. ONG che sviluppano un laboratorio locale. Membri della comunità che diffondono i risultati del progetto. Studenti che partecipano a progetti di CS come parte del loro percorso di studi.	Associazioni di CS, istituzioni o altri attori che utilizzano dati e metadati del progetto CS. Imprese che includono attività di un progetto di CS nelle iniziative aziendali. Utenti di un'organizzazione che utilizzano dati di CS. Scuole che utilizzano attività di CS nei programmi di studio.
POTENZIALI	Enti pubblici che finanziano progetti e potrebbero utilizzare dati di CS. Gruppi di interesse specifici che potrebbero partecipare alla produzione di conoscenza.	Enti, istituzioni e ricercatori che potrebbero utilizzare dati di CS.

Fonte: Adattato da Göbel et al. 2017, 19.

Altre metodologie elaborano la categorizzazione degli stakeholder facendo ricorso alla combinazione di due fattori: il potere, ovvero la capacità degli stakeholder di influenzare il successo o i risultati del progetto e l'interesse nei confronti degli obiettivi e nelle attività di CS. Questi due fattori costituiscono le dimensioni di una matrice potere/interesse dalla cui combinazione si generano quattro tipologie di stakeholder. La matrice potere/interesse fu introdotta da Mendelow nel 1981 come uno strumento per identificare l'approccio più efficace, per ogni tipologia, ai fini del coinvolgimento degli stakeholder nell'ambito del progetto.

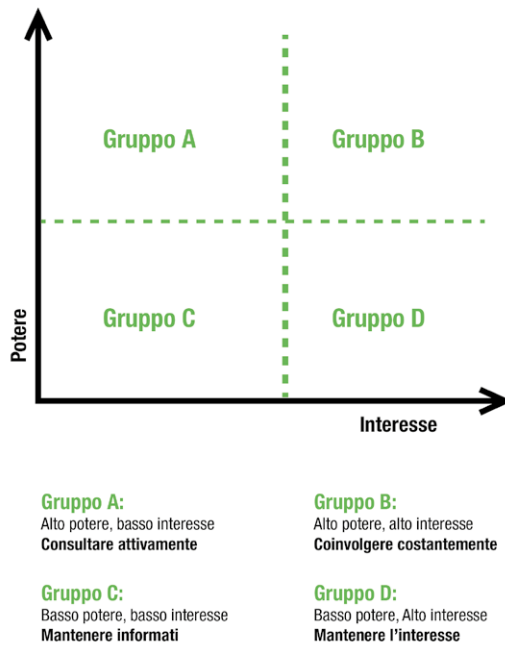


Figura 2.1 – La matrice potere/interesse. Fonte: Adattato da Mendelow 1981.

I quadranti descrivono le seguenti tipologie di stakeholder:

- *alto potere / basso interesse*: stakeholder con un alto livello di potere ma non particolarmente interessati al progetto o alla sua organizzazione, come ad esempio enti o istituzioni governative;
- *alto potere / alto interesse*: stakeholder con un significativo livello di potere e di interesse in relazione al progetto e all'organizzazione. Spesso si tratta di decisori chiave o attori importanti direttamente impegnati nella realizzazione e nel successo del progetto;
- *basso potere / basso interesse*: stakeholder con un interesse e un potere minimi, come ad esempio i partecipanti occasionali;
- *basso potere / alto interesse*: stakeholder con un alto livello di interesse ma con scarso potere di influenzare il progetto, come associazioni, comunità o singoli individui attratti dal progetto ma senza un'autorità significativa.

Questo approccio consente di sviluppare strategie mirate per il coinvolgimento di ciascun gruppo di stakeholder. In particolare il gruppo A (alto potere/basso interesse) deve essere attivamente consultato; il gruppo B (alto potere/alto interesse) richiede un impegno rilevante e un costante coinvolgimento in quanto gli stakeholder di questo gruppo possono avere un impatto significativo sui risultati del progetto; il gruppo C (basso potere/basso interesse) necessita di essere tenuto informato per prevenire potenziali problemi derivanti dalla loro mancan-

za di interesse; infine per il gruppo D (basso potere /alto interesse) l'interesse deve essere mantenuto sempre vivo oltre a garantire un'elevata soddisfazione.

La matrice potere/interesse è stata utilizzata da altri studiosi per elaborare altre tassonomie e catalogazioni. Reed (2009), ad esempio, introducendo il concetto di «influenza» (ossia la capacità di orientare il corso di un progetto), suggerisce quattro categorie generali di stakeholder: 1) gli attori chiave; 2) gli organizzatori di contesto; 3) i soggetti individuali e 4) la *crowd* (ossia la «folla») (Reed 2009, 1938). Gli attori chiave sono parti interessate che devono essere curate con attenzione perché hanno un interesse e un'influenza elevati (ad esempio, i volontari del progetto). Gli organizzatori di contesto sono attori indipendenti che possono influenzare il contesto entro il quale il progetto opera nonostante non ne abbiano un interesse diretto (ad esempio, il governo locale). Per questo motivo, gli organizzatori di contesto devono essere considerati e monitorati. I soggetti individuali hanno un interesse elevato ma una bassa influenza e, sebbene assumano un ruolo di supporto, non hanno una grande capacità di incidere, anche se possono diventare influenti formando alleanze con altri stakeholder (ad esempio, attività economiche locali). Questi sono spesso gli stakeholder marginali che i progetti di sviluppo cercano di potenziare. La 'folla' è costituita da stakeholder che hanno scarso interesse o influenza sui risultati desiderati e non richiedono un impegno specifico (ad esempio, partecipanti occasionali).

L'analisi degli stakeholder svolta con la matrice interesse-influenza di Reed (2009), presenta tuttavia alcuni limiti, come nel caso in cui venga utilizzata per dare priorità agli attori chiave e agli organizzatori di contesto, a discapito dei soggetti e della folla, potenzialmente aggravando le discrepanze esistenti ed emarginando ulteriormente i gruppi che possono essere importanti ma che presentano un'influenza limitata (Reed e Curzon 2015). Inoltre, il modello non coglie alcuni elementi importanti come la natura degli interessi coinvolti, le possibili implicazioni dell'interazione tra gli stakeholder o, ancora, l'eventuale variabilità nel tempo del loro impegno. Per tali ragioni, al fine di perfezionare il metodo, alcuni autori suggeriscono di aggiungere una terza variabile: l'impatto. In questo contesto, per impatto si intende «il beneficio percepibile e dimostrabile per individui, gruppi, organizzazioni e società, che non sarebbe stato possibile senza le nuove conoscenze derivanti dalla ricerca» (Reed et al. 2021, 3).

Ne deriva un modello denominato delle 3i: interesse, influenza, impatto (Reed et al. 2018b). Grazie a questo approccio ogni stakeholder può essere analizzato in funzione del proprio interesse, dell'influenza e/o del suo probabile impatto. In tal modo è possibile, potenzialmente, identificare importanti stakeholder che sono poco interessati e poco influenti, ma che potrebbero comunque avere o subire un impatto significativo (sia in positivo che in negativo) dal progetto (Reed 2022).

2.3 Le interazioni tra stakeholder e il modello a Quintupla Elica

Una volta identificati, è rilevante comprendere la tipologia di interazioni e di scambi di conoscenze tra differenti stakeholder. Un approccio innovativo a questa operazione prevede l'utilizzo del cosiddetto modello a Quintupla Elica (Carayan-

nis e Campbell 2010; Carayannis et al. 2012). Questo, nasce come estensione del modello a Tripla Elica proposto da Henry Etzkowitz e Loet Leydesdorff (1995) e del modello a Quadrupla Elica (Carayannis e Campbell 2009), entrambi già ampiamente impiegati in progetti di innovazione sociale proprio per favorire il coinvolgimento della società civile (Lew et al. 2018; Vallance et al. 2020; Passarelli et al. 2019). Il modello a Tripla Elica comprendeva le tre dimensioni (eliche) dell'Accademia, delle istituzioni e dell'industria alle quali viene aggiunta, nel modello a Quadrupla Elica, l'elica della società civile, dei media e del settore culturale (Carayannis e Campbell 2009, 218, 206); nel passo successivo il modello viene arricchito con una quinta elica riguardante l'ambiente naturale (Fig. 2.2).

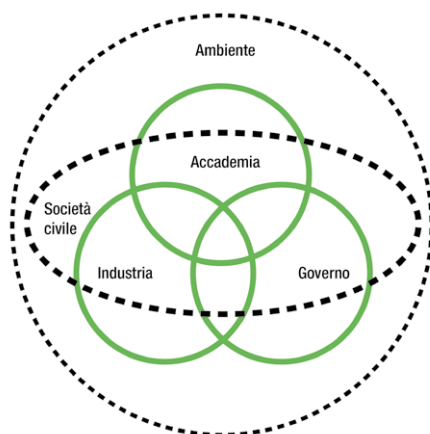


Figura 2.2 – Rappresentazione del modello a Quintupla Elica. Fonte: Carayannis et al. 2012, 2.

La quinta elica introduce l'ambiente naturale come un nuovo sottosistema, in modo che la 'natura' si affermi come componente centrale sia *della* che *per la* produzione di conoscenza. L'elica dell'ambiente incarna una serie di proprietà oggettive che costituiscono sia aspetti critici da affrontare, sia opportunità da cogliere.

In questa prospettiva teorica, gli stakeholder sono classificati in cinque categorie principali, ognuna delle quali rappresenta una delle eliche e si collega agli specifici ambiti di appartenenza:

- **accademia:** comprende enti accademici, come università, scuole, centri di ricerca e laboratori, che producono e diffondono conoscenza attraverso attività di ricerca e formazione;
- **industria:** include imprese e attività economiche che trasformano la conoscenza in prodotti, servizi e tecnologie, oppure che forniscono strumenti tecnologici applicati alla ricerca, come ITC, sensori e piattaforme digitali;
- **governo:** si riferisce a istituzioni pubbliche e governative che definiscono le condizioni quadro, le politiche e i regolamenti che influenzano l'innovazione e facilitano il trasferimento di conoscenze tra le altre eliche;

- società civile: rappresenta organizzazioni non governative, cittadini, consumatori e altri attori sociali che possono contribuire all'innovazione attraverso il coinvolgimento, la partecipazione e il feedback;
- ambiente: considera l'ambiente naturale come un insieme di elementi e proprietà oggettive che rappresentano sia sfide critiche da affrontare sia opportunità da sfruttare.

L'aspetto innovativo del modello della Quintupla Elica è quello di integrare l'ambiente naturale come un nuovo sottosistema, riconoscendo la 'natura' come un elemento centrale nella produzione e nell'innovazione della conoscenza.

Le eliche operano come una rete caratterizzata da scambi tra settori diversi (rappresentati dalle eliche) e basati sulla collaborazione, sulla co-creazione e sul co-sviluppo di un patrimonio condiviso di conoscenze, che viene sistematicamente reinvestito per generare nuova conoscenza (Cuppen 2012; Rodrigues-Ferreira et al. 2023; Jessop 1998).

L'interazione tra le eliche favorisce la creazione di un ambiente creativo fondato su diversi livelli di integrazione:

- integrazione geografica, che connette scale e contesti territoriali differenti;
- integrazione multi-stakeholder e multilivello, che riguarda l'interazione tra stakeholder appartenenti a diverse eliche e ambiti di governance di diverso livello, dal locale al sovralocale;
- integrazione intersettoriale, che coinvolge ambiti di attività diversi e può, ad esempio, contribuire all'elaborazione di politiche integrate.

Il modello sottolinea inoltre l'importanza della conoscenza situata (o *place-based*), valorizzando le risorse locali come il capitale umano (competenze e conoscenze della popolazione locale) e il capitale naturale (risorse ambientali locali). In questo modo, risponde alla necessità di considerare le conoscenze locali per adattare e contestualizzare interventi globalmente rilevanti, quali le risposte ai cambiamenti climatici, la protezione della qualità ambientale e la tutela della biodiversità (Carayannis e Campbell 2021; Carayannis e Alexander 2006).

2.4 Citizen Science e partecipazione

La partecipazione è, come abbiamo visto, uno dei pilastri fondamentali della CS. Talvolta, infatti, la CS viene denominata con terminologie che rimandano a questo concetto come ad esempio *crowd-science*, scienza civica o direttamente scienza partecipata. Ciascuna di queste, ad ogni modo, pone l'accento sul coinvolgimento della società civile e sulla sua partecipazione (Bonney et al. 2009).

In linea generale, il termine «partecipazione» rimanda sia al coinvolgimento del pubblico nelle attività scientifiche sia all'impegno svolto dalla società civile per il progresso scientifico. Quindi il significato della partecipazione si riferisce intrinsecamente alle due letture evidenziate nella definizione stessa di CS (cfr. par. 1.1) che rispettivamente si focalizzano sulla responsabilità dei cittadini come agenti del progresso scientifico e sul loro contributo tra-

mite osservazioni e raccolte di dati all'interno di progetti scientifici (Cooper e Lewenstein 2016).

Nonostante i tentativi proposti per riunire le due prospettive e delineare una CS 'partecipativa' e 'democratica' (Haklay 2013), il termine partecipazione rimane aperto a molteplici interpretazioni, ed è talvolta soggetto ad usi inappropriati. Ad esempio, le due prospettive sembrano riunirsi nella cosiddetta attività di rilevamento partecipativo (*participatory sensing*) ma, come hanno osservato Burke et al. (2006, 4), il termine *participatory sensing* è spesso utilizzato per descrivere attività sulle quali le persone che svolgono le attività hanno un controllo minimo, se non nullo, di fatto diventando semplici soggetti di rilevamento (Nold e Francis 2017). Questo non significa che il rilevamento partecipativo non possa andare oltre la semplice raccolta di informazioni, anzi, l'esempio appena citato mostra che occorre prestare molta attenzione al significato di partecipazione (Haklay 2016).

2.5 Le scale della partecipazione

Date la complessità dei processi inerenti alla partecipazione appare utile ripercorre gli inquadramenti teorici per lo studio degli attori coinvolti in attività e progetti di CS (e delle modalità del loro coinvolgimento), focalizzandosi sia sui fattori che influenzano la partecipazione sia sulle motivazioni dei partecipanti. Questo è il primo passo verso un'analisi complessiva del ruolo che le pratiche di CS rivestono nella società e nella scienza.

Nella letteratura accademica non c'è accordo su cosa si intenda per partecipazione. Si tratta di un concetto ampio, concepito in modi diversi nel tempo e che varia in base ai contesti e alle discipline scientifiche (Claridge 2004). Tra il 1969 e il 2020 sono stati individuati almeno 60 modelli teorici per definire i processi di partecipazione pubblica (Hussey 2000), a partire dalla 'Scala della partecipazione dei cittadini' di Arnstein (1969), che rimane un punto di riferimento inaggrabile per analizzare e valutare i diversi gradi di coinvolgimento dei cittadini nei processi decisionali.

Questo rappresenta, infatti, un modello di inquadramento teorico del concetto di partecipazione a cui si fa spesso riferimento nelle scienze sociali e geografiche, frutto di un percorso di studio del coinvolgimento dei cittadini nei processi di pianificazione territoriale negli Stati Uniti. La scala di Arnstein delinea un diagramma che consente di incasellare i diversi livelli di partecipazione dei cittadini nei progetti che li riguardano, e si connota di termini densi di significato per descrivere le potenzialità della partecipazione.

Arnstein inizia la sua analisi con il livello della 'non partecipazione', che si riferisce a processi che attribuiscono un ruolo passivo alle persone, con l'intento di ottenere il consenso per scelte e progetti già deliberati da altri. Successivamente si passa al livello della consultazione simbolica (*tokenism*), che designa interventi orientati alla consultazione e informazione sui progetti e sulle scelte da compiere, ma che non assegna reali poteri ai partecipanti, poiché la fase decisionale resta di esclusiva competenza di coloro che governano tali processi;

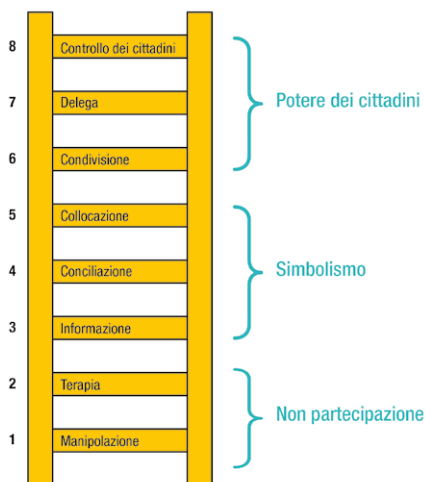


Figura 2.3 – La scala della partecipazione di Arnstein. Fonte: Arnstein 1969, 217

all'estremità opposta, si raggiunge il livello del 'potere dei cittadini', che si riferisce invece al coinvolgimento diretto delle persone nei processi decisionali.

Anche senza entrare nel dettaglio dei singoli livelli, è evidente che la scala di Arnstein offre lo spunto per affermare che il livello della 'non partecipazione' dovrebbe essere evitato, mentre il livello in cui si raggiunge il 'potere' effettivo dei cittadini si configura come l'obiettivo ideale. Sebbene sia stata messa in discussione nel corso degli anni (si veda Chilvers e Kearnes 2016), la scala di Arnstein costituisce la base sulla quale è stata elaborata da Haklay (2013, 116) la più nota spiegazione e classificazione della partecipazione nell'ambito della CS.

Haklay (2013) sviluppa un modello che identifica quattro livelli di partecipazione e di coinvolgimento: partendo dal basso si ha il livello del *crowdsourcing*, seguito dalla *distributed intelligence*, per poi passare ai progetti di *participatory science*, ed arrivare all'ultimo grado della *extreme citizen science* (Fig. 2.4).

Il primo livello, quello del *crowdsourcing*, costituisce il grado più semplice nel quale i partecipanti si limitano a fornire la propria manodopera per la raccolta delle osservazioni e, di conseguenza, il loro impegno cognitivo è ridotto al minimo. Con questo termine si descrive la partecipazione come l'azione che i cittadini compiono per fornire dati e informazioni agli scienziati professionisti, assumendo il ruolo di *sensor* (Goodchild 2007). Il *crowdsourcing*, che in genere avviene tramite tecnologie Web (applicazioni mobili, piattaforme ecc.), presenta un vantaggio per gli scienziati che riescono a mantenere il controllo sull'esperimento. Inoltre, gli strumenti utilizzati per la raccolta dati sono definiti in partenza e non variano (Haklay 2013).

Il secondo livello, definito come *distributed intelligence*, si differenzia dal primo in quanto i partecipanti osservano ed interpretano al tempo stesso le rilevazioni eseguite. In questo caso entrano in gioco le abilità cognitive di ogni

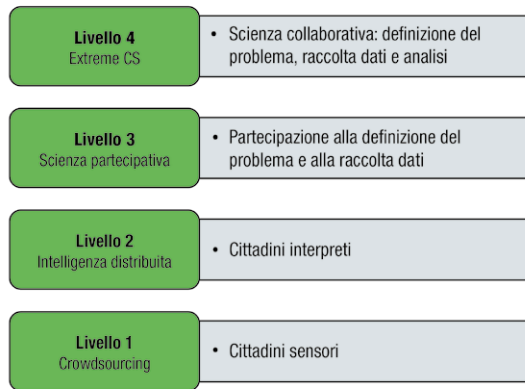


Figura 2.4 – Livelli di partecipazione nella Citizen Science di Haklay. Fonte: Haklay 2013, 11.

partecipante. Un esempio è il progetto Galaxy Zoo⁴ in cui i partecipanti classificano le galassie e aiutano gli astronomi a comprendere la struttura dell'universo. Solitamente questo grado di partecipazione è riscontrabile in fasi progettuali che utilizzano tecnologie di *volunteered computing*, ovvero la condivisione della potenza di calcolo inutilizzata dei propri computer o dispositivi elettronici, oppure competenze informatiche per la scrittura di codici o algoritmi, oppure di *volunteered thinking*. Mentre il *volunteered computing* richiede poco impegno ai partecipanti, a parte l'installazione di software sui loro computer, nel *volunteered thinking* i volontari sono impegnati a un livello più attivo e cognitivo (Grey 2009). Per questa tipologia di partecipazione è spesso necessario un periodo di *training* specifico, prima di poter passare alla raccolta dati o allo svolgimento di altre attività.

Il terzo livello è quello della *participatory science*. La partecipazione qui assume una dimensione più articolata ed il rapporto tra partecipanti e professionisti si intensifica in quanto i cittadini interagiscono con esperti e scienziati sia per definire l'argomento principale del progetto, sia durante la fase di raccolta e interpretazione dei dati. In alcuni casi i partecipanti, tramite il coinvolgimento nelle attività del progetto, diventano così esperti nella raccolta e nell'analisi

⁴ Galaxy Zoo è un progetto di CS lanciato nel 2007 per coinvolgere il pubblico nella classificazione di galassie osservate con telescopi. L'obiettivo principale è analizzare visivamente milioni di galassie per identificarne la forma, accelerando un processo che, con metodi tradizionali, richiederebbe decenni. Questo progetto ha permesso di ottenere dati di alta qualità, scoprire oggetti insoliti (es. Hanny's Voorwerp) e aumentare l'interesse pubblico per l'astronomia.

dei dati che sono in grado di suggerire nuove domande di ricerca e/o proporre nuovi sviluppi progettuali.

L'ultimo livello è identificato da Haklay come *extreme citizen science*, in cui i partecipanti che prendono parte ad un progetto vengono coinvolti in tutte le fasi dello stesso, compresi i processi di definizione della domanda di ricerca, di proposta e identificazione di possibili interventi di policy, diffusione dei risultati ecc. Nella *extreme citizen science*, i partecipanti sono messi sullo stesso piano degli scienziati, e agli scienziati è in qualche modo richiesto di divenire essi stessi *citizen scientist*, come sottolineato da Irwin (1995), Wilsdon, Wynne, e Stilgoe (2005) e Stilgoe (2014).

2.6 Per una corretta lettura della partecipazione

Come per la scala di Arnstein, la partecipazione deve essere valutata su più livelli, dal contributo occasionale all'impegno profondo nella definizione dei progetti di ricerca e nella loro realizzazione dall'inizio alla fine. Persone diverse, con storie di vita, interessi e responsabilità differenti, devono avere l'opportunità di impegnarsi a diversi livelli di partecipazione nella CS. I progetti dovrebbero anche facilitare l'opportunità di passare da un livello di impegno all'altro, in base a disponibilità ed aspirazioni dei partecipanti.

Tuttavia, la scala di Arnstein evidenzia un aspetto importante: il punto centrale della sua argomentazione riguarda il controllo e il potere, e la CS può generare situazioni in cui il lavoro e l'impegno dei partecipanti vengono sfruttati, oppure contesti in cui i progetti sono concepiti senza offrire loro l'opportunità di dedicare maggiore impegno al progetto, anche qualora desiderassero farlo. Al riguardo, gli enunciati n. 4 e n. 8 dei Dieci principi della CS affrontano proprio queste sfide dichiarando rispettivamente che «Le persone coinvolte in progetti di CS possono, se vogliono, prendere parte a più fasi del progetto scientifico» e «Il contributo delle persone coinvolte in progetti di CS viene riconosciuto ufficialmente nei risultati dei progetti e nelle pubblicazioni» (cfr. par. 1.3).

Dal punto di vista politico, l'analisi della partecipazione rivela opportunità diverse per ogni tipo di attività di CS: dalla valorizzazione delle conoscenze di membri più istruiti, all'apertura di nuovi canali di accesso alla cultura scientifica e tecnologica per persone con un'istruzione limitata e poco tempo a disposizione. È quindi importante sostenere un'ampia gamma di attività nell'ambito della CS per garantire diversità, equità ed inclusione (cfr. par. 5.6).

2.7 Partecipazione e disuguaglianze

La CS, in linea di principio, offre molte opportunità sia per affrontare disuguaglianze di accesso alla produzione della conoscenza sia per ampliare le potenzialità della scienza nell'affrontare questioni complesse come, ad esempio, quelle ambientali. È ormai orientamento condiviso che il coinvolgimento di comunità diverse, l'attenzione a questioni di interesse per gruppi emarginati, la raccolta di dati su scale geografiche che travalicano la dimensione locale e che

si protraggono per lunghi periodi di tempo, possano apportare nuove e significative prospettive nei processi di produzione di conoscenza. Tuttavia, la CS non sempre riesce a raggiungere gli obiettivi di equità e inclusione che le vengono attribuiti e riconosciuti, soprattutto nel reclutamento di comunità variegata dal punto di vista sociale, economico e culturale. Pertanto, se da un lato la CS può contribuire alla produzione di conoscenza e a rafforzare il ruolo della scienza (e della fiducia che le persone hanno in essa), dall'altro potrebbe esacerbare talune disuguaglianze di accesso, produzione e utilizzo delle conoscenze scientifiche.

Con riferimento alla partecipazione, occorre osservare che quest'ultima non è modellata soltanto dalla tipologia del progetto ma anche da fattori socio-economici di contesto che possono influire direttamente sul coinvolgimento dei cittadini. In particolare, tre fattori significativi sono: il livello di istruzione, le disuguaglianze in termini di tempo e impegno dedicato e le competenze di chi partecipa alle attività di CS.

2.7.1 *Citizen Science* e livelli di istruzione

Tra i cambiamenti sociali che hanno favorito l'affermarsi della CS negli ultimi decenni, l'aumento dei livelli di istruzione può essere considerato uno dei più significativi (Haklay 2013). L'innalzamento dei livelli di istruzione è un fenomeno globale, come riscontrato dalle statistiche elaborate dall'UNESCO che per il 2023 stima 264 milioni di studenti universitari nel mondo, dei quali l'1,43% iscritti a corsi di studio post-laurea (per es. dottorato)⁵. Sempre le statistiche UNESCO mostrano che la popolazione con un livello di istruzione terziaria è aumentata passando dal 36% nel 2014 al 43% nel 2023. In particolare, osservando il fenomeno in alcuni paesi europei, secondo l'Eurostat nel 2022 quasi il 42% della popolazione dell'Unione Europea di età compresa tra i 25 e i 55 anni ha un'istruzione terziaria (universitaria), percentuale che si attesta ad una media del 20% per le fasce di età più elevate⁶. Questo dato, tuttavia, presenta forti disparità intraregionali, ossia un'ampia variabilità territoriale determinata dal contesto socioeconomico, culturale ecc. (es. nord-sud Italia). Per la fascia di età compresa tra i 25 e i 55 anni, ad esempio, nel Regno Unito il 43,8% della popolazione ha un'istruzione terziaria, percentuale che scende in Spagna al 38,4%, in Francia al 38%, in Polonia al 32,7%, in Germania al 28,3%, e infine in Italia al 19,1%.

Sulla base di queste statistiche, se la partecipazione alla CS fosse distribuita uniformemente tra la popolazione, potremmo ipotizzare che circa un terzo dei partecipanti abbia un'istruzione di terzo livello. Tuttavia, evidenze empiriche indicano un quadro diverso.

Nel già citato *Galaxy Zoo*, ad esempio, uno dei progetti pionieristici di CS, il 65% dei partecipanti ha un'istruzione terziaria e il 10% ha conseguito un dottorato (Raddick et al. 2013; Curtis 2015). Altri studi (Curtis 2015) hanno rilevato

⁵ Dati resi disponibili da UNESCO Institute for Statistics. s.d.

⁶ Dati resi disponibili da Eurostat s.d.

che nel progetto FoldIt⁷, dedicato allo studio della struttura delle molecole, addirittura il 70% dei partecipanti ha un'istruzione terziaria; mentre in Folding@home⁸, dove i partecipanti condividono le proprie risorse informatiche con gli scienziati per analizzare la struttura delle molecole, il 56% ha un'istruzione terziaria. Nel caso di OpenStreetMap (cfr. par. 3.2.3) che mira a creare una mappa digitale del mondo intero libera e modificabile, il 78% dei partecipanti ha un'istruzione terziaria, di questi l'8% è in possesso di un dottorato di ricerca (Budhathoki e Haythornthwaite 2013). Altro esempio è il progetto Bentham Papers Transcription Initiative⁹ dell'University College London (UCL), noto anche come Transcribe Bentham, iniziato nel 2010 con l'obiettivo di trascrivere e rendere accessibili tutte le opere originali e inedite di Jeremy Bentham (1748-1832): per questo progetto si registra che il 97% dei partecipanti ha un'istruzione terziaria e il 24% ha conseguito un dottorato di ricerca (Causar e Wallace 2012).

In relazione a questi esempi si può generalizzare che la partecipazione in progetti di CS di *citizen scientist* con un'istruzione terziaria e dottorale è molto più elevata rispetto al dato di istruzione terziaria media della popolazione. Questo aspetto può essere interpretato sia in senso positivo che negativo. In positivo, la popolazione con un'istruzione superiore ha ricevuto maggiori opportunità per contribuire al progresso scientifico. Pertanto, l'opportunità di contribuire alla produzione di conoscenza attraverso la partecipazione volontaria svolta nei progetti di CS dovrebbe essere considerata come un modo per sfruttare conoscenze, competenze e abilità acquisite in attività socialmente utili. In negativo, le evidenze prima citate indicano che i progetti di CS, anche quelli che si basano su attività caratterizzate da un livello di impegno più leggero, non raggiungono significative quote di coinvolgimento della popolazione priva di istruzione terziaria. Occorre quindi essere cauti nell'affermare che tutti i settori della società sono impegnati nelle attività di CS.

2.7.2 Disuguaglianze nella contribuzione

Per quanto attiene la relazione tra partecipazione e livelli di tempo e impegno dedicato dai *citizen scientist* ai progetti, gli studi sul tema (Hill et al. 1992; Mooney e Corcoran 2012; Lund, Coulton, e Wilson 2011; van Mierlo 2014) evidenziano

⁷ FoldIt, creato nel 2008 dall'Università di Washington, è un videogioco in cui i partecipanti risolvono problemi legati alla struttura delle proteine. L'obiettivo principale è sfruttare l'intelligenza umana per manipolare modelli virtuali di proteine che possano essere utilizzate dai ricercatori per combattere diverse tipologie di malattie.

⁸ Folding@home è un progetto di *volunteered computing* lanciato nel 2000 dal Pande Lab della Stanford University. Il suo obiettivo è simulare il processo di ripiegamento (*folding*) delle proteine per comprendere meglio il loro comportamento e le cause di malattie legate ad un loro malfunzionamento. I partecipanti scaricano un software gratuito che utilizza la potenza inutilizzata dei loro computer (o dispositivi elettronici) per eseguire calcoli complessi relativi al *folding* delle proteine. Ogni partecipante contribuisce con una piccola parte del calcolo totale, creando un'enorme rete globale di risorse computazionali.

⁹ Il progetto è stato avviato nel 2010 dall'University College London per supportare la ricerca umanistica (cfr. UCL s.d.).

che, all'interno della comunità dei *citizen scientist* che 'sulla carta' partecipano alle attività, solo una limitata quota contribuisce in modo costante e consistente alle varie fasi di raccolta, classificazione e analisi dei dati. In molti dei casi di CS analizzati dalla letteratura, la quota di persone formalmente coinvolte nel progetto ma che non contribuiscono al suo sviluppo può raggiungere anche il 90% del numero totale di partecipanti teorici, ed un tasso anche maggiore se si considerano anche coloro che utilizzano le informazioni senza essere registrati dal progetto. Del 10% dei partecipanti rimanenti, il 9% contribuisce in modo non regolare e scarso, mentre il residuale 1% contribuisce alla produzione della maggior parte delle informazioni. Tale fenomeno è stato definito come 'regola del 90-9-1' (Nielsen 2006). La regola illustra una modalità di contribuzione assai squilibrata dove ad un ristretto numero di contributori, che producono la maggior parte delle informazioni, corrisponde una 'coda lunga' di numerosi contributori che invece conferiscono una limitata quantità di osservazioni (Fig. 2.5).

Ovviamente, come sottolineava Nielsen (2006), la regola può variare in base ai progetti: in Wikipedia lo 0,003% degli utenti contribuisce ai due terzi del contenuto, mentre circa lo 0,2% partecipa raramente, modificando la 'regola del 90-9-1' in '99,8-0,197-0,003%'. Nel caso di OpenStreetMap, Budhathoki (2010) individua che il rapporto è del 70-29,9-0,1%. Diseguaglianze di partecipazione compaiono allo stesso modo nei progetti di *volunteer thinking* (come appunto OpenStreetMap), ma può essere osservata anche in progetti che si svolgono principalmente offline, come nelle osservazioni ambientali relative a inquinamento, biodiversità ecc.

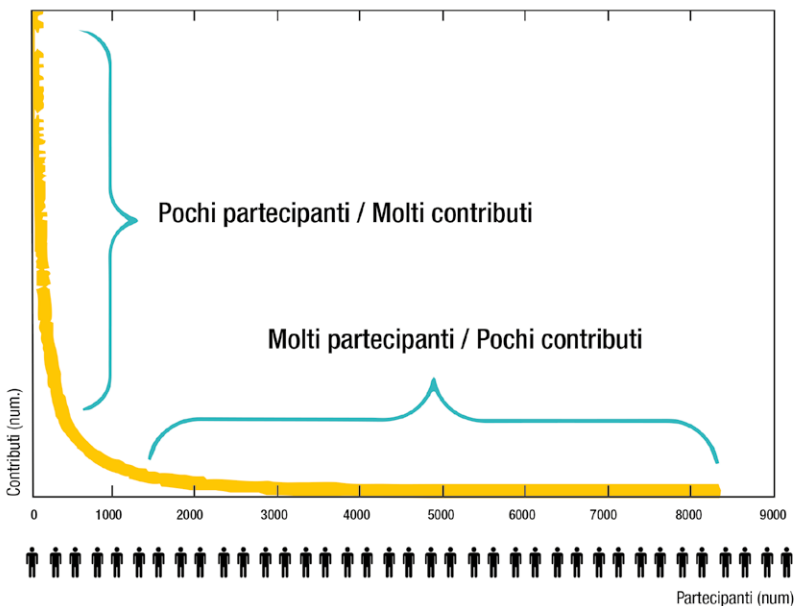


Figura 2.5 – Rappresentazione della 'regola del 90-9-1'. Fonte: Elaborazione degli autori.

Anche in riferimento a queste diseguaglianze, si possono ravvisare aspetti positivi e negativi. L'aspetto positivo è che alcuni partecipanti sono molto impegnati e non solo contribuiscono al progetto, ma diventano esperti nell'area scientifica del progetto sviluppando competenze specifiche (Jennett et al. 2016). Infatti, nonostante molti progetti registrino una consistente partecipazione di individui con istruzione certificata, si rileva anche il coinvolgimento di persone con competenze e conoscenze equivalenti a quelle degli esperti, anche se non ufficialmente garantite da riconoscimenti ufficiali (laurea o dottorato di ricerca). D'altra parte, la disuguaglianza di partecipazione dimostra che il grado di impegno della maggior parte dei volontari è limitato e anche nei progetti di maggior successo, che riportano un alto numero di partecipanti registrati, il numero effettivo di coloro che si impegnano con assiduità è piuttosto ridotto.

La partecipazione nella CS può essere esaminata anche in base a molti altri aspetti quali genere, etnia, status socioeconomico o ambito geografico, per citarne solo alcuni. In sintesi, e facendo riferimento anche ai due fattori prima esaminati, ossia il livello di istruzione e la disuguaglianza nella contribuzione, il quadro risulta notevolmente complesso e articolato. Pandya (2012) ad esempio, ha individuato una serie di problemi interconnessi, alcuni operanti a livello individuale o familiare, come la mancanza di risorse economiche o di tempo per impegnarsi nella CS, o altri legati a questioni strutturali più ampie (ad esempio servizi di trasporto carenti, lontananza dai siti in cui si svolgono le attività di CS).

Altri fattori che influenzano la partecipazione sono sicuramente da considerare, come ad esempio la disponibilità di tempo libero, che varia in funzione della possibilità materiali di poterne disporre. Ad esempio, West e Pateman (2016) e Rotman et al. (2012) evidenziano che i pensionati, che hanno maggior controllo sul loro tempo libero, partecipano anche in progetti di lunga durata, mentre altri soggetti ancora attivi nel mondo del lavoro tendono a privilegiare progetti che richiedono contributi più rapidi e sporadici. A titolo di esempio, in diversi progetti in ambito ornitologico sviluppati nel Regno Unito, la maggior parte dei partecipanti afferisce al gruppo di età compresa tra i 61 e i 70 anni (West e Pateman 2016).

Rilevanti sono anche le diseguaglianze di genere. In uno studio condotto da Cooper e Smith (2010) si rileva che le donne sono spesso sottorappresentate in progetti di CS fortemente tecnologici e concernenti tematiche di *wildlife*, mentre sono più presenti in progetti di tipo educativo o di monitoraggio ambientale. Ad esempio, l'83% dei partecipanti ai progetti di ornitologia è di sesso maschile, mentre in un progetto sul monitoraggio della biodiversità con sede negli Stati Uniti le partecipanti sono in gran parte donne (64%), soprattutto nella fascia di età compresa tra i 35 e i 44 anni (Edwards et al. 2018, 424).

In una recente indagine condotta nel Regno Unito, ad esempio, Pateman, Dyke e West (2021, 7) hanno dimostrato che

gli uomini avevano più probabilità di partecipare rispetto alle donne [...], che i bianchi avevano più probabilità di partecipare rispetto alle minoranze [...] e

che la partecipazione delle donne appartenenti a gruppi etnici minoritari era particolarmente bassa.

Anche la lingua rappresenta una sfida per l'inclusione. Márquez e Porras (2020) sostengono che «l'uso predominante dell'inglese nella scienza contribuisce ad ampliare le disuguaglianze sociali e scientifiche in tutto il mondo» (3). In primo luogo, ovviamente, incide la mancanza di accesso alle informazioni scientifiche per i non anglofoni: in molti Paesi in cui l'inglese non è la prima lingua, è probabile che solo le élite più istruite possiedano una competenza linguistica sufficiente per attingere alle pubblicazioni scientifiche. Ciò rafforza le disuguaglianze esistenti in quei Paesi, in cui chi ha di più, ha maggiori probabilità di ottenere più risorse. Pertanto, nonostante gli obiettivi di inclusione e partecipazione che la CS si pone, occorre considerare che certe disuguaglianze possono essere ancora una volta riprodotte in funzione dei contesti e delle diversità in cui comunque la CS si trova ad operare.

2.7.3 Coinvolgimento e competenze nella *Citizen Science*

Ai fini del ragionamento, occorre osservare che vi sono progetti di CS che richiedono competenze elevate nei partecipanti per comprendere gli obiettivi e la terminologia usata, oltre ad un impegno consistente per garantire che il loro contributo non vada sprecato.

Un esempio significativo a riguardo è stato il già citato progetto Transcribe Bentham (cfr. *supra* par. 2.7.1). Le operazioni di trascrizione richiedevano ai partecipanti un alto grado di concentrazione al fine di imparare a leggere la scrittura di Bentham e ad usare il complesso sistema di trascrizione. Altri progetti come Zooniverse (che condividono la stessa piattaforma tecnologica e gli stessi principi di Galaxy Zoo) si rivolgono a persone con un certo interesse per l'astronomia, ma i compiti sono abbastanza strutturati e brevi; altri ancora si rivolgono invece a persone con poche competenze ma che richiedono per contro un elevato impegno individuale.

Infine, vi sono progetti rivolti a partecipanti con scarse competenze e che richiedono un impegno ridotto. Tra questi vi sono progetti di divulgazione scientifica come i Laboratori a cielo aperto (Open Air Laboratories, OPAL)¹⁰ sviluppati dall'Imperial College di Londra nel periodo 2007 – 2019 mediante eventi di coinvolgimento del pubblico.

La classificazione dei progetti di CS strutturata in base ai diversi di gradi di coinvolgimento e competenze è stata elaborata da Haklay nel 2018 ed è presentata nella Tabella 2.2 che ne sintetizza vantaggi e sfide.

¹⁰ Iniziativa di CS che ha coinvolto tutto il Regno Unito che ha permesso alle persone di toccare con mano la natura e di contribuire a importanti ricerche scientifiche (cfr. Imperial s.d.).

Tabella 2.2 – Coinvolgimento e competenze nei progetti di CS.

		COINVOLGIMENTO	
		ELEVATO	SCARSO
COMPETENZE	ELEVATE	Elevati livelli di coinvolgimento e sforzo da parte dei volontari (veri e propri assistenti alla ricerca). Investimento di tempo significativo. Opportunità di un maggiore impegno (analisi, scrittura di documenti ecc.).	Le competenze dei partecipanti possono migliorare la qualità dei dati prodotti. È possibile usare un linguaggio scientifico-disciplinare con i partecipanti. Opportunità di dosare l'impegno profuso nel progetto in base al tempo a disposizione.
	SCARSE	Opportunità per istruire, sensibilizzare, arricchire/rafforzare le competenze dei partecipanti. È necessario garantire sostegno continuo e mirato ai partecipanti.	Opportunità di impegno attivo nella scienza con uno sforzo limitato. Potenziale di impegno familiare/intergenerazionale. Permette di raggiungere i gruppi emarginati. Potenziale di raccolta dati con ampia copertura temporale e/o spaziale, con sostanziale contributo alla scienza.

Fonte: Haklay 2018, 59. Traduzione degli autori.

Come illustrato da Haklay (2018, 59-61):

- *elevato livello di competenze/elevato coinvolgimento*: riguarda progetti che danno l'opportunità di sfruttare e condividere conoscenze di elevato valore dove i partecipanti agiscono come assistenti volontari alla ricerca. I volontari investono in questo caso molto tempo nel progetto di CS. Nonostante in alcuni progetti l'elevata partecipazione sia legata a livelli di istruzione più alti (come il possesso di un dottorato di ricerca), il consistente investimento di tempo porta allo sviluppo di competenze scientifiche specifiche e complesse da parte dei volontari. La loro familiarità con l'argomento oggetto di studio può generare importanti apporti ed elementi di riflessione, opportunità che i responsabili del progetto possono sfruttare;
- *elevato livello di competenze/scarso coinvolgimento*: questo è il caso di partecipanti istruiti e di progetti di CS che non prevedono formazione tecnica particolarmente complessa e prolungata nel tempo, con evidenti vantaggi sui risultati prodotti. Ad esempio, favorire la comprensione dei principi cardine del processo scientifico può contribuire alla migliore qualità dei dati raccolti, in quanto i partecipanti possono comprendere cosa gli scienziati stanno cercando di ottenere e l'importanza del rigore nello svolgimento del compito. Può anche consentire l'uso di un linguaggio di tipo scientifico-disciplinare nelle spiegazioni e nelle istruzioni impartite ai partecipanti. In questa tipologia è possibile dunque rinvenire un coinvolgimento più o meno leggero anche in virtù di vincoli temporali o di impegno generale. In questo caso, sono compresi individui che desiderano contribuire al lavoro scientifico senza necessariamente dover investire tempo in formazione e apprendimento;

- *scarso livello di competenze/elevato coinvolgimento*: queste attività coinvolgono partecipanti con un basso livello di istruzione. Tuttavia, uno sforzo mirato da parte degli organizzatori del progetto può offrire l'opportunità di formare i partecipanti, sensibilizzandoli su questioni ambientali e scientifiche, favorendo la loro conoscenza del processo scientifico e l'acquisizione di competenze, come ad esempio l'utilizzo di tecnologie digitali o meccanismi di organizzazione della comunità coinvolta, esperienze e abilità che i partecipanti possono riutilizzare in altri momenti della loro vita. Questi progetti richiedono di fornire un sostegno continuo e mirato ai partecipanti, ma dimostrano l'elevato potenziale di inclusività della CS;
- *scarso livello di competenze/scarso coinvolgimento*: progetti che offrono opportunità di impegno attivo ad un vasto pubblico. In questo caso, di norma i partecipanti non sono totalmente estranei alla CS ma sono disposti a dedicare al progetto poco tempo ed energie. La mancanza di conoscenza specifica e/o consapevolezza da parte dei partecipanti richiede, per questi progetti, uno sforzo maggiore da parte degli organizzatori e degli scienziati per incoraggiare le persone a partecipare alle iniziative. Questo tipo di attività offre il potenziale per attività di tipo familiare e intergenerazionale che possono coinvolgere genitori, nonni e bambini in un'esperienza di apprendimento e di esplorazione congiunta (come, ad esempio, i *bioblitz* che hanno la durata di una giornata). Questi progetti hanno inoltre il potenziale di raggiungere gruppi emarginati (anziani, disabili, migranti ecc.). In generale, questo tipo di progetto può diventare anche un trampolino di lancio per una partecipazione più approfondita, se desiderata dai partecipanti e incoraggiata attivamente dai facilitatori. Questi tipi di progetti di CS, se ben strutturati e progettati, possono anche portare a sostanziali progressi scientifici, soprattutto in quegli ambiti di ricerca in cui è necessaria la raccolta di grandi quantità di dati spaziali e/o temporali.

In linea generale, per i progetti di CS occorre evitare l'assunzione semplicistica secondo cui solo un elevato grado di partecipazione sia in grado di produrre risultati di successo. Si dovrebbe invece considerare se e come i partecipanti, con livelli di istruzione e di impegno differenti, traggano vantaggio dalle attività di CS e possano proficuamente contribuirvi. La classificazione offerta da Haklay (2018) in tal senso, mostra come la partecipazione, in ogni declinazione, comporti benefici sociali. Gli impatti scientifici dipendono, invece, dalla corretta progettazione dell'attività di CS e possono essere raggiunti in varie forme a seconda dei diversi tipi di progetto (Ballard, Phillips, e Robinson 2018).

2.8 Le motivazioni della partecipazione

La partecipazione è strettamente legata alle motivazioni dei volontari nei progetti di CS, per cui la comprensione e l'analisi di tali aspetti sono essenziali per facilitare sia il reclutamento che il continuato coinvolgimento dei volonta-

ri per tutta la durata del progetto (West e Pateman 2016). Infatti, per ottenere i risultati sperati e per sfruttare a pieno i vantaggi dell'approccio partecipativo, occorre che la progettazione e la realizzazione delle attività di CS siano sviluppate tenendo conto delle motivazioni dei volontari (Geoghegan et al. 2016; Van Den Berg et al. 2009; Wright et al. 2015).

Le motivazioni sono le ragioni soggettive che le persone adducono per i loro comportamenti, e possono variare anche laddove queste ricoprono ruoli analoghi nei contesti di applicazione. La letteratura sul tema individua molte tipologie di motivazioni che spiegano le ragioni della partecipazione alle iniziative di CS (Land-Zandstra et al. 2016; Aoki et al. 2017): divertimento personale, desiderio di miglioramento o di realizzazione, creazione di relazioni personali, cura dell'ambiente, voglia di vivere un'esperienza all'aperto, o una particolare connessione personale ai temi del progetto (ad esempio, soggetti con problemi di salute che partecipano in ricerche a tema sanitario) (Novak et al. 2018, 126-30). Studiare le motivazioni e indagare i fattori che influenzano la partecipazione delle persone ai progetti di CS è quindi un aspetto essenziale nell'analisi delle comunità di volontari.

Tra le teorie utilizzate nell'analisi delle motivazioni, il modello più diffuso è l'approccio funzionale, sviluppato nel campo della psicologia. Secondo tale approccio, si identificano sei categorie di motivazioni, chiamate *Volunteer Functions Inventory* (VFI), ossia: valori, comprensione, valorizzazione, carriera, socialità e protezione (Tab. 2.3).

Tabella 2.3 – Motivazioni e funzioni del *Volunteer Functions Inventory* (VFI).

MOTIVAZIONI	FUNZIONI
Valori	Occasione per esprimere valori altruistici e umanitari
Comprensione	Opportunità di sviluppo personale e apprendimento
Valorizzazione	Momento di rafforzamento dell'autostima e crescita personale
Carriera	Opportunità di migliorare la propria carriera in futuro (funzione utilitaristica)
Socialità	Occasione per incontrare nuove persone e/o per ottenere un riconoscimento sociale
Protezione	Opportunità di ridurre sensazioni negative (ad esempio, sensi di colpa) o per affrontare problematiche personali

Fonte: Elaborazione degli autori.

Sebbene il VFI sia stato criticato – ad esempio, Shye (2010) sostiene che le categorie non sono né esaustive né esclusive e non è chiaro come siano interrelate – si tratta di un modello molto utilizzato, tanto nei campi del volontariato ambientale quanto in quello della CS.

Tra le altre teorie utilizzate nell'analisi delle motivazioni, la Teoria dell'Autodeterminazione (*Self-Determination Theory*, SDT; Deci e Ryan 2008) viene

talvolta applicata per comprendere i diversi fattori che motivano le persone a impegnarsi in attività di volontariato. Questa teoria sostiene che gli individui hanno bisogni psicologici fondamentali, per esempio hanno necessità di sentirsi competenti, autonomi e connessi agli altri (Deci e Ryan 2008). Le applicazioni della SDT suggeriscono che la CS è un'attività che può aiutare i volontari a raggiungere tutti questi obiettivi (Nov et al. 2014; Tiago et al. 2017).

Nel contesto della SDT, le motivazioni possono essere classificate come intrinseche o estrinseche (Ryan e Deci 2000). Le persone intrinsecamente motivate si impegnano in un'attività per interesse o piacere personale e per il bene dell'attività stessa; le persone estrinsecamente motivate si impegnano in un'attività sulla base di incentivi, ricompense percepite, risultati desiderabili e altri fattori che stimolano l'interesse (Deci e Ryan 1985, 2008; Vallerand 2000).

Nella maggior parte dei casi, più motivazioni interagiscono simultaneamente (Curtis 2018; Domroese e Johnson 2017; Geoghegan et al. 2016; Raddick et al. 2013; Tiago et al. 2017). Ad esempio, una persona potrebbe partecipare a un progetto perché si diverte a svolgere l'attività ed è direttamente interessata all'argomento (motivazioni intrinseche), ma allo stesso tempo intende sostenere la ricerca ambientale o migliorare le proprie competenze da applicare eventualmente in altri contesti (motivazioni estrinseche).

Una diversa tipologia di motivazioni viene proposta, sempre nell'ambito della psicologia sociale, da Batson, Ahmad e Tsang (2003) che individuano quattro livelli per comprendere le ragioni della partecipazione. In questo quadro, come illustrato nella Fig. 2.6, la costruzione motivazionale intrinseca include l'egoismo, ovvero il desiderio di aumentare il proprio benessere, la propria carriera, la volontà di imparare, incontrare gente ecc. Le spinte motivazionali intrinseche, invece, includono 1) l'altruismo, ovvero l'aumento del benessere degli altri; 2) il collettivismo, cioè l'interesse per il bene del proprio gruppo, e 3) il principialismo, ossia un approccio etico che si basa su principi fondamentali quali beneficenza, autonomia e giustizia.

Queste categorie trovano particolare riscontro nelle attività di volontariato ambientale come documentato da uno studio di Bruyere e Rappe (2007) dove si dimostra che il principialismo e l'altruismo sono le più importanti motivazioni riscontrate nei casi di attività legate a tematiche ambientali. Altre ricerche suggeriscono, invece, che per alcuni individui i benefici personali e sociali sono più importanti delle ragioni del volontariato ambientale (Asah e Blahna 2012).

Molti volontari della CS riferiscono una gamma simile di motivazioni. Nei progetti di CS online, le motivazioni dominanti spesso includono l'interesse personale per la scienza, il contributo alla ricerca scientifica e le motivazioni collettive come il sentirsi parte di un gruppo (Curtis 2015; Jennett et al. 2016; Nov et al. 2014; Raddick et al. 2013; Rotman et al. 2012) (Fig. 2.7). Anche nei progetti orientati al monitoraggio ambientale e alla conservazione, l'interesse personale e il contributo alla scienza sono emersi come aspetti chiave (Domroese e Johnson 2017; Geoghegan et al. 2016; Phillips et al. 2019; Tiago et al. 2017).

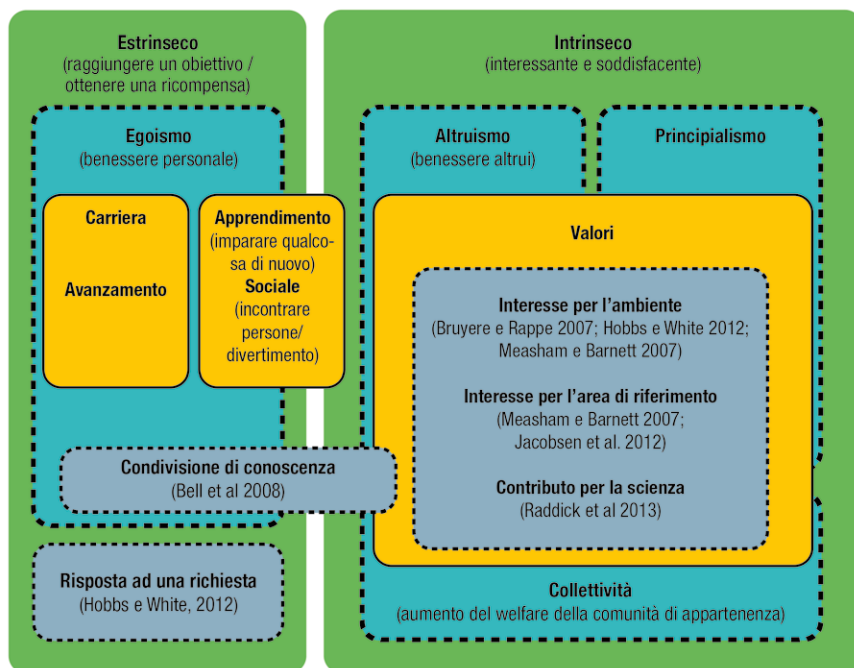


Figura 2.6 – Le categorie delle motivazioni. Fonte: Adattata da West et al. 2021, 3.

È dimostrato che le motivazioni possono variare con il passare del tempo e con l'intensificarsi dell'impegno (Clary e Snyder 1999; Ryan et al. 2001): gli studi sui *citizen scientist* coinvolti in progetti online indicano che le motivazioni iniziali ruotano per lo più intorno all'interesse personale per l'argomento o per la scienza, per poi, col progredire delle attività, essere affiancate da motivazioni collettiviste e più orientate al sociale (Curtis 2015; Nov et al. 2014; Rotman et al. 2014). Come osservano Rotman e colleghi (Rotman et al. 2012, Rotman et al. 2014), i volontari potrebbero aver bisogno di andare oltre il 'sé' per sostenere e rinnovare nel tempo il proprio desiderio di partecipazione.

Le motivazioni possono variare anche tra gruppi di volontari diversi dal punto di vista sociodemografico. Alcune ricerche suggeriscono che le persone con un livello di istruzione più elevato si impegnano in attività di volontariato più complesse per motivazioni estrinseche (Mesch et al. 2006). Con riferimento all'età, i più giovani sono spinti dal desiderio di ampliare le proprie competenze, di creare reti utili per la propria carriera, mentre i più anziani sembrano essere più interessati a compiere attività altruistiche come la condivisione di informazioni e l'insegnamento ad altri (Asah et al. 2014; Clary e Snyder 1999). Tuttavia, si sa relativamente poco sull'influenza delle differenze demografiche nelle motivazioni dei volontari della CS, e molti studi sono stati condotti su campioni ridotti producendo risultati parziali o non indicativi (Geoghegan et al. 2016; Tiago et al. 2017).

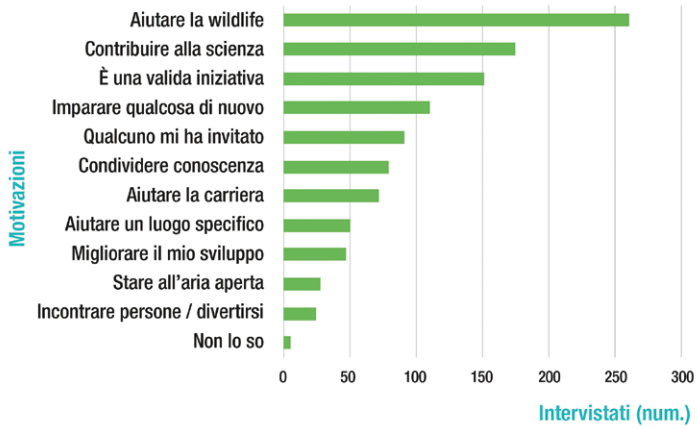


Figura 2.7 – Le principali motivazioni alla partecipazione. Didascalia: i dati si riferiscono ai risultati di una indagine strutturata della durata di due settimane, effettuata su un campione di oltre 8.000 individui partecipanti a progetti di CS in campo ambientale nel Regno Unito. Fonte: Adattata da West et al. 2021, 8.

Metodi, tattiche e strumenti

3.1 Un progetto di *Citizen Science* step by step

Un progetto di CS si articola in una serie di fasi, assimilabili a quelle di un progetto di ricerca tradizionale, che vanno dall'inquadramento della domanda di ricerca e della metodologia di indagine, alla raccolta di materiali, dati e informazioni, fino all'analisi dei risultati e alla loro disseminazione (Fig. 3.1).

L'ideazione di una iniziativa di CS si struttura in tre macro-fasi:

- 1) inquadramento del problema: prevede il design del progetto, la mappatura e identificazione degli stakeholder e la considerazione degli aspetti etici. Questa fase getta le basi del progetto, delineandone gli obiettivi e il coinvolgimento delle parti interessate;
- 2) sviluppo della ricerca: include la definizione della domanda di ricerca con la progettazione delle attività, lo sviluppo degli strumenti di raccolta dati e la raccolta stessa, la predisposizione e l'analisi dei dati, la condivisione e diffusione dei risultati, la valutazione dell'impatto delle attività svolte;
- 3) valore aggiunto: considera l'importanza della sostenibilità e delle politiche ispirate dai risultati del progetto. I risultati, infatti, non si limitano a fornire risposte scientifiche, ma ambiscono ad influenzare decisioni politiche e generare benefici di lungo termine.

Venere Stefania Sanna, University of Siena, Italy, venere.sanna@unisi.it, 0000-0001-5420-7216

Cristina Capineri, University of Siena, Italy, cristina.capineri@unisi.it, 0000-0001-5874-9872

Giacomo-Maria Salerno, University of Siena, Italy, giacomo.salerno@unisi.it, 0000-0001-5697-4830

Michela Teobaldi, University of Siena, Italy, teobaldi2@unisi.it, 0009-0001-0835-1396

Referee List (DOI 10.36253/fup_referee_list)

FUP Best Practice in Scholarly Publishing (DOI 10.36253/fup_best_practice)

Venere Stefania Sanna, Cristina Capineri, Giacomo-Maria Salerno, Michela Teobaldi, *Citizen Science, territorio e comunità. Prospettive geografiche per la ricerca e azione*, © 2025 Author(s), CC BY-SA 4.0 published by Firenze University Press and USiena PRESS, ISBN 979-12-215-0698-3, DOI 10.36253/979-12-215-0698-3

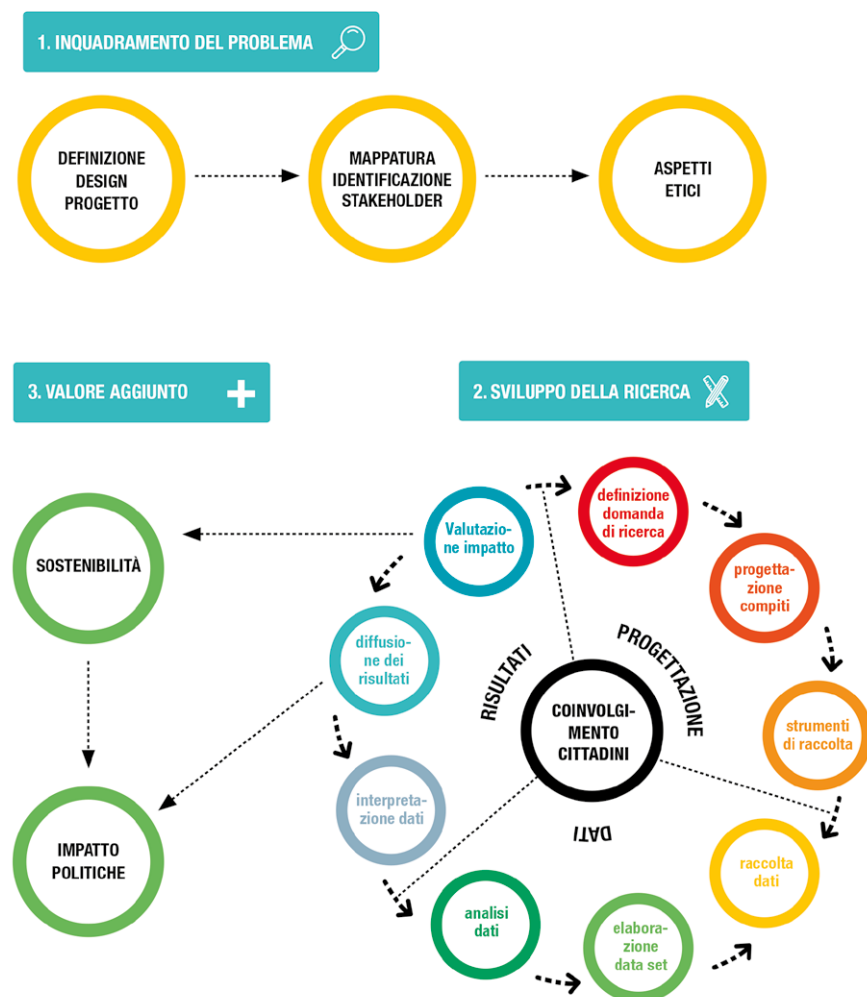


Figura 3.1 – Macro-fasi di un progetto di *Citizen Science*. Fonte: Elaborazione degli autori su ACTION Project (Thuermer et al. 2022, 10-2).

L'elemento centrale di questo processo è rappresentato dal coinvolgimento dei cittadini e degli stakeholder, che agiscono come motore per tutte le altre attività. Il ciclo è iterativo e flessibile, sottolineando come ogni fase possa interagire con le altre, garantendo un processo dinamico (Fig. 3.1).

Di seguito, verranno analizzate dettagliatamente le fasi operative per la realizzazione di un progetto, dalla definizione della domanda di ricerca alla condivisione dei risultati (Fig. 3.2). Per quanto attiene l'ultimo step, relativo agli interventi di policy, si rimanda al capitolo sei.

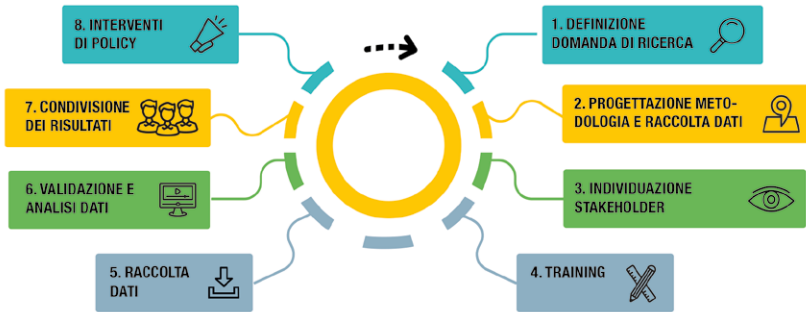


Figura 3.2 – Fasi operative del progetto di *Citizen Science*. Fonte: Elaborazione degli autori.

3.1.1 Definizione della domanda di ricerca

Questa fase prevede l'individuazione del problema o della domanda di ricerca alla quale si intende dare una risposta. Nella maggior parte dei casi gli scienziati sono i principali attori di questa fase del processo. Tuttavia, nel caso di progetti collaborativi e di cosiddetta *extreme citizen science*, anche i *citizen scientist* partecipano in questa primissima fase del progetto.

La definizione della domanda di ricerca richiede una riflessione approfondita su diversi fattori che tengano conto sia delle priorità scientifiche sia del coinvolgimento dei partecipanti. La domanda deve affrontare un problema significativo, contribuendo alla produzione di nuove conoscenze e risultare pertinente all'ambito disciplinare di riferimento. È anche auspicabile che la domanda sia innovativa e originale, affrontando problemi poco studiati che possano stimolare l'interesse sia della comunità scientifica che dei cittadini.

La domanda di ricerca deve, altresì, affrontare temi rilevanti per la comunità, con un impatto tangibile sulla vita delle persone. Ad esempio, problemi come la qualità dell'acqua e dell'aria, la tutela della biodiversità o l'inquinamento da plastica sono argomenti che generano grande interesse e coinvolgimento.

La domanda deve essere formulata in modo che i partecipanti possano comprenderla facilmente e contribuire attivamente nelle fasi successive della raccolta e dell'interpretazione dei dati. Questi aspetti contribuiscono ad aumentare la motivazione e la consapevolezza del valore delle attività svolte. Al tempo stesso, la fattibilità tecnica e logistica non può essere trascurata: la progettazione della domanda deve tenere conto delle risorse disponibili, dei tempi e degli strumenti necessari, prevedendo attività realistiche e accessibili a tutti i partecipanti.

Inoltre, nella definizione della domanda occorre considerare la scalabilità e la rappresentatività dei dati raccolti. La domanda dovrebbe essere progettata in modo tale da permettere un utilizzo significativo dei dati rendendoli integrabili con altre ricerche e archivi esistenti. La compatibilità con principi etici e normative rappresenta un ulteriore requisito fondamentale. È essenziale rispettare la privacy, il consenso informato e assicurare che le attività del progetto non abbiano impatti negativi su persone, animali o ambiente.

La domanda di ricerca deve essere chiara e orientata a obiettivi misurabili, permettendo una valutazione oggettiva dei risultati. Questo consente di monitorare i progressi e di garantire che i risultati siano comprensibili e utilizzabili. In sintesi, la definizione della domanda di ricerca richiede di trovare un equilibrio tra esigenze scientifiche, fattibilità pratica e capacità di coinvolgere i partecipanti.

3.1.2 Progettazione della metodologia di raccolta dati

In questa fase si stabiliscono le metodologie quali-quantitative che verranno utilizzate nel corso di tutto il progetto. In particolare, per quanto attiene la raccolta dati, vengono definiti strumenti e metodi che saranno utilizzati nel corso del progetto, oltre ai protocolli di raccolta, ossia linee guida strutturate che spiegano ai volontari come i dati devono essere collezionati, registrati e archiviati per la successiva fase di verifica e validazione.

Si precisa, come si vedrà nel quarto capitolo, che per dati non si intendono solo mere informazioni quantitative. I dati prodotti da progetti di CS possono essere visuali (ad esempio immagini fotografiche), testuali (ad esempio osservazioni descrittive di odori, colori, elementi fisici presenti in ambiente urbano), suoni (registrati mediante dispositivi elettronici o smartphone) ecc.

I metodi e gli strumenti utilizzati nei progetti di CS per la raccolta dati possono essere dei più disparati e variano in base al tipo di ricerca. Non di rado più tecniche vengono combinate, ad esempio si possono usare nello stesso progetto osservazioni dirette, campionamenti ambientali, esperimenti partecipativi, indagini socioeconomiche ecc.

Nel caso di osservazioni dirette e di monitoraggio visivo, i partecipanti registrano le loro osservazioni di specie animali, vegetali o fenomeni ambientali attraverso applicazioni per smartphone o web che permettono di documentare osservazioni e caricarle su piattaforme condivise (come ad esempio Hush City¹, Fig. 3.3).

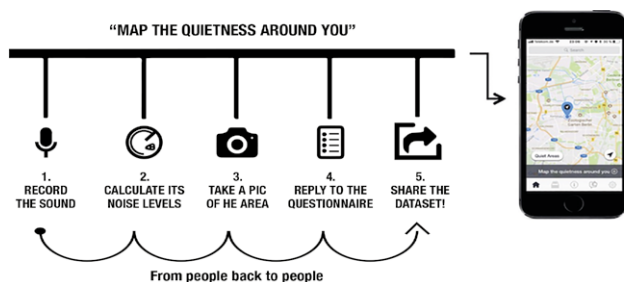


Figura 3.3 – Rilevazione dati sonori mediante applicazione mobile. Didascalia: Hush City è un'applicazione mobile gratuita. I dati audio sono campionati a 44,100 Hz, con una risoluzione di 16 bit. La lunghezza massima del file audio è di 30 secondi. Le immagini sono raccolte a una risoluzione massima di 6 MP e a 24 bit di colore. Fonte: Hush City Lab 2024 (2024-12-31).

¹ Hush City. s.d.

In altri casi si utilizzano schede di rilevazione cartacee per registrare gli avvistamenti oppure fotocamere per catturare immagini a supporto delle osservazioni.

2 **Indice di fioritura**
Guarda le immagini sottostanti. Quale situazione si avvicina di più al tuo quadrato? Riporta 1, 2 o 3 nella seconda riga della tabella a pag 13.



1 I fiori occupano meno di metà quadrato



2 I fiori occupano circa metà quadrato



3 I fiori occupano più di metà quadrato

Se puoi, indica il nome del fiore più comune nel tuo quadrato, nella tabella di pagina 13.

Registrazione
dati

3 **Gruppi di insetti impollinatori**
Conta quanti insetti di ogni gruppo entrano nel quadrato e atterrano su un fiore nell'arco di 2 minuti.
Siedi e cerca di non muoverti per non spaventare gli insetti.

Se non sei sicuro a quale gruppo appartengano gli insetti che osservi (ad esempio bombi, falene, sirfidi), usa la guida **"Guida agli habitat, piante e insetti impollinatori"** per aiutarti nella identificazione. Se sei ancora insicuro, segna la casella "insetto non identificato".

4 **Specie da segnalare**
Presta attenzione alle 12 specie da segnalare nella **Guida agli habitat, piante e insetti impollinatori**.

Per arricchire la tua attività, se hai ancora tempo, sosta davanti a un cespuglio o un angolo fiorito. Tieni la macchina fotografica o il cellulare pronti a scattare e, se ritieni di riconoscere una o più delle specie elencate a pagina 13, scatta una foto da caricare quando invierai i risultati della tua attività su:

www.pollibright.it

Questo consentirà di aggiungere la tua osservazione alle nostre mappe di distribuzione.

Figura 3.4 – Esempio di scheda di rilevazione. Fonte: Progetto PolliBright 2016².

Nell'ambito di progetti dedicati al campionamento ambientale, i partecipanti raccolgono campioni di acqua, di suolo o di aria per effettuare analisi chimiche o biologiche. In questi casi si fa ricorso a sensori portatili per rilevare parametri ambientali (ad esempio qualità dell'aria, inquinamento acustico), strumenti per la raccolta di campioni (ad esempio i carotieri per il campionamento di suolo) e/o kit di analisi (Fig. 3.5).

² PolliBright è un progetto creato per la notte dei ricercatori, BrightNight, in Toscana dagli atenei toscani in collaborazione col Museo di Storia Naturale della Maremma a Grosseto, poi confluito nel progetto OPAL Polli:nation (Barber et al. 2016). Si consulti <<https://www.museonaturalemaremma.it/>>; <<https://www.crosspollination.it/>>.



Figura 3.5 – Kit per la misura della qualità delle acque del progetto FreshWater Watch. Didascalia: il kit comprende un tubo Secchi per misurare la trasparenza dell'acqua, una cuvetta, due tabelle colorimetriche una per i nitrati e una per i fosfati, 15 test per nitrati, 15 test per fosfati, un bugiardino con le istruzioni di uso e un paio di guanti compostabili. Fonte: CS4Rivers s.r.l. [Foto: Francesco Di Grazia].

Per altri tipi di misurazioni, come quelle meteorologiche o climatiche, si ricorre a stazioni meteorologiche domestiche per monitorare la temperatura, l'umidità, la pressione atmosferica ecc., oppure a termometri e pluviometri manuali o sensori appositamente realizzati per rilevare un determinato fenomeno, ad esempio le radiazioni come nel caso del progetto Safecast (cfr. par. 6.5.8) oppure il traffico urbano come nel progetto WeCount (cfr. par. 6.4.1) (Fig. 3.6).



Fig. 3.6 – Sensori per il monitoraggio della radioattività e del traffico urbano. Didascalia: (a sinistra) il sensore bGeiger Nano è un contatore Geiger portatile e *open source*, disponibile in kit di assemblaggio ed utilizzato dal progetto Safecast; (a destra) il sensore Telraam che utilizza una telecamera e un sistema di intelligenza artificiale per contare biciclette, auto, camion e pedoni. Fonte: Safecast, Devices. Progetto Safecast (a sinistra); Progetto WeCount (a destra).

La CS utilizza anche tecnologie a basso costo e/o DIY (Do It Yourself), che permettono ai cittadini di raccogliere e analizzare dati scientifici senza la necessità di costose apparecchiature professionali. Strumenti come sensori *open source*, microscopi pieghevoli e mappatura con palloni aerostatici hanno reso la ricerca scientifica più accessibile e partecipativa. Ad esempio, il *balloon mapping* kit sviluppato dal Public Lab, un'associazione non-profit fondata nel 2010³, è un'alternativa economica ai droni per la fotografia aerea. Utilizzando semplici palloni aerostatici ai quali vengono applicate fotocamere economiche, i cittadini possono creare mappe ad alta risoluzione di territori soggetti a cambiamenti ambientali, come zone costiere, foreste o aree colpite da disastri naturali (Fig. 3.7).

Metodi più tradizionali, come le interviste e i questionari vengono adottati nel caso di progetti dedicati alla raccolta di dati di tipo qualitativo come i comportamenti, le opinioni e le percezioni. Diverso è il caso di progetti partecipativi, dove i *citizen* eseguono esperimenti controllati seguendo protocolli (come illustrato approfonditamente nel quinto capitolo) ed utilizzando materiali forniti dai ricercatori, quali ad esempio semi o fertilizzanti per esperimenti sulla crescita delle piante.

³ Cfr. Public Lab s.d.



Figura 3.7 – Pallone aerostatico per attività di mappatura. Fonte: Foto degli autori.

3.1.3 Individuazione e coinvolgimento degli stakeholder

I progetti di CS si configurano come sistemi di produzione di conoscenza che includono un gruppo, più o meno ampio, di stakeholder, che dovrebbe agire, in ottica collaborativa, alla buona riuscita del progetto (Göbel 2017; Skarlatidou et al. 2019).

L'individuazione e il coinvolgimento degli stakeholder è una fase essenziale per la scienza partecipata. Come trattato nel capitolo precedente, il coinvolgimento di un'ampia platea di partecipanti e stakeholder, dalla so-

cietà civile alle istituzioni, dalle scuole ai media, è ritenuto necessario per attivare processi di innovazione sociale capaci di favorire il raggiungimento degli obiettivi del progetto di CS e degli impatti sociali, territoriali e persino politici desiderati.

Lavorare in modo efficace con tutti gli stakeholder potenzialmente interessati da un progetto non solo consente di meglio inquadrare l'iniziativa nel contesto in cui opera, ma permette di condividerne gli obiettivi, facilita l'implementazione trasparente delle decisioni e permette di valutare la fattibilità delle proposte che ne emergono, in termini di azioni e politiche future (Brugha e Varvasovsky 2000; Skarlatidou et al. 2019).

Vediamo come avvengono l'individuazione e il coinvolgimento da un punto di vista applicativo.

L'individuazione e mappatura degli stakeholder consiste in attività di ricognizione utili a identificare persone, gruppi e istituzioni che hanno un qualche interesse nel progetto o che saranno potenzialmente influenzati da esso.

L'individuazione degli stakeholder viene generalmente avviata dagli scienziati che selezionano, in un primo momento, i possibili attori da coinvolgere attraverso una procedura *top-down*. Gli stakeholder individuati durante questa prima ricognizione sono soggetti che, a vario titolo, hanno già un contatto con i promotori del progetto per iniziative diverse (ricerca, pianificazione, formazione e educazione, svago ecc.). Questi possono agire a più scale, da quella globale (istituzioni internazionali come WWF, FAO ecc.) a quella nazionale (ad esempio ministeri, agenzie nazionali di ricerca) e locale (enti locali, associazioni culturali e ambientaliste, scuole, musei ecc.). Questi ultimi, grazie al loro consolidato radicamento nel contesto di riferimento, giocano un ruolo centrale come reclutatori e facilitatori di *engagement* per i *citizen scientist*, compresi quelli più difficili da raggiungere in quanto privi di precedenti esperienze di interazione con l'accademia (Bonney et al. 2016).

A partire dalla prima ricognizione si avvia la fase di individuazione *bottom-up*, attraverso una procedura a palla di neve (*snowball*), che permette di ampliare la platea degli stakeholder utilizzando i suggerimenti forniti da quelli già individuati nella prima ricognizione *top-down*. In questa fase il coinvolgimento viene sviluppato attraverso strumenti ormai ampiamente utilizzati nei progetti di CS (Clausen et al. 2020) come focus group, tavoli di consultazione e incontri mirati ad esplorare non solo le ragioni della partecipazione ma anche le modalità e le tempistiche.

Lo step successivo alla mappatura prevede l'avvio del coinvolgimento degli stakeholder nel progetto. In questa fase gli scienziati collaborano con gli stakeholder per assicurarsi che essi vengano ascoltati, indirizzati e orientati (Garrison et al. 2021). Il principio generale risiede nella convinzione che coloro che potrebbero essere interessati al progetto o comunque subirne effetti e impatti, debbano essere coinvolti e avere l'opportunità di esprimere la propria opinione (Clausen et al. 2020).

SCHEDA 3.1 UNA GUIDA PRATICA PER L'IDENTIFICAZIONE DEGLI STAKEHOLDER

I metodi per l'identificazione degli stakeholder sono svariati. Qui di seguito si elencano tre gruppi di quesiti esemplificativi – tratti dal manuale elaborato da Göbel (2017) e integrati con le indicazioni di Durham et al. (2014) –, ciascuno dei quali può essere utile a fornire una guida pratica per: (I) conoscere gli stakeholder, (II) esplorare il loro interesse e la loro influenza nel progetto, e (III) definirne le modalità di coinvolgimento.

I Ciclo di domande:

- Chi è coinvolto nella realizzazione dell'attività di CS, ad esempio nell'avvio del progetto, nell'organizzazione delle attività quotidiane ecc.?
- Qual è il loro contributo a tale(i) attività?
- Con quale frequenza sono coinvolti nella(e) attività?
- Chi non è coinvolto, ma dovrebbe esserlo? Perché?
- L'attività è (potenzialmente) rilevante per soggetti o gruppi appartenenti ad uno dei seguenti settori: società civile, istituzioni politiche o di governo, attività economiche, (ecc.)? Se sì, per chi e perché?

II Ciclo di domande:

- Che interesse ha lo stakeholder nel progetto?
- Quale influenza può avere sul progetto?
- Quali sono gli attori che possono essere più influenti?
- In che modo lo stakeholder può essere interessato, subire gli effetti e/o essere influenzato dal progetto?
- Quanto sarebbe vantaggioso per il progetto il coinvolgimento dello stakeholder e perché?

III Ciclo di domande:

- Quali stakeholder è essenziale coinvolgere?
- Chi è preferibile coinvolgere?
- Chi deve essere consultato?
- Chi deve essere informato?
- In quale fase dell'attività di CS è necessario coinvolgere/consultare/informare gli stakeholder?

L'avvio del coinvolgimento degli stakeholder può essere sviluppato in diverse modalità, con strumenti tipici utilizzati nei progetti di CS che prevedono: 1) la redazione del piano delle attività; 2) la realizzazione di un piano di comunicazione, volto alla diffusione delle attività del progetto a tutti gli stakeholder, i *citizen scientist* e la comunità di riferimento; 3) l'organizzazione di focus group, che variano in base al tema del progetto e ai risultati previsti e desiderati; 4) lo svolgimento di attività di *training* rivolte principalmente ai *citizen scientist*; ed infine 5) la predisposizione degli accordi quadro (o altre forme di istituzionalizzazione delle collaborazioni esterne) per consolidare la partecipazione e rinforzare la collaborazione con gli stakeholder.

Dedicare la giusta attenzione alle operazioni di mappatura e coinvolgimento degli stakeholder presenta numerosi vantaggi. In primo luogo, l'identificazione precoce dei potenziali stakeholder può essere funzionale per un loro coinvolgimento in tempi adeguati. Tale passaggio risulta particolarmente significativo al fine di massimizzare gli impatti del progetto (Wiggins e Crowston 2011). In secondo luogo, la mappatu-

ra può consentire di identificare possibili partecipanti privi di esperienze pregresse o scienziati inesperti di pratiche partecipative (Bonney et al. 2016; Skarlatidou et al. 2019). In terzo luogo, per mantenere viva la partecipazione di un'ampia platea di stakeholder, è necessario condividere tempestivamente dati e informazioni (Göbel, Martin, e Ramírez-Andreotta 2017). Roy et al. (2012) evidenziano l'importanza di metodi e piani di comunicazione efficaci per tutte le fasi del progetto e affermano che una comunicazione ben supportata è possibile solo quando c'è una buona conoscenza di chi è (e di chi dovrebbe essere) coinvolto.

A fini valutativi, la mappatura degli stakeholder può essere svolta anche nelle fasi terminali del progetto. L'analisi e comprensione dei processi partecipativi attivati dalle iniziative di CS (Buanes et al. 2005; Sovacool 2010; Skarlatidou et al. 2019) può arricchire, infatti, la riflessione sull'efficacia delle azioni attuate e consentire di apprendere dalle esperienze passate.

Per riepilogare quanto affrontato finora, è importante che le attività di stakeholder *engagement* siano inquadrare all'interno della strategia del progetto per essere funzionali ed efficaci. Il livello di coinvolgimento, peraltro, può essere variabile, ma è più probabile che gli stakeholder si impegnino maggiormente quando vengono informati, consultati e coinvolti sin dalle prime fasi del progetto. Talvolta il livello di coinvolgimento può aumentare durante il progetto e addirittura andare oltre le aspettative; in alcuni casi, il coinvolgimento diminuisce quanto più il progetto diventa impegnativo; pertanto, è necessario avere ben chiari gli obiettivi e gestire le aspettative degli stakeholder per non perderne la fiducia. Occorre sempre considerare che le attività di coinvolgimento richiedono un investimento in termini economici e di risorse umane; pertanto, è necessario considerare questi costi nel budget del progetto di CS per poter garantire un lavoro ben fatto. Coloro che si occupano del coinvolgimento degli stakeholder nel progetto devono avere delle competenze specifiche e possedere una certa flessibilità in quanto possono verificarsi eventi imprevisti che richiedono di adattarsi a circostanze mutevoli. Come emerso anche in precedenza, un fattore chiave è la comunicazione: gli stakeholder devono essere aggiornati e informati e bisogna riconoscerne il valore, dando costantemente dei feedback rispetto al loro contributo (Göbel 2017).

3.1.4 *Training* e raccolta dati

Prima di passare alla fase operativa del progetto, in cui i cittadini partecipano attivamente raccogliendo dati sul campo, compilando questionari, scattando fotografie o usando strumenti di misura (sensori, applicazioni *location-based*), è necessario che questi siano adeguatamente formati.

A tal fine, la fase di *training* ha l'obiettivo di insegnare ai cittadini le tecniche e/o le competenze necessarie per sviluppare attività specifiche. Sebbene gli obiettivi della formazione siano generalmente legati al processo scientifico di produzione di dati e informazioni, questi possono anche essere combinati con obiettivi educativi (Lorke et al. 2019).

Come è stato riconosciuto dalla letteratura scientifica, il livello di formazione dei cittadini scienziati può influenzare fortemente l'accuratezza dei da-

ti raccolti (Fore, Paulsan, e O’Laughlin 2001). Affinché il *training* sia efficace e replicabile con diversi gruppi di partecipanti, anche in fasi temporali diverse (o ‘al bisogno’), è preferibile redigere un vero e proprio piano di formazione che definisca le risorse formative necessarie, le principali caratteristiche dei partecipanti, i materiali necessari ecc.

La formazione può essere svolta faccia a faccia dai ricercatori del progetto oppure a distanza utilizzando tutorial, video, giochi o documenti di testo. La scelta circa il metodo di formazione più appropriato varia in base alle caratteristiche del progetto. Per un progetto di breve durata, è preferibile optare per sessioni di *training* di breve durata e in presenza, anche da svolgere nella stessa giornata in cui verrà effettuata la raccolta dati (si pensi ad esempio ai *BioBlitz*). Se il progetto invece prevede l’acquisizione di competenze più complesse, la formazione potrà essere più lunga e sarà opportuno predisporre materiali di supporto di vario genere (video, manuali ecc.).

Al fine di calendarizzare proficuamente formazione ed attività di raccolta dati, andranno inoltre valutate accuratamente le tempistiche del progetto. In alcuni casi, infatti, si deve tener conto di possibili restrizioni temporali dovute, ad esempio, ad eventi stagionali; si pensi al monitoraggio delle farfalle o ad attività di rilevazione da svolgersi all’aperto che necessitano di essere condotte in determinati periodi dell’anno e/o necessariamente con condizioni atmosferiche favorevoli.

Quando il progetto prevede l’utilizzo di kit o tecnologie specifiche, ai cittadini deve essere dato il tempo di esercitarsi nell’uso degli strumenti di campionamento sotto la supervisione degli scienziati. In tal modo, i cittadini avranno l’opportunità di discutere problematiche o dubbi, fornire feedback, verificare l’accuratezza delle operazioni svolte ecc. (Sanna et al. 2024).



Fig. 3.8 – *Training* dei partecipanti. Fonte: foto a cura del progetto CS4Rivers.

In progetti di ampia scala si può considerare persino di arruolare dei facilitatori, da formare *ad hoc* per insegnare, a loro volta, ad altri a divenire formatori. All'atto pratico, un facilitatore rappresenta un 'intermediario' tra gli scienziati ed i partecipanti che si impegneranno nella raccolta dati. I facilitatori sono spesso volontari che dedicano il loro tempo alla formazione. In alcuni casi, per progetti di grandi dimensioni e con risorse finanziarie adeguate, i facilitatori possono persino essere reclutati e retribuiti.

La formazione dei facilitatori avviene attraverso il sistema *Train the Trainer* (TTT)⁴, un metodo di apprendimento che fornisce ai facilitatori sia abilità pratiche di *coaching* e facilitazione, che tutti gli elementi per comprendere il progetto e le competenze necessarie al fine di formare gli altri. Nella pratica, spesso un partner di progetto addestra le persone a diventare facilitatori; questi a loro volta addestreranno altre persone (partecipanti) su come contribuire al progetto, ad esempio, attraverso la raccolta di dati, la redazione di survey ecc.

La preparazione dei formatori consente ai progetti di fornire formazione ai partecipanti su ampia scala (spesso in diversi luoghi in parallelo, anche in paesi diversi e/o in lingue diverse) e aiuta a garantire che qualsiasi contributo sia in linea con i protocolli e gli obiettivi del progetto.

Al fine di garantire una raccolta dati efficace e accurata, il TTT fornisce ai facilitatori una comprensione dell'area geografica di interesse del progetto, una familiarità con la realizzazione dei contenuti dello stesso, con eventuali kit di raccolta dati, con le tecnologie necessarie ecc. È importante che, per mantenere un flusso bidirezionale di informazioni e conoscenze, i facilitatori abbiano l'opportunità di fornire un feedback ai ricercatori per influenzare i protocolli del progetto (se ad esempio necessitano di revisioni o migliorie) e incoraggiarli a contribuire e partecipare a più aspetti dello stesso.

È infine importante considerare che reclutamento e preparazione dei formatori necessitano di tempo e denaro: è fondamentale assicurarsi di avere risorse sufficienti per arruolare i formatori e condurre un corso di TTT. Ciò significa anche identificare le persone che formano i facilitatori, pianificare i contenuti del corso, predisporre i materiali (per i formatori e per i cittadini), garantire adeguata fornitura di risorse e tecnologie a supporto di questo processo.

Effettuata la formazione dei partecipanti si procede con la raccolta dati. Anche questa fase può essere supportata da materiale informativo (Fig. 3.9). Questo dovrà essere calibrato in funzione della difficoltà del compito richiesto ai partecipanti e progettato in modo da garantire adeguati standard di qualità dei dati (come si discuterà nel capitolo quinto).

⁴ Per maggiori informazioni sul metodo TTT consultare i materiali ed i corsi online messi a disposizione dalla European Citizen Science Academy (ECS academy) nella sezione Leading a 'Train the Trainer' workshop (cfr. ECS academy s.d.)

Di cosa hai bisogno per queste attività?

Il kit di Polli:Bright, composto da:

- Questo **Manuale di campo**
- La **Guida agli habitat, piante e insetti impollinatori**

Materiali utili:

- Rotella metrica
- Quadrato 1m x 1m
- Termometro
- Orologio
- Fotocamera



Figura 3.9 – Indicazioni preliminari per le indagini di campo. Fonte: Progetto PolliBright 2016.

3.1.5 Validazione e analisi dei dati

I dati raccolti dai cittadini vengono dapprima validati dagli scienziati (o mediante altre modalità) e successivamente analizzati e interpretati per rispondere alla domanda di ricerca iniziale. Quest'ultima fase può coinvolgere i *citizen scientist*, specialmente se il progetto prevede una componente di apprendimento o sensibilizzazione sull'oggetto della ricerca.

Per quanto attiene la validazione dei dati raccolti (come approfondito nel quinto capitolo), similmente al *training*, questa varia fortemente in base alla natura del progetto e alle informazioni prodotte. Nel caso di progetti di monitoraggio ambientale, si pensi ad esempio alla rilevazione della qualità delle acque di un fiume mediante l'uso della metodologia di FreshWater Watch (FWW) (cfr. par. 5.5), quando i volontari inseriscono le loro rilevazioni nell'applicazione mobile, per ciascuna di esse viene immessa anche la geolocalizzazione del sito campionato e l'ora esatta della rilevazione. Secondo la metodologia di FWW, i dati vengono sottoposti ad una doppia fase di validazione sia dalla piattaforma che dagli scienziati. La validazione riguarda sia l'accuratezza dei dati delle rilevazioni (ad esempio viene verificato se questi sono coerenti con altre rilevazioni lungo il corso dello stesso fiume e/o se riportano anomalie meritevoli di approfondimento), sia i dati a supporto come l'accuratezza delle posizioni del campionamento. Può infatti accadere che in assenza di una stabile connessione ad internet, il sistema associ coordinate geografiche non corrette. I validatori si occuperanno di correggere, dietro opportuno riscontro dei partecipanti, tali informazioni. Nel caso di progetti che richiedono il caricamento di immagini, gli scienziati verificheranno che quanto inserito dai partecipanti sia in linea con i protocolli della ricerca, e così via.

Più in generale, alcuni progetti di CS sono in grado di produrre vaste quantità di dati; in questi casi i processi di validazione possono includere tecniche automatiche di riconoscimento immagini, *expert review*, triangolazioni statistiche, normalizzazioni, operazioni di *data mining* ecc. In sintesi, per ciascuna tipologia di progetto il gruppo di esperti scienziati dovrà considerare le più adeguate tecniche di validazione e controllo di qualità.

Per quanto attiene l'analisi dei dati nella CS, questa si concretizza nell'elaborazione delle informazioni raccolte attraverso un ventaglio variegato di possibili tecniche (Tab. 3.1). Mediante l'uso di ragionamenti analitici e logici, l'analisi dei dati serve a determinare modelli, relazioni o tendenze, documentare e descrivere fenomeni, sviluppare spiegazioni, verificare delle ipotesi e controllare eventuali errori.

Tabella 3.1 – Principali tecniche e applicazioni di analisi dati.

TECNICHE ANALISI DATI	APPLICAZIONI	UTILIZZI POSSIBILI
Analisi spaziale	Analizzare modelli geografici come la mappatura della biodiversità o il monitoraggio dell'inquinamento.	Mappatura GIS, concentrazioni (<i>hotspot</i>), aree di rispetto (<i>buffer</i>).
Analisi temporale	Analizzare andamenti di fenomeni quali le migrazioni delle specie, i cambiamenti climatici.	Analisi serie temporali, rilevamento dei cambiamenti.
Classificazione e predizione	Classificare osservazioni o prevedere risultati (es. identificazione di specie, idoneità degli habitat).	Apprendimento supervisionato, <i>clustering</i> , reti neurali.
Analisi delle reti	Comprendere relazioni o interazioni, come reti di specie o mobilità umana.	Analisi reti sociali, mappatura delle reti ecologiche, analisi dei flussi.
Modelli statistici	Testare ipotesi o valutare relazioni tra variabili (es. inquinamento / biodiversità).	Analisi di regressione, ANOVA, inferenza Bayesiana.
Analisi di immagini e audio	Elaborare foto o audio (es. identificare specie da immagini o analizzare canti di uccelli).	Riconoscimento delle immagini, analisi spettrale, rilevamento di oggetti.
Integrazione dei dati	Combinare dati provenienti da più fonti o integrare dati dei cittadini con dataset professionali.	Fusione dei dati, armonizzazione, meta-analisi.
<i>Sentiment analysis</i>	Analizzare percezioni attraverso rapporti, commenti o dati dai social media.	Analisi del testo (<i>text mining</i>), elaborazione del linguaggio naturale (NLP).

Fonte: Elaborazione degli autori.

In sintesi, l'analisi dei dati della CS non è necessariamente diversa dall'analisi dei dati raccolti con altri metodi di ricerca, ma può variare notevolmente

a seconda della natura del progetto e del tipo di dati raccolti (ad esempio immagini, testi, informazioni numeriche ecc.) come ad esempio il caso di WeCount (Fig. 3.10).



Figura 3.10 – Analisi dei dati. Un esempio dal progetto WeCount. Didascalia: la figura illustra il confronto tra i dati raccolti con i sensori dai *citizen scientist* (figura a destra) con i dati ufficiali di traffico e mobilità di Barcellona e Madrid (figura a sinistra). Fonte: Momirski et al. 2021 (2025-02-05).

Ciò che è rilevante discutere in materia di progetti di CS riguarda il ruolo dei cittadini scienziati nei processi di analisi dei dati. Nei progetti di *extreme citizen science* (cfr. par. 2.5), in cui i partecipanti vengono coinvolti in tutte le fasi progettuali, è necessario creare un sistema di costante interazione tra scienziati e cittadini affinché questi ultimi possano dare un fattivo contributo, spesso con la loro conoscenza locale, alle attività che permetteranno di interpretare ed analizzare i dati al fine di fornire una risposta condivisa alla domanda di ricerca.

3.1.6 Condivisione dei risultati e impatti

Per favorire la trasparenza e il valore della partecipazione i risultati del progetto vengono condivisi con tutti gli stakeholder. In base ai destinatari della comunicazione verranno identificati le sedi più opportune ed il linguaggio (più o meno tecnico-scientifico) per disseminare i risultati ottenuti (Fig. 3.11).

In questa fase è fondamentale l'apporto di specialisti nella comunicazione di risultati scientifici (*science communicator*). Al fine di disseminare mediante diversi canali e a diverse audience, si potranno produrre locandine, report, presentazioni e dibattiti pubblici e, parallelamente, pubblicare i risultati in riviste scientifiche, sedi editoriali accademiche e piattaforme online. In ogni caso dare feedback periodici ai partecipanti è fondamentale per motivarli e valorizzare il loro contributo.

Una ulteriore considerazione riguarda la necessità che la realizzazione e l'applicazione delle nuove conoscenze prodotte dalla ricerca abbia un seguito anche dopo la conclusione del progetto. Per fare in modo che la ricerca raggiunga il suo impatto massimo, è fondamentale che le relazioni tra scienziati e partecipanti, e tra gli stakeholder siano sostenibili nel tempo, oltre la conclusione del progetto.

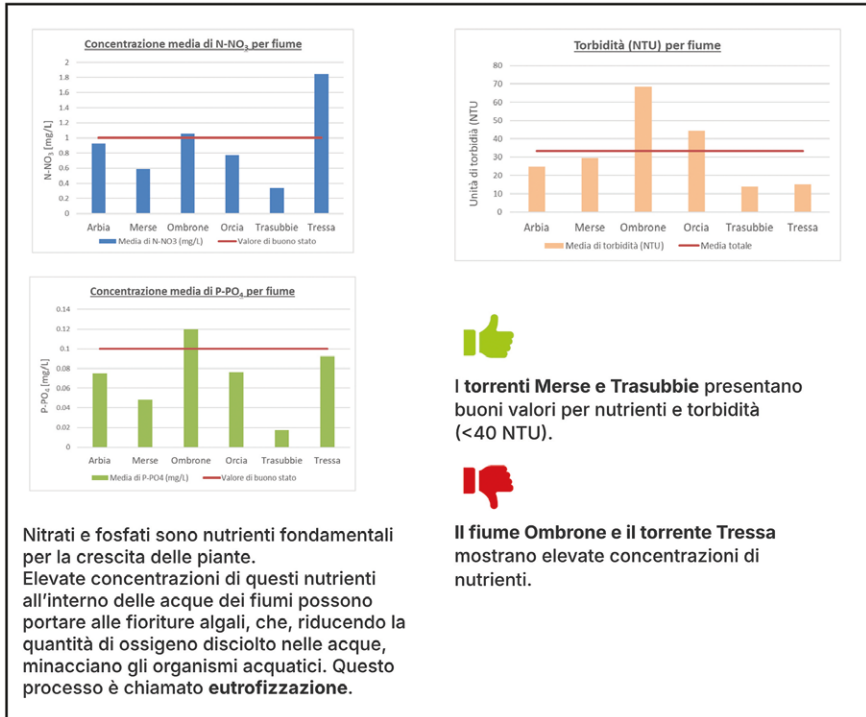


Figura 3.11 – Visualizzazione dei risultati per la disseminazione pubblica. Fonte: CS4Rivers s.d.

Una efficace comunicazione, sia nelle sedi accademiche che in ambiti di policy, può favorire il conseguimento di una serie di impatti. Huzzard (2020, 381) nei suoi recenti studi ne individua due tipologie: 1) impatto economico, ossia il contributo dimostrabile che la ricerca dà al progresso scientifico, all'avanzamento del sapere, dei metodi, delle teorie e delle applicazioni nelle diverse discipline; e 2) impatto economico e sociale, ossia il contributo dimostrabile che la ricerca apporta alla società e all'economia e i suoi benefici per gli individui, le organizzazioni e/o i paesi.

L'impatto della ricerca, sia essa accademica, economica o sociale, può avere una o più funzioni tra quelle di seguito elencate:

- **strumentale:** influenzare lo sviluppo di politiche, pratiche o la fornitura di servizi, guidare e/o influenzare la produzione legislativa, modificare comportamenti ecc.;
- **concettuale:** contribuire alla comprensione di questioni politiche, riformulare i dibattiti ecc.;
- **di *capacity building*:** ossia di sviluppo delle capacità attraverso l'accrescimento di competenze tecniche e personali.

Adottando un approccio partecipativo, modulare e multidimensionale, Passani et al. (2022) considerano cinque possibili dimensioni per la valutazione

dell'impatto dei progetti di CS: scientifica, sociale, economica, politica e ambientale (Fig. 3.12), tenendo in considerazione anche il potenziale innovativo e trasformativo di un progetto nel suo contesto, ossia il grado in cui il progetto può contribuire a mettere in discussione, modificare o sostituire un paradigma teorico o una prassi esistente (ad esempio, il comportamento dei partecipanti, una tecnica di analisi ecc.), di conseguenza, la possibilità che un progetto di CS ha, di produrre effetti duraturi a lungo termine sulla società. Gli autori, inoltre, offrono anche un quadro operativo strutturato per la stima degli impatti potenziali, suggerendo una serie di variabili, indicatori e metodi utilizzabili trasversalmente in progetti di CS di diversa natura ed afferenti a disparate discipline scientifiche (Passani, Janssen, e Hölscher 2021).

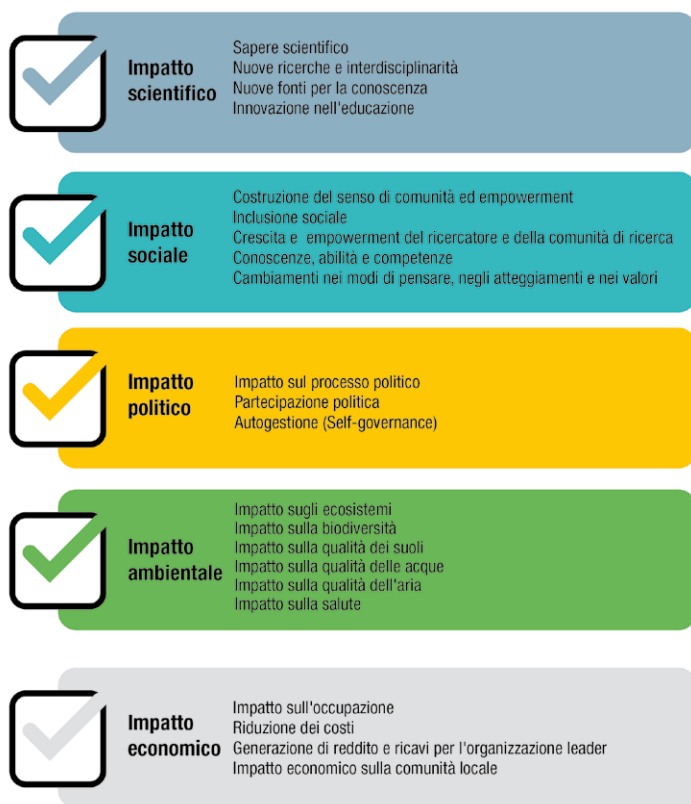


Figura 3.12 – Potenziali aree e dimensioni di impatto di un progetto. Fonte: Rielaborazione degli autori da Passani et al. 2022, 8.

3.2 Piattaforme digitali e *Citizen Science*

Tra gli strumenti ai quali la CS fa ricorso per lo sviluppo dei propri progetti e attività, si distinguono le piattaforme digitali, ovvero infrastrutture

alimentate dai dati, organizzate da algoritmi e interfacce, formalizzate attraverso relazioni di proprietà e regolate da accordi con gli utenti (Van Dijk, Poell, e de Waal 2018). Le piattaforme sono ormai un tratto distintivo della nostra società e pervadono la nostra vita e le nostre pratiche quotidiane, dal divertimento alla mobilità, dallo shopping alle transazioni finanziarie, all'ambito scientifico.

Nel caso specifico, le piattaforme di CS costituiscono delle vere e proprie interfacce tra scienza e società. Esse mediano la collaborazione tra scienziati e cittadini attraverso funzionalità dedicate, nella maggior parte dei casi, a tutte le fasi del progetto dal *training* dei partecipanti, alla raccolta dati, alla visualizzazione e alla diffusione dei risultati (Liu et al. 2021). L'elevata partecipazione è il pilastro fondamentale delle piattaforme che sfruttano la loro pervasività e accessibilità per costruire una vasta massa critica di utenti, sia dal punto di vista del numero che della distribuzione geografica.

Le piattaforme di CS consentono di ampliare la portata dei progetti integrando la partecipazione locale con il livello globale e generando dati in grandi quantità, cosa che sarebbe difficile raggiungere con progetti gestiti esclusivamente a scala locale. Per questo scopo le piattaforme di CS mirano ad essere accessibili e progettate per essere facilmente fruibili, con interfacce intuitive che agevolano l'utilizzo da parte di persone con diverse competenze digitali.

Le piattaforme funzionano anche da aggregatori sociali creando delle vere e proprie 'comunità virtuali', ovvero gruppi di soggetti che condividono interessi e passioni e che, tramite la piattaforma interagiscono, si confrontano e scambiano competenze ed esperienze. Ad esempio, la piattaforma FreshWater Watch per creare un senso di appartenenza tra i propri utenti, denomina la propria comunità di partecipanti come *FreshWater Watcher*.

Nella maggior parte dei casi, le piattaforme di CS sono gratuite per gli utenti. Solo in alcuni casi e/o per servizi avanzati è richiesto un pagamento, ad esempio per scaricare la banca dati o per funzioni di analisi specifiche come foto e video.

Esistono diverse tipologie di piattaforme, da quelle tematiche riferite ad ambiti di monitoraggio specifici come la biodiversità, la ricognizione di specie vegetali e animali, la qualità dell'acqua (ad esempio eBird, MosquitoAlert, FreshWater Watch), a quelle legate a progetti di *volunteer thinking* (ad esempio Galaxy Zoo), fino a piattaforme che funzionano da collettori di progetti di CS (ad esempio Zooniverse), talvolta dedicate alla promozione della CS in ambiti nazionali come la *mit:forschen! Gemeinsam Wissen schaffen* tedesca, o sovranazionali come l'European Citizen Science Platform in Europa e la SciStarter americana.

Le piattaforme di CS possono essere classificate anche in base alle modalità di contribuzione, con differenze significative nel grado di coinvolgimento, nelle competenze richieste e nei tipi di contributo. Questa classificazione facilita la comprensione dei diversi ruoli che i cittadini possono assumere nei progetti e aiuta a scegliere la piattaforma più adatta in base al tipo di contributo richiesto. La tabella 3.2 propone una classificazione delle tipologie prevalenti.

Tabella 3.2 – Classificazione delle piattaforme di CS.

TIPOLOGIA	ESEMPI	MODALITÀ DI COINVOLGIMENTO
Raccolta dati	iNaturalist, eBird, FreshWater Watch, CS4Rivers	Gli utenti raccolgono dati direttamente sul campo, osservando e registrando fenomeni in tempo reale.
Analisi e classificazione di dati	Galaxy Zoo	Gli utenti analizzano e classificano grandi volumi di dati, in particolare immagini, attraverso l'interfaccia della piattaforma.
<i>Crowdsourcing</i>	OpenStreetMap, Transcribe Bentham	Gli utenti collaborano trascrivendo o analizzando documenti, fonti storiche, culturali o scientifici.
<i>Gamification</i>	FoldIt	Gli utenti partecipano a giochi con una finalità scientifica e aiutano alla risoluzione di problemi complessi.
Monitoraggio civico e sociale	FixMyStreet, Decoro Urbano, CocòZap	Gli utenti contribuiscono fornendo segnalazioni di problemi locali o condividendo opinioni su fenomeni sociali e urbani.
Raccolta dati percettivi o sensoriali	Flu Near You, Soundscape	Gli utenti forniscono dati personali, come informazioni sulla salute, campioni biologici, o registrazioni di suoni e immagini.
Sensibilizzazione e educazione scientifica	SciStarter, NASA Globe Observer	Gli utenti partecipano principalmente per scopi educativi e per aumentare la propria consapevolezza scientifica.
Co-design e progettazione collaborativa	Decidim, Public Lab	I partecipanti collaborano nella progettazione di esperimenti, nella definizione di obiettivi di ricerca o nello sviluppo di soluzioni innovative.

Fonte: Elaborazione degli autori.

Tra le moltissime piattaforme sviluppate nell'ambito della CS, offriamo tre esempi: FreshWater Watch, Ushaidi e OpenStreetMap.

3.2.1 FreshWater Watch

FreshWater Watch è una piattaforma internazionale gestita da un'associazione ambientalista denominata Earthwatch⁵. Il progetto ha come obiettivo formare *citizen scientist* per la misurazione e il monitoraggio della qualità delle acque di fiumi, laghi, torrenti, stagni e zone umide. Dal lancio di FreshWater Watch nel 2012, il progetto è stato ampliato e conta oggi migliaia di volontari, enti di ricerca, aziende, autorità e scuole in tutto il mondo.

⁵ La piattaforma è disponibile in dieci lingue e consente di caricare i dati nel database gestito centralmente e accessibile tramite una applicazione mobile (<<https://survey123.arcgis.com/>>) o direttamente sul sito web (cfr. FreshWater Watch s.d. "Home page").

In seguito all'ampliamento del progetto e per una migliore e più sicura gestione dei dati (ad esempio il General Data Protection Regulation - cfr. 5.6.1), FWW utilizza la piattaforma ArcGIS survey123 per consentire una migliore accessibilità e visualizzazione dei dati. La gestione dei dati avviene per mezzo di una piattaforma centrale che esegue anche il controllo di qualità dei dati in modo che questi siano riconosciuti e ritenuti affidabili da istituzioni e ricercatori scientifici di tutto il mondo. I dati sulla qualità dell'acqua (tra i quali i livelli di nitrati, fosfati, torbidità, osservazioni sul corpo idrico e sull'ambiente circostante come uso del suolo, fonti d'inquinamento, presenza di alghe ecc.) sono di libero accesso a chiunque sia interessato a esplorare e migliorare la qualità ambientale, compresi ricercatori, aziende e governi.

Gli utenti possono esplorare i dati su una mappa online (Fig. 3.13), dove è possibile visualizzare le legende, interrogare diversi *layer* di informazioni e le mappe base. Ulteriori funzionalità permettono di modificare i dati visualizzati sulla mappa e sui grafici sottostanti (Fig. 3.14), oppure di scaricare i dati per un'analisi più approfondita. I dati disponibili sulla mappa vengono aggiornati ogni ora.

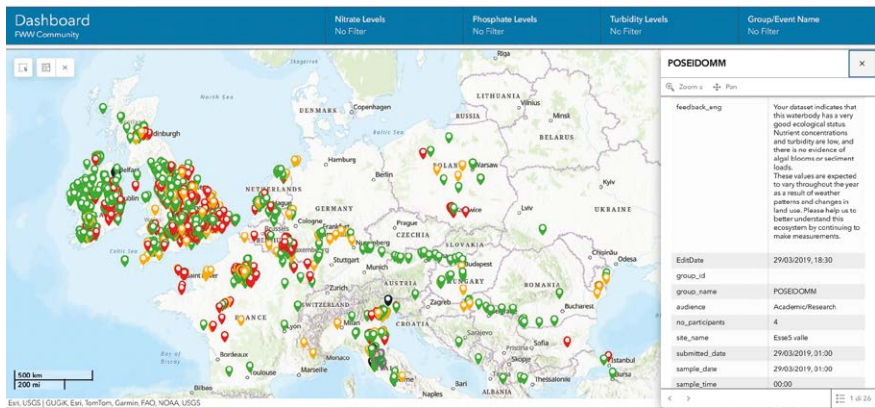


Figura 3.13 – Mappa globale del progetto FreshWater Watch. Didascalia: i punti rappresentano i siti di campionamento e la rispettiva qualità delle acque. Fonte: FreshWater Watch s.d.

I *FreshWater Watcher*, anche detti gli ‘osservatori delle acque dolci’, possono ricevere supporto se necessario e hanno anche accesso a materiali di formazione e approfondimento online (compresi i protocolli per la raccolta e analisi dei dati) per approfondire e ampliare le proprie conoscenze sugli ambienti acquatici.

I responsabili locali dei progetti FreshWater Watch in tutto il mondo ricevono formazione e supporto da Earthwatch attraverso gli eventi *Train the Trainer* (cfr. par 3.1.4).

Per diventare un *FreshWater Watcher* e quindi poter caricare i dati, è richiesta la registrazione alla piattaforma FWW. Il progetto promuove la partecipazione principalmente a gruppi, tende ad ammortizzare i costi di gestione tramite donazioni e finanziamenti derivanti da progetti europei, oltre ad offrire la pos-

sibilità di iscrizione a pagamento di singoli individui o la possibilità di potersi unire a gruppi già esistenti.

Il progetto realizza eventi denominati *WaterBlitz* che si svolgono durante i fine settimana. I cittadini possono iscriversi gratuitamente per ricevere un kit di analisi e così diventare cittadini scienziati e analizzare corpi idrici a loro piacimento.

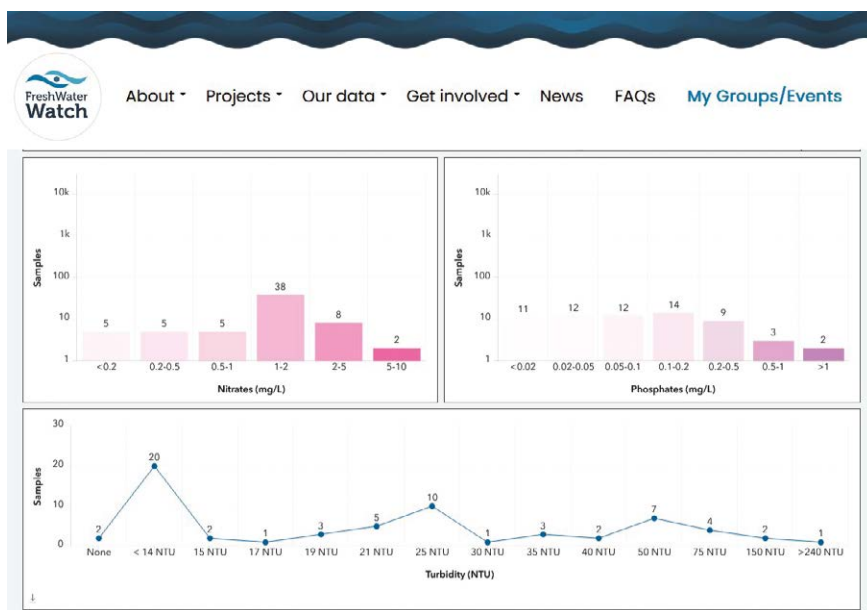


Figura 3.14 – Esempio di elaborazione restituita dalla piattaforma FreshWater Watch. Didascalia: in alto due istogrammi raffiguranti la distribuzione globale delle concentrazioni di nitrati (sinistra) e fosfati (destra). In basso la distribuzione globale dei livelli di torbidità delle acque monitorate. Fonte: FreshWater Watch s.d.

3.2.2 Ushahidi

Ushahidi (hahidi) è una piattaforma nata nel 2008 in Kenya per monitorare e mappare le violenze post-elettorali nel paese. Il termine *ushahidi* significa «testimonianza» in swahili, riflettendo l'obiettivo di raccogliere le testimonianze dirette dei cittadini durante periodi di crisi o in caso di disastri naturali e ambientali (Fig. 3.15).

La piattaforma è stata sviluppata per colmare un vuoto informativo durante situazioni di emergenza, consentendo ai cittadini di inviare segnalazioni tramite SMS, e-mail o web. Questo approccio di *crowdsourcing* mira a dare voce alle comunità locali, promuovendo la trasparenza e la responsabilità sociale. Ad esempio, in occasione del terremoto di Haiti (2010), Ushahidi fu utilizzata per mappare le aree colpite, permettendo il coordinamento degli sforzi di soccorso e

forrendo informazioni cruciali alle organizzazioni umanitarie. Ancora, durante le elezioni politiche in Nigeria (2011) la piattaforma riuscì a segnalare in tempo reale irregolarità elettorali, contribuendo a garantire elezioni più trasparenti. Più recentemente ha sviluppato il progetto Tana River in Kenya volto a rafforzare la resilienza delle comunità locali ai cambiamenti climatici, coinvolgendo gruppi emarginati nell'azione climatica.

Ushahidi è stata implementata in più di 160 paesi, raccogliendo oltre 50 milioni di segnalazioni da cittadini di tutto il mondo (Ushahidi 2018). La piattaforma ha contribuito a informare decisori, influenzare cambiamenti sociali grazie ai dati raccolti che sono pubblici, a beneficio delle organizzazioni umanitarie e delle autorità locali, che possono utilizzarli per offrire risposte più tempestive e mirate a problemi locali.

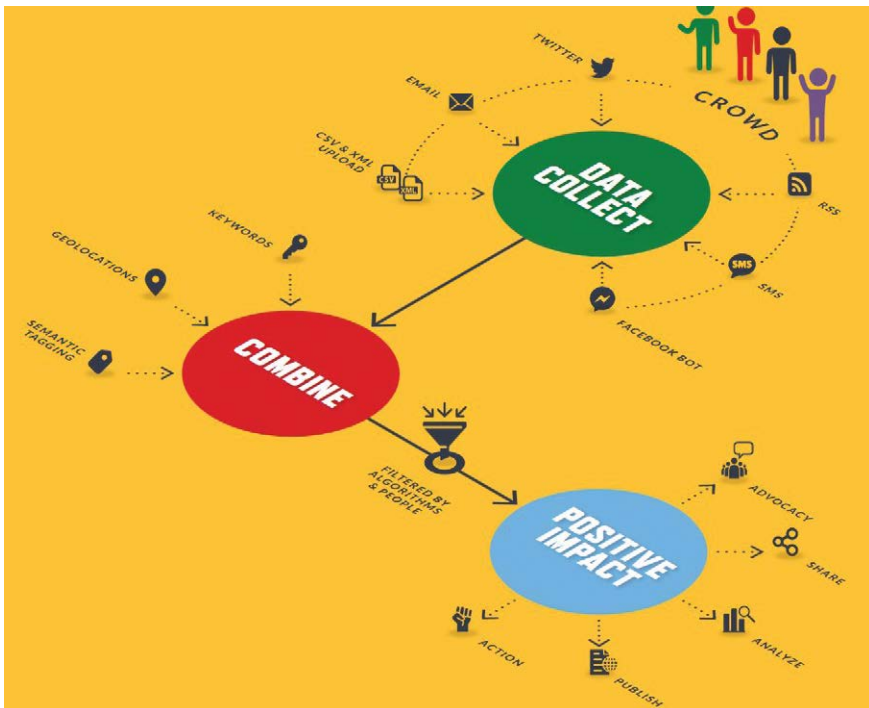


Figura 3.15 – La struttura della piattaforma Ushahidi. Fonte: Ushahidi 2018.

3.2.3 OpenStreetMap

OpenStreetMap (OSM) è un progetto collaborativo tra i più significativi nell'ambito della CS. Nasce nel 2004 come risposta alla mancanza di mappe e dati geografici gratuiti, aperti e aggiornabili in linea con gli obiettivi dell'Open Science. Fino a quel momento, le mappe erano per lo più sviluppate da imprese private o istituzioni governative, e il loro accesso e utilizzo era regolato da licen-

ze restrittive e da costi elevati. Da allora OSM si è evoluto in una piattaforma di riferimento per milioni di utenti, professionisti e organizzazioni in tutto il mondo: oggi conta oltre 10 milioni di utenti e oltre un milione e mezzo di utenti contributori (OSM statistics, cfr. OpenStreetMap s.d.) (Fig. 3.16).

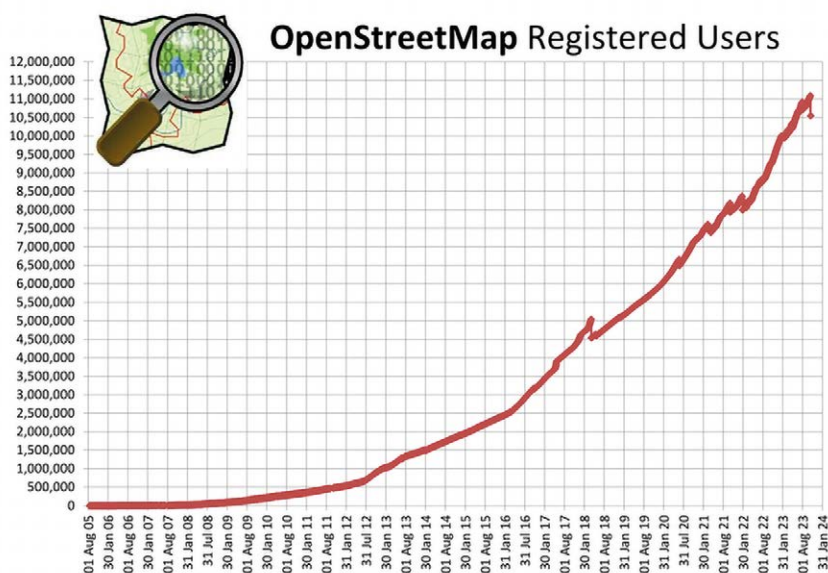


Figura 3.16 – Andamento degli utenti registrati sulla piattaforma OpenStreetMap. Fonte: OpenStreetMap s.d.

La missione della piattaforma è stata chiara fin dalla sua creazione: costruire una mappa del mondo collaborativa e liberamente utilizzabile. Chiunque può diventare un *mapper*, contribuendo ad aggiornare, correggere e migliorare i dati geografici sulla piattaforma attraverso diversi strumenti: tracciamento con dispositivi GPS, e digitalizzazione di strade, edifici e altri elementi tramite interpretazione di immagini satellitari.

OSM si configura come un'iniziativa di CS poiché sono i cittadini a costruire le mappe e le banche dati con i loro contributi (Rieger 2016). OSM costituisce inoltre, una risorsa trasversale che può essere utilizzata da altri progetti di CS, ad esempio, incorporando le mappe e fornendo la base cartografica per geolocalizzare le osservazioni dei *citizen scientist*. Infine, i contributori di OSM hanno il vantaggio di poter liberamente mappare e descrivere (attraverso delle etichette o *label*) elementi rilevanti presenti in un determinato contesto geografico, secondo il loro punto di vista e conoscenza locale (Hennig 2017). Si veda come esempio la Fig. 4.10 relativa al monitoraggio dei livelli di comfort, costruita su una base cartografica di OSM e la figura riferita al centro storico di Siena (Fig. 3.17).

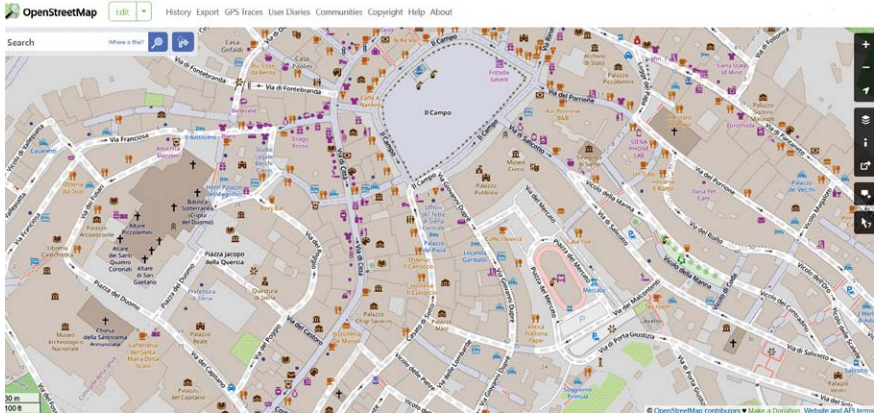


Figura 3.17 – Mappatura del centro storico di Siena con OSM. Fonte: Elaborazione degli autori; OSM (2025-02-06).

OpenStreetMap ha avuto un ruolo significativo in occasione di eventi catastrofici come il terremoto di Haiti del 2010. In seguito alla devastazione del sisma, si rese necessario avere mappe aggiornate per organizzare i soccorsi, ma le carte esistenti erano obsolete o inadeguate. La comunità di OSM si mobilitò rapidamente, utilizzando immagini satellitari per mappare strade, edifici e infrastrutture e nell’arco di 24 ore fu creata una cartografia aggiornata dell’area (Zook et al. 2010).

Analogamente OSM è stata impiegata per monitorare la diffusione di pandemie, come quella di COVID-19 nel 2020 (Mooney et al. 2021; Minghini 2021) o l’epidemia di ebola in Africa nel 2014 (Koch 2016); per creare basi cartografiche utilizzate da mezzi e servizi di soccorso in contesti di crisi (ad esempio le inondazioni in Germania e Belgio nel 2021); per supportare la pianificazione e la gestione del territorio in aree prive di risorse cartografiche. A tal proposito si può far riferimento al progetto Map Kibera⁶ che nacque nel 2009, grazie a due membri della comunità di OpenStreetMap, con l’obiettivo di mappare la baraccopoli di Kibera, a Nairobi (Kenya). L’obiettivo di mappare l’area non prevedeva soltanto di riportare su una base cartografica elementi di base come strade e edifici, ma anche evidenziare e localizzare altri servizi importanti per la gestione dell’area come ambulatori, pozzi e mercati. Grazie al progetto Map Kibera, si riuscì a trasformare un insediamento emarginato e non mappato in una comunità sempre più visibile, che successivamente ha visto anche il rafforzamento del capitale sociale e del valore aggiunto territoriale, testimoniato dalla creazione di canali radio e di stampa locali (Capineri 2023; Hagen 2010; 2017).

L’impegno sociale di OSM si è rafforzato anche in tempi recenti con l’iniziativa Humanitarian OpenStreetMap Team (HOT)⁷ che ha l’obiettivo di creare ‘map-

⁶ Cfr. Map Kibera s.d.

⁷ Cfr. HOT s.d.

pe mancanti', chiamate *missing map*, e migliorare la copertura cartografica in aree svantaggiate con l'avvio di campagne di mappatura aperte, valorizzando il contributo di comunità locali spesso trascurate nelle mappe tradizionali. Come si evince dalla Figura 3.18 che illustra i progetti sviluppati in alcuni paesi dell'Africa orientale e meridionale, le tematiche affrontate attraverso la mappatura sono estremamente varie (diritti delle donne, aree a rischio di inondazione, servizi per i rifugiati ecc.) ma complessivamente rispondenti ad un processo di sviluppo sostenibile.

Nonostante il successo, anche OpenStreetMap affronta diverse criticità, tra le quali la qualità dei dati che viene gestita attraverso il controllo e la validazione di esperti, la partecipazione disomogenea che rende alcune aree del mondo meno dettagliatamente mappate rispetto ad altre, oltre alla concorrenza di altre piattaforme come Google Maps che offrono servizi avanzati che possono distogliere utenti da piattaforme *open source*.

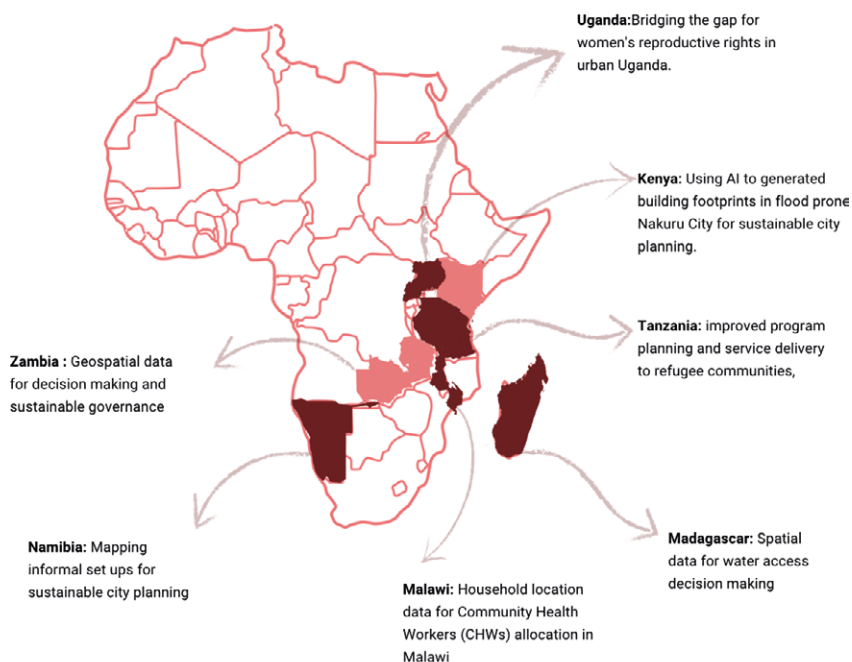


Figura 3.18 – I progetti attivati da Humanitarian OpenStreetMap Team in Africa orientale e meridionale. Fonte: HOT s.d. (2025-11-24).

In conclusione, tramite le piattaforme digitali, la CS ha ampliato sia i confini della ricerca scientifica che della partecipazione pubblica, trasformandosi in un'impresa collettiva basata sulla condivisione di strumenti e soprattutto delle consistenti risorse conoscitive che tramite le piattaforme si producono ma che non sono proprietà delle piattaforme stesse bensì *commons* a disposizione della scienza e della società civile (cfr. Scheda 4.2).

I dati della *Citizen Science*

4.1 Le trasformazioni nella produzione di informazione geografica

A partire dall'inizio del nuovo secolo, con l'avvento del Web 2.0, si avvia una trasformazione fondamentale: i siti web e le piattaforme digitali sono diventati interattivi, consentendo agli utenti di generare, condividere e modificare i contenuti in tempo reale. I pionieri del Web 2.0, come il sito di *photosharing* Flickr fondato nel 2004, MySpace, uno dei primi social network lanciato nel 2003 e Wikipedia creata nel 2001, hanno permesso agli utenti di contribuire con foto, profili personali, testi e così via. Successivamente, le piattaforme di social media, in particolare Facebook, YouTube e Twitter, sono diventate dei collettori di grandi quantità di contenuti generati dagli utenti, tanto che molte aziende li hanno analizzati e utilizzati per adeguare e personalizzare i propri prodotti o servizi, oltre che per affinare le proprie strategie pubblicitarie e commerciali.

Dal punto di vista tecnologico, lo sviluppo delle tecnologie del Web, le diffuse possibilità di creare contenuti online, la proliferazione di sensori e dispositivi mobili in grado di registrare la posizione di elementi e il libero accesso alle immagini satellitari e alle mappe online, hanno profondamente modificato le modalità di accesso, produzione, diffusione e rappresentazione dell'informazione geografica decretando «un momento senza precedenti nella storia dell'umani-

Venere Stefania Sanna, University of Siena, Italy, venere.sanna@unisi.it, 0000-0001-5420-7216

Cristina Capineri, University of Siena, Italy, cristina.capineri@unisi.it, 0000-0001-5874-9872

Giacomo-Maria Salerno, University of Siena, Italy, giacomo.salerno@unisi.it, 0000-0001-5697-4830

Michela Teobaldi, University of Siena, Italy, teobaldi2@unisi.it, 0009-0001-0835-1396

Referee List (DOI 10.36253/fup_referee_list)

FUP Best Practice in Scholarly Publishing (DOI 10.36253/fup_best_practice)

Venere Stefania Sanna, Cristina Capineri, Giacomo-Maria Salerno, Michela Teobaldi, *Citizen Science, territorio e comunità. Prospettive geografiche per la ricerca e azione*, © 2025 Author(s), CC BY-SA 4.0 published by Firenze University Press and USiena PRESS, ISBN 979-12-215-0698-3, DOI 10.36253/979-12-215-0698-3

tà» in cui è possibile «sapere dove si trova quasi tutto, in ogni momento» (Sui e Delyser 2012, 113).

Le grandi quantità di dati generati dagli utenti sono diventate dunque una risorsa strategica e hanno preso il nome di ‘big data’ in funzione del loro volume, varietà e velocità (Laney 2001). Questo genere di dati contribuisce oggi a perfezionare gli algoritmi delle piattaforme digitali, a migliorare la qualità dei servizi offerti online e supportare il processo decisionale in innumerevoli settori, dalle raccomandazioni personalizzate ai sistemi di intelligenza artificiale.

I dati generati dagli utenti emergono dall’interazione tra utenti e infrastrutture digitali e sono alimentati dalla cultura collaborativa e partecipativa che contraddistingue l’Internet moderno. Questa svolta culturale è descrivibile usando concetti come quello reso celebre dal filosofo francese Pierre Levy (1994) di «intelligenza collettiva»: intelligenza non meramente individuale, ma posta al di sopra del singolo, che «cerca di articolare in modo nuovo i domini individuali e collettivi in un nuovo spazio di conoscenza». Questo concetto è stato discusso anche da Manuel Castells (2008), il quale ha spiegato che l’era dell’informazione si contraddistingue per una crescente tensione tra individualismo e comunitarismo, ovvero tra la possibilità che gli individui hanno di accedere a molteplici fonti di informazione e creare reti personali di significato e il tentativo di ristabilire significati condivisi di comunità al fine di proteggere la propria identità in un mondo sempre più globalizzato.

L’approccio partecipativo e collaborativo sta emergendo nella società contemporanea perché, come spiega Jeremy Rifkin

le persone sono biologicamente predisposte ad essere empatiche – la nostra natura di base non è razionale, distaccata, acquisitiva, aggressiva e narcisistica, ma affettuosa, altamente sociale, cooperativa e interdipendente. *L’Homo sapiens* sta lasciando il posto all’*Homo empathicus* (2011, 269).

In questo contesto è emerso il fenomeno del *crowdsourcing*, definito dal giornalista Jeff Howe (2008, 401-8) come il processo attraverso il quale il potere di molti può essere sfruttato per compiere imprese che un tempo erano appannaggio di pochi specialisti. Questo fenomeno si è sviluppato parallelamente all’affermazione della cosiddetta *sharing economy*, un sistema socioeconomico costruito sulla condivisione di competenze, di beni e servizi, sorretto anche da un crescente senso di urgenza in merito all’esaurimento delle risorse e alla protezione dei beni comuni; contestualmente il movimento *open source* si prefigge – almeno in teoria – di consentire a qualsiasi utente di partecipare alla società dell’informazione condividendo know-how e competenze attraverso strumenti e applicazioni del Web.

Le trasformazioni avvenute recentemente riguardano anche la produzione di informazione geografica: i cittadini stanno diventando sempre più un’importante fonte di informazioni, entrando talvolta in domini che fino a poco tempo fa erano appannaggio esclusivo di enti e istituzioni riconosciute a livello nazionale o internazionale, tanto che alcuni sostengono addirittura che i dati geografici forniti dai cittadini rappresentano un nuovo paradigma per la ricerca socio-spaziale (Jiang e Thill 2015).

SCHEDA 4.1 INTELLIGENZA COLLETTIVA E INTELLIGENZA CONNETTIVA

A metà degli anni '90 del secolo scorso, prende piede nel dibattito pubblico il concetto di intelligenza collettiva grazie all'opera del filosofo francese Pierre Lévy. Il suo 'presupposto basilare' è senz'altro definito dall'emersione e diffusione delle nuove tecnologie di comunicazione come Internet, che per la prima volta permette che

il trattamento dell'informazione sia distribuito ovunque e ovunque coordinato, e non sia più prerogativa di organi sociali separati, ma si integri in maniera naturale nella totalità delle attività umane, in modo da tornare nelle mani di ognuno (1994, 20-1).

Se è indubbio che la costituzione di un nuovo spazio della comunicazione – il *cyberspazio* di Internet – sia stato determinante nella diffusione del concetto di intelligenza collettiva, è allo stesso tempo opportuno notare che quest'idea ha a sua volta una sua storia lunga e articolata, che si dipana nello sviluppo otto e novecentesco delle scienze umane e sociali.

Se ad esempio, in ambito psicologico Jung (1912) aveva avuto modo di parlare di un inconscio collettivo, opposto all'inconscio individuale freudiano e popolato dagli archetipi – forme e funzioni psichiche comuni a tutta l'umanità –, in modo non dissimile Durkheim aveva già introdotto nel campo delle scienze sociali la nozione di «coscienza collettiva», definita come «l'insieme delle credenze e dei sentimenti comuni alla media dei membri d'una medesima società», organizzata in un «sistema determinato che ha una sua propria vita» (1893, 46) indipendente dal singolo e dalla sua coscienza individuale. Si trattava dunque, per Durkheim, di un sistema di rappresentazioni dotato di proprietà emergenti, che non corrispondono, cioè, alla semplice somma delle singole rappresentazioni individuali. Ed è proprio la *condivisione* di queste rappresentazioni, il loro essere ritualizzate, attualizzate in norme e tramandate attraverso le generazioni, a far sì che queste assumano una valenza normativa e coercitiva.

Per ritrovare però delle teorizzazioni che più propriamente possiamo considerare precorritrici dell'intelligenza collettiva così come intesa da Lévy, dobbiamo rivolgerci al concetto di *general intellect* elaborato da Marx nei *Lineamenti fondamentali della critica dell'economia politica*, noti anche come *Grundrisse* (1939). Per il filosofo tedesco, infatti, con lo sviluppo della tecnica e delle forze produttive

il *sapere sociale generale, knowledge*, è diventato *forza produttiva immediata*, e quindi le condizioni del processo vitale stesso sono passate sotto il controllo del *general intellect*, e rimodellate in conformità a esso (Marx 1939, 487).

Nella prospettiva di Marx, lo sviluppo delle forze produttive sedimenta nel capitale fisso (costituito da edifici, impianti, macchinari) parte dell'energia umana, conoscenze comprese, al punto che le macchine stesse possono essere intese come espressioni concrete «della volontà dell'uomo sulla natura o del suo operare in essa», veri e propri nuovi «organi dell'intelligenza umana creati dalla mano umana; potenza materializzata del sapere» (Marx 1939, 487).

In ragione di ciò, il *general intellect* si presenta come una forza produttiva collettiva, che non è posseduta dai singoli individui ma è invece distribuita a livello sociale, modellata sul sapere e sulle conoscenze collettive accumulate nel corso dello sviluppo delle forze produttive. Il sapere sociale generale, che si concretizza nelle tecnologie, nelle scienze, nelle capacità organizzative e nei sistemi di macchine, diventa dunque una risorsa fondamentale per il processo di produzione capitalistica. Questo concetto di intelletto generale fa insomma riferimento al complesso delle capacità intellettuali e tecniche accumulate dalla società e concretizzate nelle tecnologie, nelle scienze e nelle capacità organizzative, che aumentano la produttività e modificano le relazioni sociali ed economiche.

Anche il concetto di intelligenza collettiva di Lévy è legato alla centralità della conoscenza condivisa nel processo produttivo e sociale, ma si inserisce ovviamente in un contesto storico e teorico diverso, definito dall'avvento della società dell'informazione e delle reti. L'intelligenza collettiva, secondo Lévy, emerge dalla connessione tra individui, dalle interazioni sociali e dalle informazioni condivise in una comunità. In un mondo iperconnesso,

l'intelligenza collettiva non è solo la somma delle conoscenze individuali, ma un processo dinamico e cooperativo che si sviluppa attraverso tecnologie come Internet, e che costituisce ormai

la principale ricchezza dell'umanità perché permette alle persone di unire le loro forze intellettuali, le loro conoscenze, in modo spontaneo, senza che nessuna società e nessun governo tiri le fila (Sirimarco 2007, 276).

Vediamo dunque come Lévy stesso ne definisce i contorni. Per il filosofo francese l'intelligenza collettiva «è un'intelligenza distribuita ovunque, continuamente valorizzata, coordinata in tempo reale, che porta a una mobilitazione effettiva delle competenze» (Lévy 1994, 34). Ognuno di questi elementi ha per Lévy una pregnanza irriducibile nella definizione di intelligenza collettiva. In primo luogo, la sua distribuzione è «l'assioma di partenza», poiché «nessuno sa tutto, ognuno sa qualcosa, la totalità del sapere risiede nell'umanità» (Lévy 1994, 34); inoltre, la sua valorizzazione continua è tanto un'ulteriore specificazione quanto un'affermazione programmatica, un «necessario passare dalla constatazione al progetto», poiché se l'intelligenza collettiva si crea e ricrea costantemente nella condivisione (vita sociale), questa al contempo va emancipata dalle strutture sociali che ne impediscono il pieno dispiegamento, «dalla pagella scolastica ai livelli di qualifica nelle industrie, dai modi arcaici di gestione all'esclusione sociale tramite la disoccupazione» che alludono piuttosto «a una vera e propria organizzazione dell'ignoranza a scapito dell'intelligenza delle persone» (Lévy 1994, 34-5); il terzo elemento riguarda il coordinamento in tempo reale, permesso dalle tecnologie digitali di comunicazione e informazione, che va a definire un nuovo territorio, il cyberspazio, inteso come «lo spazio mutevole delle interazioni tra le diverse competenze dei collettivi intelligenti deterritorializzati» (Lévy 1994, 35), uno spazio globale «nel quale ciascun elemento d'informazione si trova virtualmente in contatto con qualunque altro e con tutto l'insieme» (Lévy 1994, 14); infine, la questione della mobilitazione effettiva delle competenze implica un'importante «dimensione etico-politica» della costruzione concettuale di Lévy, poiché «nell'era della conoscenza non riconoscere l'altro nella sua intelligenza, significa negargli la sua reale identità sociale» (Lévy 1994, 35).

In sintesi, «l'ideale dell'intelligenza collettiva implica la valorizzazione tecnica, economica, giuridica e umana di un'intelligenza distribuita ovunque, al fine di innescare una dinamica positiva» (Lévy 1994, 35-6) traducibile in un progetto collettivo di nuovo umanesimo, capace di aprire a nuove forme di democrazia distribuita e in tempo reale (Lévy 1994, 74-5). Si tratta insomma di una concezione in definitiva ottimistica delle potenzialità delle nuove tecnologie di comunicazione informatica, che consentirebbero «una democratizzazione del sapere finalizzata alla costruzione di progetti etici per lo sviluppo del mondo» (Milani 2023, 22). Lévy ne sottolinea infatti l'aspetto democratico e orizzontale, per il quale le informazioni non sono più centralizzate o gerarchiche, ma distribuite attraverso una rete di persone e risorse, così che la conoscenza collettiva possa diventare una risorsa condivisa e accessibile, con un potenziale di trasformazione sociale e culturale.

Sulla scia del lavoro di Lévy si colloca il concetto di *intelligenza connettiva* elaborato in modo parzialmente indipendente da Derrick de Kerckhove tra la fine degli anni '90 del secolo scorso e l'inizio dei 2000. In particolare, de Kerckhove enfatizza l'interazione tra cognizione umana e tecnologia, suggerendo che, nell'era digitale, la conoscenza non è più solo un insieme di dati e informazioni accessibili, ma un processo dinamico che emerge grazie alla connettività tra individui e tecnologie. In questo contesto, il computer – connesso alla rete globale – diventa una vera e propria «psico-tecnologia, ossia un'estensione del nostro pensiero che si esterna attraverso il linguaggio, estensione della nostra mente» (de Kerckhove 2001, 102), permettendoci di pensare *attraverso* le tecnologie. L'intelligenza connettiva, concepita da de Kerckhove stesso come una «sotto-categoria dell'intelligenza collettiva» (2014, 1), differisce da quest'ultima in quanto non si limita a registrare la dimensione sovra-individuale del sapere sociale generale, ma lo traduce in concrete sperimentazioni pratiche su problemi specifici attraverso la puntuale connessione tra reti di individui, divenendo una sorta di particolare espressione *in atto* di quello che l'intelligenza collettiva rappresenta *in potenza*.

De Kerckhove considera infatti l'intelligenza connettiva come una forma di organizzazione all'interno dell'intelligenza collettiva, la sua parte 'pratica'.

L'intelligenza connettiva è dunque un processo cognitivo potenziato dalla tecnologia, in cui la connessione diventa l'infrastruttura che permette di collegare idee, esperienze e competenze in tempo reale. Non si tratta, cioè solo di un corpus di conoscenza distribuita, ma di una forma di intelligenza che emerge proprio dal nostro rapporto con la tecnologia e le reti globali. È infatti grazie all'avvento di Internet – «il primo medium che è allo stesso tempo orale e scritto, privato e pubblico, individuale e collettivo» – che è possibile realizzare concretamente «la connessione fra mente pubblica e privata [...] per il tramite delle reti aperte e interconnesse del pianeta» (de Kerckhove 1997, 188).

Un esempio su tutti di queste possibilità produttive rinvenibili all'intersezione tra tecnologie e cooperazione sociale è senza dubbio rappresentato da Wikipedia. La famosissima enciclopedia collaborativa, infatti, è un sistema in cui la connessione tra individui e tecnologie digitali dà vita a una forma di conoscenza collettiva dinamica che potenzia e modifica la cognizione individuale e collettiva: la piattaforma agisce come una rete che collega le menti di utenti provenienti da tutto il mondo, amplificando il processo di produzione e scambio di conoscenza. Questa conoscenza distribuita funge al tempo stesso da memoria esterna e strumento cognitivo, in cui gli individui non solo accedono a delle informazioni, ma contribuiscono attivamente a costruirle. Come ha sottolineato lo stesso de Kerckhove, questo esempio è molto pertinente per descrivere la condizione attuale della produzione di conoscenza, perché se

il web in generale è collettivo, la costruzione del sapere è connettiva. Wikipedia si rivolge a tutta la collettività e dà forma ad una conoscenza che è il prodotto della connettività tra gli individui, poiché ciascuno può operare correzioni e revisioni (Buffardi e de Kerckhove 2011, 49).

4.2 *Citizen Science* e produzione di conoscenza: dati *crowdsourced* e *Volunteered Geographic Information*

La produzione di dati e informazioni è il tratto che contraddistingue la CS da altre pratiche partecipative: l'apporto della CS alla conoscenza si manifesta in primo luogo attraverso la raccolta e la condivisione di dati e informazioni.

I dati provenienti dalle attività di CS appartengono alla grande famiglia dei contenuti generati dagli utenti in modo volontario attraverso rilevazioni di vario tipo e tramite supporti tecnologici e definiti *User-Generated Content* (UGC) (Krumm, Davies, e Narayanaswami 2008)¹.

I dati generati dagli utenti sono anche denominati *crowdsourced data*. Questi, pur essendo simili agli UGC, presentano delle differenze. Infatti, il dato *crowdsourced* implica che la raccolta e produzione di dati avvenga volontariamente nel contesto di un progetto o con un obiettivo specifico; inoltre sono dati collezionati in grandi quantità. Ne sono esempi consolidati progetti collaborativi *open source* come Wikipedia con oltre 50 milioni di utenti e 6 milioni di ar-

¹ La definizione di UGC è in uso fin dai primi anni 2000, quando l'Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico (OCSE) menzionò i «contenuti generati dagli utenti» in un rapporto del 2007, descrivendoli come contenuti creati volontariamente o incidentalmente attraverso l'utilizzo di un'applicazione digitale dagli utenti online.

ticoli (Wikipedia Statistics 2024) e OpenStreetMap (cfr. par.3.2.3.), con oltre 6 milioni di utenti e quasi 2 milioni di contributori attivi che mira a creare una mappa del mondo libera, modificabile e accessibile a tutti.

L'elemento 'volontario' all'interno di queste trasformazioni è oggetto di dibattito, in quanto gli utenti del Web 2.0 possono produrre informazioni sia consapevolmente che inconsapevolmente con possibili effetti sulla qualità dei dati prodotti. Nel caso di informazioni prodotte involontariamente, ossia quando l'utente lascia delle tracce digitali (check-in effettuato con carte di credito, accessi a Google Maps ecc.) che vengono utilizzate a sua insaputa e per gli scopi più vari, non sempre la qualità delle informazioni è garantita. Quando invece, la produzione di informazioni è volontaria e segue regole condivise – riguardanti ad esempio la geocodifica, il *tagging*, oppure stabilite in protocolli di raccolta come nelle attività di CS – c'è maggior garanzia che la qualità dei dati sia condivisa e assicurata (cfr. par. 5.2) (Coleman, Georgiadou, e Labonte 2009; Harvey 2013).

I dati provenienti da attività di CS oltre ad essere di tipo *crowdsourced* sono anche geografici, in quanto contengono una dimensione spaziale (puntuale o areale) che permette di collocarli sulla superficie terrestre.

Per questo motivo sono più propriamente un caso di *Volunteered Geographic Information* (VGI) che, secondo la definizione coniata nel 2007 da Michael Goodchild, indica un sottoinsieme di contenuti generati dagli utenti che presentano specifiche componenti spaziali e temporali:

l'impegno diffuso di un gran numero di privati cittadini, spesso con poche qualifiche formali, nella creazione di informazioni geografiche, una funzione che per secoli è stata riservata alle agenzie ufficiali [...] definisco questa *informazione geografica volontaria* un caso particolare del fenomeno più generale del Web dei *contenuti generati dagli utenti* (Goodchild 2007, 2).

Dal 2007, il successo della VGI è cresciuto costantemente e ha creato un'ampia comunità scientifica coinvolta nell'utilizzo di queste nuove fonti di informazione geografica, fondamentali per soddisfare lo *spatial turn* alimentato dalla rivoluzione della cartografia digitale o neogeografia. La *neogeography* ha reso la mappatura alla portata di quasi tutti gli utenti che tramite una tecnologia adeguata (ad esempio uno smartphone), sono in grado di catturare la posizione di un elemento e di visualizzare le informazioni su una mappa (Turner 2006; Batty et al. 2010; Wilson e Graham 2013).

Come sottolineato da Cooper et al. (2011), i concetti di *Volunteered Geographic Information*, *crowdsourcing*, neo-geografia vengono talvolta confusi l'uno con l'altro, benché ciascuno di essi riguardi aspetti diversi delle pratiche contributive e partecipative. Mentre la *Volunteered Geographic Information* si riferisce a dati geografici volontariamente collezionati dal *citizen scientist* o dai *citizen as sensor*, nell'accezione di Goodchild (2007), il *crowdsourcing* fa riferimento ad una modalità di produzione di informazioni che coinvolge un ampio gruppo di partecipanti, non necessariamente collegati tra loro, che possono utilizzare anche mezzi diversi per la raccolta (internet, social media, piattaforme digitali ecc.) come avviene ad esempio nelle piattaforme globali di CS come INaturalist, dove ad oggi,

oltre 3 milioni di utenti hanno prodotto oltre 200 milioni di osservazioni a livello globale; oppure eBird con oltre 100 milioni di specie ornitologiche registrate.

In realtà, nella CS tutte queste accezioni trovano riscontro. La CS infatti, in qualità di pratica partecipativa utilizza il *crowdsourcing* e produce *Volunteered Geographic Information* in quanto la contribuzione oltre ad essere volontaria è legata a precise esigenze del progetto (ad esempio monitoraggio della qualità dell'aria, di specie invasive ecc.). Infine, il dato raccolto viene rappresentato su supporto cartografico tramite il *web mapping*, per lo più in tempo reale.

La VGI è dunque strettamente legata al fenomeno del *crowdsourcing*, in quanto si riferisce ad un metodo di raccolta di informazioni geospaziali da parte di individui che partecipano, come nelle iniziative di CS, a reti collaborative di produzione tra pari basate sulla condivisione di conoscenze comuni (Benkler e Nissenbaum 2006). In questo contesto, la produzione di VGI incarna la relazione implicita o esplicita dell'individuo con il mondo e manifesta il senso di appartenenza ad un'entità spaziale, sia essa un paese o un quartiere; questa relazione costituisce una parte importante sia per la motivazione che spinge l'individuo ad agire per interesse più ampio, sia per la capacità del gruppo di esortare l'individuo all'azione e alla partecipazione (Curry 1997). Il concetto applicato alla CS significa che la produzione di dati riduce la separazione tra scienziati e utenti non esperti e costituisce «il contributo più importante della *Citizen Science* nel suo complesso, poiché spinge gli scienziati a relazionarsi più profondamente con la società» (Haklay 2013a, 14).

SCHEDA 4.2 I DATI COME BENI COMUNI (O *COMMONS*)

Nell'era digitale, i dati sono diventati una risorsa cruciale per la società, trasformando il modo in cui governi, aziende e individui interagiscono. In questo contesto i dati dovrebbero essere considerati come *commons*, ovvero risorse condivise gestite collettivamente per il bene comune.

Il concetto di *commons* ha origine da una riflessione sulla gestione collettiva delle risorse naturali, come pascoli, foreste e fiumi. Elinor Ostrom, nel suo lavoro pionieristico (1990), ha dimostrato che le risorse comuni possono essere gestite efficacemente attraverso sistemi di governance policentrici basati sulla collaborazione e sulla fiducia. Questo principio è stato ampliato per includere risorse immateriali come la conoscenza, che deve essere accessibile e condivisa per massimizzarne i benefici sociali.

Questo breve approfondimento esplora la concezione dei dati come *commons* nell'ambito della CS, evidenziandone i benefici, le sfide e le opportunità per l'equità e la sostenibilità.

I dati sono considerabili come un'infrastruttura essenziale per il funzionamento delle società moderne, analogamente alle risorse naturali come l'acqua o l'aria, poiché è su di essi che si basano una molteplicità di operazioni – dalle più semplici alle più complesse – che rendono possibile la vita quotidiana. Inoltre, i dati possiedono un intrinseco valore generativo: al pari di altri beni immateriali (come la cultura o la conoscenza) non si esauriscono con l'uso, ma possono essere riutilizzati infinite volte per creare nuova conoscenza e innovazione. Tuttavia, la gestione dei dati è spesso dominata da attori privati e modelli di proprietà esclusiva, con conseguenze negative per l'accessibilità, l'equità e la trasparenza. Pertanto, considerare i dati come *commons* implica un cambiamento radicale di prospettiva: significa trattare i dati non come merce da sfruttare, ma come un bene pubblico che richiede una governance collettiva. Questo è particolarmente evidente nel contesto della CS, dove i dati raccolti dai cittadini possono servire per una vasta gamma di scopi scientifici, ambientali, sociali e politici, contribuendo al

benessere collettivo e stimolando la partecipazione attiva della società e la promozione dell'*Open Science*, come espresso anche dai dieci principi della CS (cfr. 1.3).

I dati generati dai progetti di CS rappresentano un esempio concreto di *commons*. Milioni di volontari in tutto il mondo partecipano alla raccolta e all'analisi dei dati su questioni come la biodiversità, i cambiamenti climatici, il rumore, gli odori, le barriere architettoniche ecc. generando enormi quantità di dati che, quando condivisi in maniera aperta, contribuiscono al progresso scientifico.

In particolare, alcuni aspetti caratterizzano i dati prodotti da attività di CS come *commons*:

- *accesso democratizzato alla conoscenza*: la CS offre un approccio per la partecipazione pubblica alla scienza. I dati raccolti non sono di proprietà esclusiva di aziende o istituzioni, ma diventano una risorsa condivisa utilizzabile da scienziati, politici e comunità locali;
- *supporto alle politiche pubbliche*: i dati della CS, essendo accessibili e generati da cittadini, possono informare e orientare le decisioni politiche. Ad esempio, dati aperti sulla qualità dell'aria raccolti dai cittadini hanno contribuito a migliorare le normative ambientali in diverse città europee;
- *innovazione sociale*: i progetti di CS creano opportunità per l'innovazione sociale, come comunità più informate e partecipative e consapevoli. Questo è evidente nei progetti di monitoraggio delle acque, dove i cittadini contribuiscono a identificare e mitigare le fonti di inquinamento.

Nonostante gli evidenti benefici di una gestione aperta e condivisa dei dati, nel contesto della CS si pongono sfide significative, quali:

- *la standardizzazione e la qualità dei dati*: la diversità di partecipanti può portare a variazioni nella qualità e nell'affidabilità dei dati. Adottare standard e protocolli comuni per la raccolta e la gestione dei dati è cruciale per garantire che essi siano utili e riutilizzabili;
- *la governance e la proprietà dei dati*: chi possiede i dati raccolti dai cittadini? La governance collaborativa è fondamentale per evitare che i dati siano monopolizzati da istituzioni o aziende, mantenendo al contempo il rispetto per i contributi individuali;
- *la privacy e la protezione dei dati*: i progetti di CS spesso raccolgono dati sensibili, come informazioni sulla posizione o altri dati privati dei partecipanti; pertanto, bilanciare la trasparenza con la protezione della privacy è cruciale.

Per affrontare queste sfide, è necessario adottare strategie mirate:

- *piattaforme aperte e interoperabili*: creare infrastrutture digitali che permettano la raccolta, la condivisione e l'analisi collaborativa dei dati. Progetti come OpenStreetMap sono esempi di successo nella costruzione di *commons* digitali;
- *framework legali ed etici*: sviluppare politiche che garantiscano la proprietà collettiva dei dati della CS, promuovendo al contempo la protezione dei dati personali e l'uso responsabile;
- *educazione e consapevolezza*: formare i cittadini sui diritti e sulle responsabilità legati ai dati che generano, garantendo che possano partecipare attivamente alla loro gestione e utilizzo.

Considerare i dati prodotti dalla CS come *commons* rappresenta dunque un'opportunità unica per democratizzare la conoscenza e promuovere una scienza più equa, inclusiva e sostenibile, nonché per rafforzare i legami sociali. Ispirandosi al lavoro di Rob Kitchin (2014a, 2021), questa prospettiva invita a ripensare la governance dei dati, passando da modelli proprietari a sistemi di gestione collaborativa. Attraverso politiche inclusive, piattaforme aperte e una governance etica, possiamo costruire un futuro in cui i dati siano una risorsa condivisa, utilizzata per il bene comune e per lo sviluppo sostenibile.

4.3 Le componenti della *Volunteered Geographic Information*

La VGI è prodotta da chiunque possa potenzialmente agire come sensore e fornire, più o meno consapevolmente, informazioni di valore (Capineri e Rondinone 2011; Haklay, Singleton, e Parker 2008; Sui, Goodchild, e Elwood 2013). Come argomentato da Goodchild

ogni essere umano inizia ad acquisire conoscenze geografiche fin dalla più tenera età e, in età adulta, ha costruito un'elaborata comprensione mentale delle aree in cui vive e lavora, nonché delle aree che ha visitato o di cui è venuto a conoscenza. [...] Queste conoscenze vengono acquisite attraverso tutti i cinque sensi funzionanti, e aumentate da libri, riviste, televisione e Internet. In effetti, si potrebbe pensare all'umanità come a una grande collezione di sensori intelligenti e mobili, dotati di capacità di interpretazione e integrazione [...]. Queste capacità possono essere amplificate con dispositivi che raccolgono altre informazioni geografiche, dai telefoni cellulari dotati di GPS, ai veicoli che tracciano la posizione, alle fotocamere digitali, ai sensori che monitorano l'inquinamento atmosferico e che vengono indossati (2007, 24-5).

Più precisamente, le componenti essenziali della VGI sono:

- 1) il riferimento geografico (ad esempio *geotag*, coordinate geografiche, toponimo) che consente di rappresentare le informazioni su una mappa e quindi di soddisfare l'esigenza di sapere 'dove siamo' o 'dove stanno le cose';
- 2) i contenuti che permettono di trasformare questi dati in informazioni e successivamente in conoscenza. I contenuti possono assumere diverse forme: immagini, testi, simboli, mappe, foto, video, disegni, numeri ecc.;
- 3) elementi per la profilazione degli utenti e dei produttori di contenuti (o *prosumers*, Coleman, Georgiadou, e Labonte 2009) come la nazionalità, la lingua (talvolta l'età e il sesso), l'orario della creazione del contributo.

Le componenti della VGI possono così essere rappresentate come i tre angoli di un diagramma ternario (Fig. 4.1), che mostra come l'impiego di questi dati possa variare a seconda dell'enfasi data a una o più componenti.



Figura 4.1 – Le componenti della VGI. Fonte: Capineri 2016, 20.

L'enfasi posta su una o più componente implica prospettive di analisi diverse che si possono focalizzare per esigenze dell'analisi o del progetto su:

- 1) il *dove* delle informazioni, offerto dal riferimento geografico che serve per sviluppare la prospettiva spaziale;

- 2) il *cosa*, dato dai contenuti che si adattano ad analisi anche di tipo qualitativo;
- 3) il *chi*, ossia le informazioni sui produttori che si prestano allo studio del processo di partecipazione e produzione del dato.

Certamente la rappresentazione proposta costituisce una semplificazione, poiché sarebbe necessario aggiungere la dimensione temporale per dare un quadro più completo delle potenzialità della relazione tra le componenti delle fonti VGI. Ciononostante, la combinazione delle tre componenti offre già un utile modello per aggregare, sintetizzare e confrontare le informazioni a diverse scale su questioni o eventi specifici.

In sintesi, gli aspetti innovativi di questa tipologia di dati, che li distingue dai dati provenienti da fonti ufficiali (ad esempio, i censimenti), o da indagini dirette come le survey o le interviste, sono dovuti a:

- 1) le caratteristiche di queste informazioni (generate da produttori non esperti, l'approccio partecipativo, la quantità, l'accessibilità in tempo reale, la risoluzione spaziale a grana fine e la scalabilità);
- 2) i campi estremamente diversificati delle potenziali applicazioni (gestione dei disastri e delle crisi umanitarie, monitoraggio ambientale, pianificazione territoriale, uso del suolo, mobilità, pratiche sociali ecc.);
- 3) la natura esperienziale e percettiva del contenuto incorporato nella VGI, che può essere distillato per ottenere una migliore comprensione di elementi del contesto, pratiche e abitudini, in quanto la VGI è costruita sulla comprensione del mondo mediato dai contributi delle persone, quindi dalle pratiche sociali (Elwood 2008).

Nelle sezioni seguenti ogni componente sarà brevemente contestualizzata rispetto al tema della CS, traendo esempi sia dalla letteratura esistente sia da casi di studio.

4.3.1 Il riferimento geografico e la partecipazione

La componente geografica conferisce al dato la dimensione essenziale che permette di rappresentarlo nello spazio, le impronte geografiche rivelano, infatti, l'interazione degli utenti con un determinato 'luogo'.

Da un punto di vista metodologico, la georeferenziazione dei dati può essere problematica e incontrare molte difficoltà perché: 1) lo stesso toponimo può essere usato per più di un luogo; 2) lo stesso luogo può avere più di una denominazione e 3) i toponimi possono essere usati in ambiti non spaziali, come organizzazioni, eventi o nomi personali.

La localizzazione dei dati sulla superficie terrestre svela le costellazioni della partecipazione dei *citizen* grazie agli attributi di geocodifica (*geotag*, toponimi, coordinate) ad essi associati. Alcuni casi di studio hanno analizzato la produzione di dati come *proxy*² della partecipazione, individuando *pattern* fortemente disomogenei.

² Modo indiretto di stimare un fenomeno.

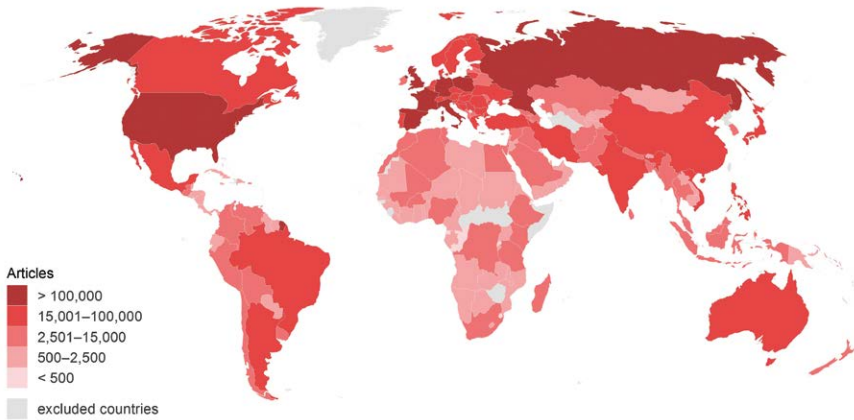


Figura 4.2 – Articoli di Wikipedia geotagati per paese in tutte le lingue. Fonte: Graham et al. 2014, 752.

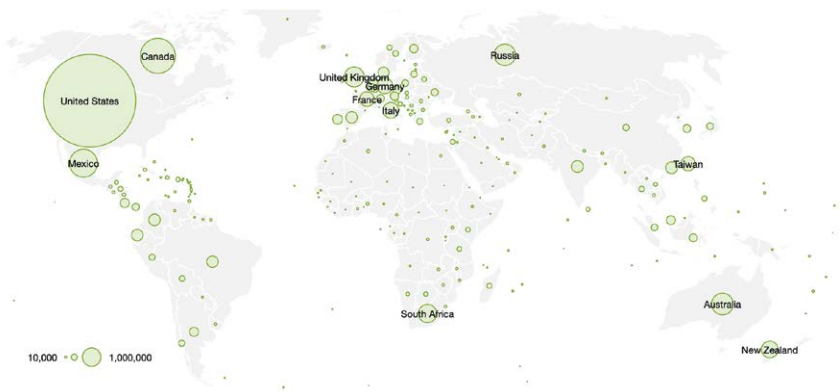


Figura 4.3 – Distribuzione delle osservazioni sulla piattaforma iNaturalist. Fonte: iNaturalist s.d. (2025-01-03).

Questo fenomeno è spesso dovuto al cosiddetto ‘divario digitale’ (Graham et al. 2014) causato da diversi fattori come la diffusione non uniforme della tecnologia, ma anche dalla capacità da parte di alcuni utenti di lavorare con essa o di trarne beneficio.

Osservando, ad esempio, la distribuzione degli articoli di Wikipedia con *geotag* (Fig. 4.2) si rileva che, nonostante la pervasività a scala globale di Internet, la pratica di produrre contenuti è concentrata principalmente in Nord America, nell’Europa occidentale, in Australia e in alcuni Paesi emergenti del Sud America e dell’Asia. Questa distribuzione disomogenea può essere spiegata principalmente da elementi di contesto quali la densità di popolazione, il Pil pro-capite e le connessioni Internet a banda larga (Graham et al. 2014). Analogamente la Fig. 4.3, che mostra i

contributi sulla piattaforma di iNaturalist a scala globale, evidenzia disparità delle rilevazioni con concentrazioni nel Nord America e in Europa.

Gli esempi di partecipazione diseguale evidenziano che anche nel caso della produzione di informazioni *user-generated* si riproducono dicotomie ben note tra il Nord e il Sud del mondo: l'apparente democratizzazione dell'informazione e della conoscenza rimane quindi ancora discutibile (Haklay 2013b).

4.3.2 Lo stock di contenuti

La ricchezza dei dati VGI risiede soprattutto nello stock dei contenuti che beneficiano delle conoscenze localizzate e delle percezioni dei contributori. I contenuti costituiscono un aspetto assai sfidante, in quanto permettono di identificare i cosiddetti *sticky places* nei flussi fluidi dell'informazione: vale a dire un mondo di luoghi di conoscenza che non solo raccontano le storie dei 'luoghi di creazione' della VGI, ma che illustrano il valore aggiunto delle informazioni generate. Da questo punto di vista, i contenuti della VGI capitalizzano la conoscenza informale dei produttori e diventano dei collettori di saperi e percezioni multiple che evidenziano le variegate relazioni con un certo luogo. Infatti, lo stock di contenuti della VGI può contenere, oltre a dimensioni quantitative, anche valori, sentimenti, espressioni di apprezzamento o di disprezzo, percezioni ecc. In breve, essi rappresentano il 'senso del luogo' creato dal Web, in quanto i contributori della VGI sono impegnati in processi di produzione di conoscenza che si fondano su strutture sociali e insiemi di valori e, a loro volta, su luoghi fisici (Hardy, Frew, e Goodchild 2012, 3; Lussault 2007).

Il numero di produttori di contenuti, combinato con la capacità di annotare i luoghi nel *geoweb*, possono creare strati densi di informazioni che 'aumentano' alcune parti del mondo e che descrivono realtà indeterminate, instabili, dipendenti dal contesto «messe in atto attraverso l'incontro soggettivo nel tempo e nello spazio di esperienze materiali e virtuali» (Graham, Zook, e Boulton 2013, 465). Diversi studiosi (Graham 2010; Crang 1996) utilizzano la metafora dei palinsesti, con riferimento ai manoscritti medievali che potevano essere riutilizzati mantenendo tracce di iscrizioni precedenti:

gli innumerevoli strati di un luogo si riuniscono in tempi e spazi specifici e hanno un peso sulle caratteristiche culturali, economiche e politiche, sull'interpretazione e sul significato di un luogo (Graham 2010, 422).

In questo modo le informazioni raccolte in *crowdsourcing* diventano particolarmente rilevanti nella produzione e nell'acquisizione della conoscenza locale. I contributi tendono a essere più accurati in relazione ai luoghi di cui l'utente ha esperienza anche quotidiana, come nel caso dei cittadini che partecipano a progetti di CS³. Le informazioni raccolte in *crowdsourcing* sono, dunque, una

³ In ambito geografico, la VGI è stata anche utilizzata per individuare ambiti per loro natura non facilmente definibili come «città» (Hollestein e Purves 2010), «quartiere» (Purves

fonte rivoluzionaria di informazioni utili ad ampliare la conoscenza spaziale e comportamentale su diversi argomenti della vita contemporanea e quotidiana, dalle problematiche ambientali, agli eventi culturali, ai disastri naturali e altro ancora. I progressi delle tecnologie geospaziali negli ultimi vent'anni hanno permesso ai cittadini comuni di trasformare attività quotidiane in espressioni creative che possono essere caricate, modificate e condivise nel mondo digitale (Sui e Delyser 2012; Parker 2012).

Come ogni altro progresso scientifico, la VGI fornisce nuovi spunti di riflessione e solleva molte questioni epistemologiche nel campo della geografia (Kitchin 2013, 2014a), come ad esempio la suggestione secondo la quale i dati possano 'parlare da soli' e la conseguente provocatoria affermazione secondo cui possono farlo anche senza dover necessariamente corroborare una determinata teoria (Anderson 2008).

Le informazioni raccolte in *crowdsourcing* non sono prive di contesto e possono certamente fornire grandi quantità di informazioni geografiche, le quali devono tuttavia essere distillate e sfruttate all'interno di chiari quadri teorici (Kitchin 2013; Sui e Delyser 2012).

Analogamente a quanto accadeva nel XIX secolo, quando i geografi-esploratori avevano bisogno di strumenti di misura precisi e di binocoli per registrare le loro osservazioni delle nuove terre e la conseguente collaborazione con naturalisti, topografi e biologi, oggi lo scienziato che lavora con i dati VGI ha bisogno sia di accedere a competenze informatiche per raccogliere e organizzare i dati provenienti dal Web, sia di strumenti analitici per trasformare il dato in informazione e successivamente in conoscenza. In questo scenario sono dunque emerse nuove alleanze interdisciplinari: gli strumenti per fare un buon uso dei VGI risiedono tanto nelle metodologie per geolocalizzare le informazioni quanto in quelle per analizzarne qualitativamente i contenuti, attorno ai quali sarà poi possibile costruire discorsi e analisi su scale diverse, talvolta capaci di sfidare le narrazioni dominanti.

4.4 La *Volunteered Geographic Information* nella *Citizen Science*

La dimensione spaziale è fondamentale nelle attività di CS in quanto la raccolta dei dati si fonda sulla localizzazione degli elementi da rilevare e su altri attributi come l'ambito di riferimento (città, quartiere ecc.), i percorsi, la direzione e il movimento.

Nei progetti di CS, la posizione viene rilevata in diversi modi. In generale, la maggior parte delle piattaforme e delle applicazioni di CS prevedono la compilazione di un modulo online, in cui la posizione è indicata cliccando su un'interfaccia cartografica e sempre più raramente le coordinate di latitudine e longitudine sono inserite manualmente. In altri casi l'acquisizione della loca-

e Derungs 2015) o regioni intere come le «Alpi» (Purves e Derungs 2015) che sono state identificate ad esempio grazie ai tag associati alle immagini georeferenziate e ai toponimi.

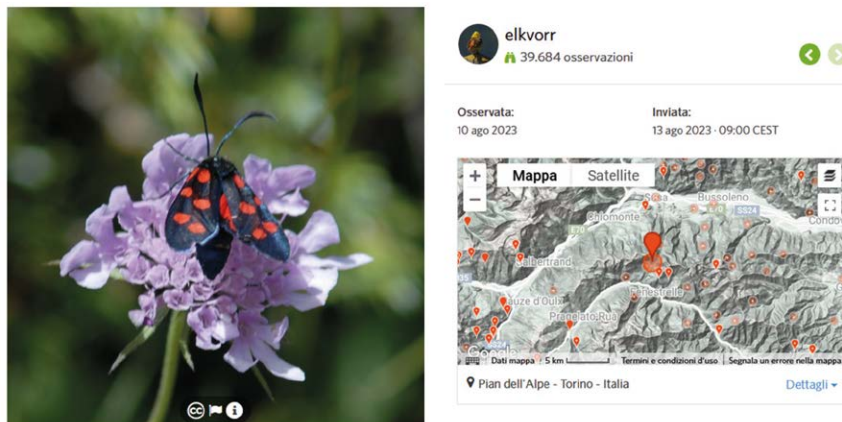


Figura 4.4 – Visualizzazione di rilevazioni sulla piattaforma iNaturalist. Fonte: iNaturalist 2025 (2025-01-03).

lizzazione è ottenuta automaticamente tramite un'applicazione mobile in fase di caricamento di fotografie e commenti (Fig. 4.4).

I dati raccolti nei progetti di CS vengono poi elaborati nella fase di analisi in relazione agli obiettivi del progetto. I loro principali utilizzi riguardano la creazione di classificazioni tassonomiche, di conteggi e/o stime, in un'area definita, della percentuale di copertura di un elemento (ad esempio organismo o specie), di misurazioni ambientali (ad esempio livelli di inquinamento acustico), presenza/assenza di individui o elementi fisici ecc.

In particolare, i dati rilevati dal *citizen scientist* rispondono in molti casi ad una specifica semantica spaziale, che potremmo definire come una semantica della presenza e dell'assenza: mentre la semantica della presenza si basa sulla ricerca e mappatura di un elemento con proprietà specifiche, la semantica dell'assenza si basa sulla ricerca di un elemento mancante in una determinata area. Ad esempio, per quanto concerne la semantica della presenza si osservi il progetto Mosquito Alert⁴ sulla rilevazione e classificazione delle tipologie di zanzare (Fig. 4.5).

Molti progetti di CS si limitano, almeno in una prima fase, alla rappresentazione puntuale dei dati raccolti su basi cartografiche web. La distribuzione delle rilevazioni costituisce il punto di partenza per la successiva analisi delle osservazioni che sono il materiale fondamentale per l'individuazione, ad esempio, di concentrazioni e dispersioni spaziali o di aree di rispetto (buffer), di modelli di circolazione o di movimento che portano verso l'interpretazione del dato raccolto e quindi verso la comprensione di un determinato fenomeno. Ad esempio, la Fig. 4.6 rappresenta la distribuzione spaziale dell'intensità dell'inquinamento acustico (*heatmap*) nel centro storico di Siena, ottenuta elaborando oltre 120.000 rilevazioni eseguite nel

⁴ Cfr. Mosquitoalert Italia s.d.

2016, nell'arco di una settimana, con l'applicazione Noisetube⁵, uno strumento di CS progettato per monitorare e mappare l'inquinamento acustico in decibel (dB) attraverso l'utilizzo del microfono integrato negli smartphone.

Altro esempio è quello sviluppato nel 2016 dagli scienziati del Cornell Lab of Ornithology che mediante l'utilizzo di milioni di osservazioni tratte dal database del progetto eBird⁶, hanno tracciato le rotte migratorie di molte specie di uccelli nel continente americano, combinandole con una serie di caratteristiche geografiche e condizioni atmosferiche su larga scala (Fig. 4.7).

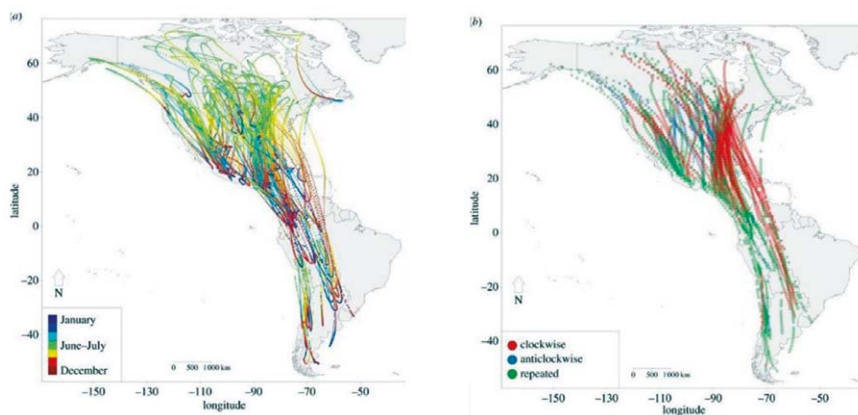


Figura 4.7 – Visualizzazione delle rotte migratorie di uccelli con eBird. Didascalia: (a sinistra) traiettorie migratorie nell'emisfero occidentale con risoluzione temporale giornaliera per 118 specie di uccelli migratori per il periodo combinato 2002-2014; (a destra) classificazione delle traiettorie migratorie per le 118 specie. Fonte: La Sorte et al. 2016 ed eBird 2016.

L'esperimento ha mostrato che, date le numerose rilevazioni effettuate nel tempo, aggiungendo la dimensione temporale i dati della CS permettono di individuare tendenze ed esplorare cause e fattori di un fenomeno.

Con riferimento alla dimensione qualitativa dei dati, che come prima specificato permette di intercettare dimensioni soggettive legate alle percezioni o alle emozioni dei partecipanti, portiamo due esempi sull'utilizzo di queste informazioni. Alcuni progetti di CS hanno monitorato l'inquinamento acustico e gli spazi di quiete (Radicchi 2021), oppure le emozioni percepite in certi luoghi (Capineri et al. 2018). In questi casi il dato raccolto, pur essendo corredato della misura degli attributi rilevati da sensori di vario tipo, include anche una dimensione qualitativa laddove il partecipante associa un attributo alla percezione definendo i luoghi come rumorosi, silenziosi, piacevoli o spiacevoli e così via.

Due casi relativi alla misura delle aree di quiete e delle emozioni in zone urbane esemplificano quanto sopra esposto. Il primo caso si riferisce all'utilizzo dell'applica-

⁵ <https://scistarter.org/noisetube>.

⁶ Cfr. eBird s.d. "eBird Scienza".

zione Hush City (cfr. Hush City s.d.), con la quale i cittadini registrano i luoghi percepiti come di aree di quiete; nel secondo, tramite l'applicazione EmoMap (Research Unit Cartography TU s.d.), sono stati rilevati livelli di comfort in ambiti urbani diversi.

Il progetto Hush City consente di raccogliere non solo dati quantitativi, come i livelli di rumore misurati in decibel tramite dispositivi mobili, ma anche dati percettivi e qualitativi. Questo approccio permette di comprendere meglio come i cittadini interpretano e vivono l'ambiente riguardo alla quiete e al comfort acustico, includendo anche osservazioni sulle caratteristiche dell'area, come la presenza di vegetazione, infrastrutture, o attività umane che influenzano la loro esperienza della quiete (Fig. 4.8).

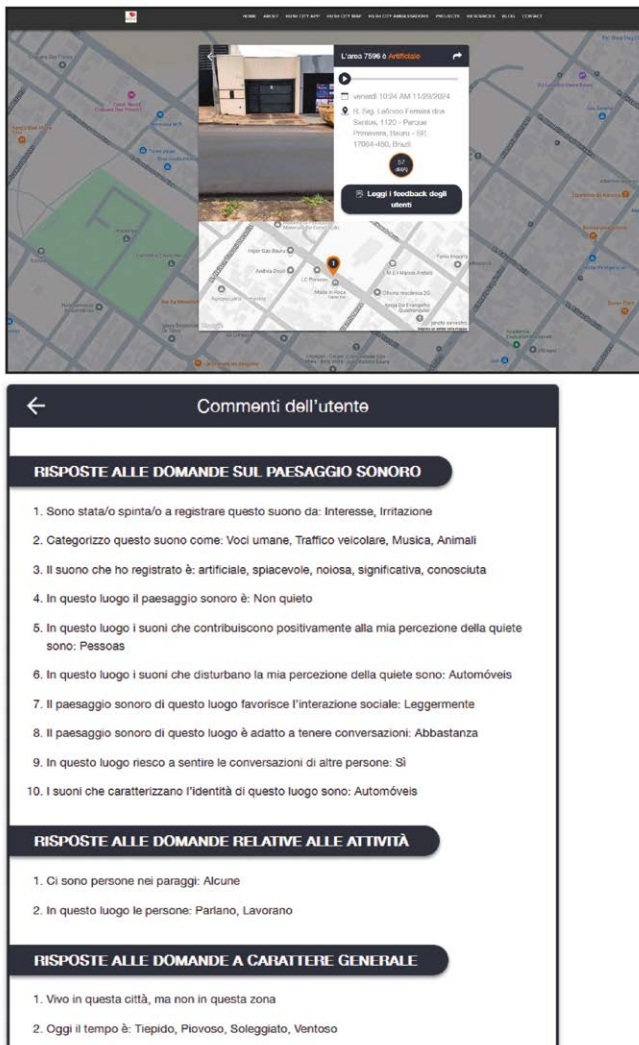


Figura 4.8 – Rilevazione da Hush City Map. Fonte: Hush City (2024-11-24).

Nel caso del progetto EmoMap, nell'applicazione omonima sviluppata dell'Università di Tecnologia di Vienna (Klettner et al. 2013), le misure delle sensazioni percepite, riguardano il monitoraggio delle risposte emotive dei partecipanti tramite smartphone dotati di GPS. Nel progetto EmoMap ai partecipanti viene chiesto di selezionare da un elenco di aggettivi emotivi legati all'ambiente, introdotto da Russell e Pratt (1980), quelli che meglio descrivono la qualità emotiva del luogo⁷. Ogni risposta viene poi annotata sulla mappa con la posizione GPS rilevata dallo smartphone dell'utente. La sperimentazione effettuata a Vienna ha in primo luogo individuato tre contesti urbani distinti in base al livello di traffico e di vegetazione: area urbana verde, area urbana con traffico leggero (corsie pedonali e strade a una corsia) e area urbana con traffico intenso (strade a due o tre corsie). Sono stati quindi raccolte 3.500 rilevazioni da 200 cittadini partecipanti nell'arco di un anno (2016). I dati ottenuti hanno permesso di confrontare le risposte emotive nei tre contesti urbani di riferimento. In base al livello di comfort riferito dai partecipanti, i risultati suggeriscono che le valutazioni differiscono significativamente tra i tre contesti esaminati. Come evidenzia la Fig. 4.9 (osservando da sinistra verso destra), le aree verdi urbane mostrano le valutazioni più positive, seguite dalle aree a traffico urbano leggero. Le aree urbane con traffico intenso, invece, mostrano valutazioni fortemente negative.



Figura 4.9 – Livelli di comfort in tre aree urbane a Vienna. Fonte: Capineri et al. 2018, 279.

Analogo esperimento è stato sviluppato dall'Università di Siena, tramite il coinvolgimento di circa 60 studenti che hanno rilevato le loro percezioni di comfort in diverse zone della città nell'arco di 6 mesi nel 2016. A titolo di esempio, si osservi la Fig. 4.10 che illustra le risposte emotive nell'intero contesto urbano senese. Complessivamente, le risposte emotive sono per lo più positive: il valore medio del livello di comfort è di 5,19 su una scala che va da 1 (molto spiacevole) a 7 (molto piacevole). La maggior parte dei partecipanti hanno percepito il sito come piacevole, bello, attivo, tranquillo e confortevole.

⁷ L'elenco contiene i seguenti 21 aggettivi emotivi: eccitante, attivo, maestoso, festoso, piacevole, bello, confortevole, pacifico, sonnolento, desolato, noioso, insignificante, deprimente, non stimolante, disgustoso, brutto, frustrante, duro, spaventoso, frenetico, forte (Russell e Pratt 1980).

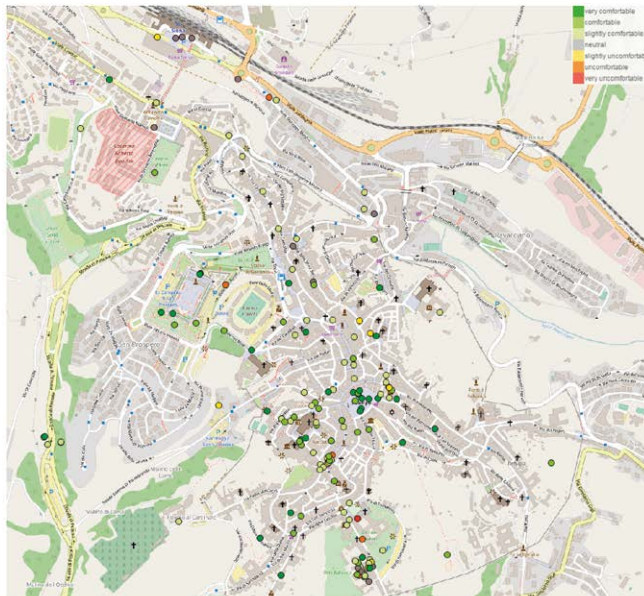


Figura 4.10 – Livelli di comfort nella città di Siena. Fonte: Capineri et al. 2018, 282.

4.5 Le scale applicative della *Citizen Science*

I progetti di CS operano a scale diverse in relazione agli obiettivi della ricerca e alla tipologia di dati da raccogliere. Le attività possono variare dalla scala locale (quartiere, città, area protetta, bacino fluviale ecc.) quando l'oggetto di analisi è riferito a questioni localizzate o di interesse specifico della comunità coinvolta, ad una scala sovralocale utile per monitorare gli andamenti di determinati fenomeni in aree più vaste e per periodi più lunghi. Alcuni progetti adottano la scala globale in quanto intendono affrontare questioni che trascendono i confini di singoli paesi come il cambiamento climatico, le migrazioni di specie animali e così via.

La scala locale spesso intercetta gli interessi di movimenti e gruppi di attivismo locale che si formano per affrontare problematiche collettive (ad esempio inquinamento da attività industriali, inquinamento rumoroso, ecc.). Talvolta hanno scala locale progetti che nascono per esigenze scientifiche promosse da una istituzione accademica, come le università. La scala locale coinvolge lo spazio vissuto, ben conosciuto dai *citizen scientist*, e costituisce la lente più adeguata per sviluppare osservazioni di breve periodo e per attività che possono essere integrate con altre routine (ad esempio lavoro, svago, trasporto). In particolare, la scala urbana si dimostra particolarmente adatta per le applicazioni di CS per quanto concerne sia i campi di applicazione (inquinamento, qualità delle infrastrutture ecc.) sia la prossimità geografica tra i partecipanti che, sfruttando la propria conoscenza del contesto locale, agiscono nei luoghi a loro più familiari (strade, piazze, cortili delle loro case), teatro delle routine quotidiane (Fritz et al. 2019, Fraisl et al. 2020).

Alla scala sovralocale operano per lo più organizzazioni consolidate in quanto le questioni affrontate sono più complesse e richiedono un supporto organizzativo e finanziario più consistente rispetto ad iniziative locali tipicamente di carattere *bottom-up* (Haklay 2015, 27). A questa scala, raggiungere un'ampia copertura delle osservazioni raccolte è tanto fondamentale quanto sfidante. Per far ciò, le organizzazioni si adoperano diffusamente per reclutare e coinvolgere volontari in modo da raggiungere una copertura sufficiente agli scopi della ricerca. In questo contesto le istituzioni che operano a livello nazionale (ad esempio ministeri, agenzie nazionali e internazionali) promuovono iniziative e monitoraggi (ad esempio della biodiversità).

La scala globale richiede strutture di organizzazione ancora più impegnative: si tratta spesso di affrontare fenomeni che trascendono i confini nazionali (ad esempio l'identificazione di pattern migratori degli uccelli, il monitoraggio della biodiversità) (Cooper, Shirk, e Zuckenberg 2014). A questo livello rivestono un ruolo fondamentale le organizzazioni nazionali di CS che agiscono come raccordo di attività tra diversi livelli di governance. Basti pensare al ruolo della European Citizen Science Association (ECSA) fondata nel 2014 che costituisce la rete principale delle istituzioni europee impegnate sui temi della CS, oltre ad aver lanciato la più aggiornata piattaforma europea che raccoglie progetti e materiali⁸. A questa scala si esplica prevalentemente una partecipazione di tipo contributivo (*participatory sensing* o *passive sensing*) ossia i *citizen* producono e collezionano informazioni in modo strutturato affinché la qualità e la consistenza dei dati siano assicurate. Per questo motivo si utilizzano le applicazioni mobili o web delle principali piattaforme dedicate al monitoraggio di specie animali e vegetali.

La scelta della scala geografica nei progetti di CS dipende dagli obiettivi della ricerca, dalle risorse disponibili e dal livello di coinvolgimento e partecipazione desiderato dal pubblico. È importante osservare che spesso i progetti

⁸ Cfr. eu Citizen Science. s.d.

di CS sono in realtà transcalari. Ad esempio, un progetto che sviluppa attività a scala locale in varie città, produce dati che confluiscono poi in un database regionale o nazionale, contribuendo ad un'ampia e capillare copertura spaziale del fenomeno studiato che non sarebbe stato possibile raggiungere con i metodi di ricerca tradizionali.

La qualità dei dati nella *Citizen Science*

5.1 La qualità dei dati

La CS si confronta spesso con lo scetticismo degli scienziati professionisti e con una certa diffidenza dei decisori politici in quanto può accadere che i progetti siano afflitti da carenze nell'accuratezza dei dati, dalla mancanza di protocolli di campionamento standardizzati, da una rappresentazione spaziale o temporale inadeguata e/o da una dimensione del campione insufficiente (Lewandowski e Specht 2015; Kosmala et al. 2016; Bonney et al. 2014; Figueiredo Do Nascimento et al. 2018). Tra i principali pregiudizi vi è anche l'idea che la CS rappresenti una pratica marginale priva di professionalità, principalmente a causa di presunte debolezze metodologiche. Tuttavia, è importante ricordare che tali limiti possono manifestarsi anche nella scienza professionale¹.

¹ Nel 2016, *Nature* ha pubblicato un articolo intitolato "1.500 scientists lift the lid on reproducibility" (Baker 2016), che affronta il tema della riproducibilità nella ricerca scientifica. L'articolo riporta i risultati di un sondaggio condotto su 1576 ricercatori, rivelando che oltre il 70% di essi ha tentato e non è riuscito a riprodurre gli esperimenti di un altro scienziato, e più della metà non è riuscita a riprodurre i propri esperimenti. Questi dati evidenziano preoccupazioni significative riguardo alla qualità dei dati e alla riproducibilità nella ricerca scientifica.

La mancanza di fiducia può inibire le collaborazioni tra scienziati e pubblico e costituire un ostacolo al raggiungimento degli obiettivi fondanti dei progetti di CS. Garantire, dunque, la qualità dei dati è importante perché una generale mancanza di fiducia ne diminuirà l'uso a fini scientifici o politici (Conrad e Hilchey 2011; Dickinson, Zuckerberg e Bonter 2010).

Nonostante le critiche, la CS ha offerto contributi significativi in ambiti quali la biologia e le altre scienze naturali, dimostrando di essere complementare ai metodi tradizionali di raccolta dati. Di conseguenza, questo approccio non dovrebbe essere ignorato dalla comunità scientifica, ma piuttosto integrato attraverso un ampliamento dei paradigmi scientifici tradizionali per permettere, quando opportuno, che i dati prodotti dalla CS integrino quelli di altre fonti. È indubbio che la CS, grazie ai progressi tecnologici e al coinvolgimento della società civile, ha trasformato l'accesso a dati multidimensionali per la risoluzione di problemi concreti; inoltre, il suo ruolo trasformativo emerge chiaramente nella sua capacità di contribuire al monitoraggio e al raggiungimento degli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (SDG) (Fritz et al. 2019; Fraisl, See, Campbell et al. 2023; Sanna et al. 2024) (cfr. par. 6.3).

In questo contesto, la qualità dei dati prodotti è fondamentale per rafforzare la fiducia non solo nella scienza ma anche nelle iniziative di CS come leve per promuovere la coesione sociale, necessaria alla collaborazione e ai processi di negoziazione come pure alla risoluzione di conflitti. La qualità dei dati è dunque un elemento cruciale in funzione del loro potenziale impatto su azioni, iniziative e politiche pubbliche che ne prevedano l'utilizzo.

Il tema è comunque complesso e oggetto di dibattito, poiché non esiste un approccio universale che possa soddisfare le diverse aspettative sia degli attori coinvolti che degli obiettivi dei progetti. Ricercatori, istituzioni, responsabili delle politiche e cittadini hanno esigenze diverse: i primi possono puntare a un'elevata accuratezza scientifica con protocolli rigorosi per individuare i dati inaffidabili, i secondi potrebbero privilegiare l'assenza di distorsioni, mentre i cittadini potrebbero richiedere informazioni comprensibili e rilevanti per risolvere i loro problemi quotidiani.

Diversi fattori contribuiscono dunque a rendere complessa la definizione della qualità dei dati nella CS. In primo luogo, la crescente diffusione e popolarità di questo approccio ha generato molteplici tipologie di progetti che usano metodologie differenti. In secondo luogo, la maggior parte dei progetti di CS adotta un approccio contributivo che, già nella fase iniziale del progetto, richiede di predisporre un robusto piano o un protocollo metodologico per la raccolta dei dati (Freitag et al. 2016). Inoltre, occorre tener presente che i progetti possono produrre dati di diversa natura (quantitativi, qualitativi o misti), richiedendo di implementare adeguati sistemi di validazione. Infine, i progetti di CS sono spesso caratterizzati da una pluralità di obiettivi, che sollevano questioni di legittimità e di soddisfacimento delle esigenze di molteplici stakeholder che non sempre risultano complementari. Questa pluralità di interessi rende cruciale l'elaborazione di criteri condivisi per garantire la qualità dei dati raccolti.

5.2 Criteri di qualità

I metodi della CS presentano grandi vantaggi, vista la loro potenziale capacità di fornire grandi quantità di dati su ampie regioni geografiche e per lunghi periodi di tempo, spesso ottenuti a costi relativamente bassi (Dickinson, Zuckerberg, e Bonter 2010). Molti progetti acquisiscono consistenti quantità di osservazioni (spesso oltre centinaia di rilevazioni al giorno), pertanto, è oltremodo necessario garantire dati di qualità che possano incontrare la fiducia degli stakeholder e delle istituzioni. Contrariamente, dati di bassa qualità portano ad inefficienze e a decisioni sbagliate con conseguenti gravi impatti sia a livello politico che scientifico e sociale.

Sebbene la qualità dei dati possa sembrare un concetto intuitivo – ad esempio legato all’idea di ‘correttezza’ – è impossibile proporre una definizione univoca e universalmente significativa in quanto la qualità dipende dal contesto in cui i dati vengono prodotti, dall’obiettivo per cui vengono raccolti e soprattutto dall’utilizzo che se ne vuole fare.

Da un punto di vista epistemologico, la questione risiede su quanto accuratamente i dati rappresentino i costrutti del mondo reale a cui si riferiscono. In linea generale, l’accuratezza di un dato può essere intesa come la sua conformità alla realtà, cioè la vicinanza di una misura al valore vero o atteso, e la precisione, relativa alla ripetibilità o riproducibilità di una misura. In altre parole, una misura è precisa (o imprecisa) se possiamo ottenere lo stesso valore (o valori diversi) eseguendo misure distinte in presenza delle stesse condizioni contestuali.

Nella fase della raccolta dei dati, la precisione e l’accuratezza sono gli aspetti più importanti; nell’elaborazione dei dati, è fondamentale che i set di dati siano coerenti nel tempo mentre per l’analisi dei dati, i set di dati devono avere un’adeguata rappresentazione e distribuzione dell’oggetto dell’osservazione o dell’area di riferimento (Fig. 5.1).

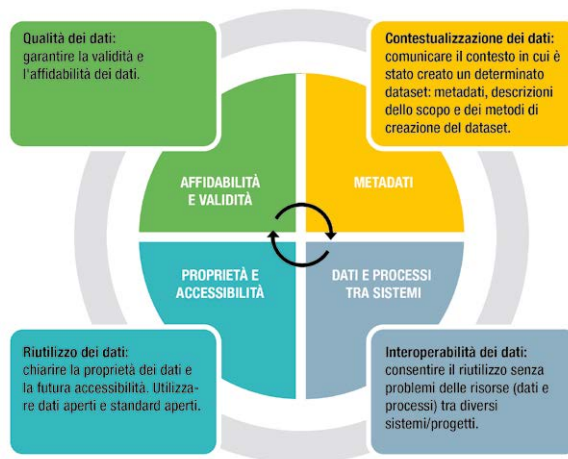


Figura 5.1 – Dimensioni della qualità dei dati da CS. Fonte: Tradotta da Balázs et al. 2021, 143.

In generale, riferendosi alla qualità di dati scientifici, occorre partire da due prospettive: interna ed esterna. La prospettiva interna (o qualità intrinseca), propria del dato in sé, si riferisce ad alcune proprietà del dato quali l'accuratezza, l'affidabilità e la coerenza che vengono assicurate durante la progettazione e la produzione dei dati; la prospettiva esterna si riferisce invece all'adeguatezza dei dati per rispondere ai diversi utilizzi che i consumatori finali ne faranno.

Le due prospettive sono fondanti proprio per la definizione stessa della CS che, come abbiamo visto nei capitoli precedenti, ha come obiettivo principale la produzione di conoscenza, alla quale si giunge tramite la raccolta e l'elaborazione di dati e informazioni utili nel più ampio panorama della elaborazione di politiche e della promozione di una scienza aperta e condivisa.

5.2.1 Qualità dei dati e proprietà intrinseche

I dati raccolti durante le campagne di CS sono generalmente geografici (cfr. par. 4.2), la loro qualità può essere definita utilizzando le caratteristiche introdotte dalla norma ISO19157:2013 e successivi aggiornamenti². Queste si riferiscono a: accuratezza tematica, accuratezza posizionale, accuratezza temporale, coerenza logica e completezza. Le proprietà dei dati relative a questi attributi, definite come qualità intrinseca (Bordogna et al. 2014), sono determinate principalmente nella fase di progettazione della raccolta dei dati e, in particolare, dalle regole e dalle linee guida specifiche di ciascun progetto. La validità del dato o contenuto informativo dipende dunque dalla combinazione delle proprietà di seguito enumerate.

- 1) L'accuratezza tematica: si riferisce alla correttezza della classificazione degli oggetti o dei loro attributi non quantitativi (Kresse e Fadaie 2004). Un aspetto importante per garantire l'accuratezza tematica dei dati osservati risiede nella formazione scientifica dei partecipanti che può avere effetti sull'affidabilità o sulla credibilità dell'identificazione, ad esempio, di specie animali e vegetali (Conrad e Hilchey 2011).
- 2) L'accuratezza posizionale dei dati: ad esempio relativa alla distribuzione di una specie, dipende principalmente dal tipo di informazioni relative alla posizione come il punto esatto, l'assegnazione a un'area (arbitraria) o a un ambito specifico di riferimento (ad esempio quadranti, transetti ecc.). I dati di molti progetti di CS sono eterogenei da questo punto di vista. Infatti, l'accuratezza posizionale dei dati puntuali dipende (tra gli altri fattori) dal modo in cui vengono determinate le coordinate di un'osservazione, ad esempio utilizzando un dispositivo GPS sul luogo della rilevazione, oppure posizionando manualmente il punto dell'osservazione su una mappa o su una fotografia aerea (in un visualizzatore di mappe) oppure ricavando la posizione da una descrizione dell'esemplare.

² La norma stabilisce i principi per descrivere la qualità dei dati geografici.

- 3) L'accuratezza temporale dei dati: dipende dalla precisione con cui può essere determinato il momento della raccolta dei dati. Il giorno dell'osservazione è un'informazione obbligatoria nella maggior parte dei casi; talvolta è possibile specificare anche l'orario tramite la registrazione automatica segnalata dal dispositivo mobile. La tempestività o la puntualità, cioè la correttezza dei dati in relazione allo stato dell'ambiente che cambia nel tempo, è un altro aspetto importante dell'accuratezza temporale.
- 4) La coerenza logica: comprende aspetti quali la coerenza della struttura dei dati o la conformità a determinate regole (Kresse e Fadaie 2004). Questa è solitamente garantita da un'adeguata progettazione degli strumenti di *reporting* e dei set di dati (database) che li organizzano.
- 5) La completezza dei dati: indica, in linea generale, che il dato sia corredato di tutte le proprietà richieste dal progetto; al contrario, una mancanza di completezza dei dati indica che alcune informazioni non sono mai state raccolte. Questo è il caso di dati collezionati in modo casuale senza utilizzare schemi di monitoraggio strutturati o regole rigide (Chapman 2005). I fattori che influiscono sulla completezza sono molteplici, come la preferenza del contribuente di osservare determinate specie o gruppi di specie, la variabilità dell'osservazione causata dalle diverse condizioni meteorologiche o le differenze nella densità spaziale delle osservazioni associate a diverse densità di popolazione. Un modo per garantire la completezza dei dati è il rilevamento delle anomalie, o analisi degli *outlier*, cioè di osservazioni che si discostano significativamente dalle altre in un set di dati.

5.2.2 Qualità dei dati e idoneità all'uso

La qualità esterna dei dati in termini di 'utilità' (o *fitness for use*) può essere valutata in funzione dell'utilizzo previsto (Devillers et al. 2007). Se la qualità dei dati è sufficientemente buona per un uso specifico dipende dal fatto che le proprietà dei dati consentono di rispondere alla domanda (o alle domande) che ci si è prefissati (Devictor, Whittaker, e Beltrame 2010).

Ad esempio, l'accuratezza posizionale di osservazioni relative alla presenza di piante o animali non è idonea per ricavarne la presenza stagionale in ampie regioni, mentre è fondamentale per analizzarne modelli di distribuzione spaziale ad una grana fine (ossia in aree circoscritte).

In linea generale, l'idoneità di un insieme di dati (formalmente corretti) per un particolare obiettivo dipende dal fatto che le caratteristiche dei dati siano sufficienti per essere analizzati ai fini progettuali. Tali usi possono essere molto diversi e spesso possono non essere completamente previsti prima della raccolta dei dati (Dickinson, Zuckerberg, e Bonter 2010), per cui l'idoneità è suscettibile di modifiche, o successive integrazioni informative.

5.3 Validazione e verifica dei dati

Come introdotto in precedenza (cfr. par. 3.1.5), conclusasi la fase di raccolta dati, il primo passo da effettuare è quello della validazione e della cosiddet-

ta ‘pulizia dati’ che ha come obiettivo identificare, correggere ed eliminare gli errori formali o casuali (valori mancanti, errori di battitura, utilizzo di formati difformi ecc.). La pulizia dei dati permette altresì di individuare i *bias* sistematici (dovuti a rilevamenti imperfetti o da errori di stima che possono condurre a sovra o sottostime regolari) e i *bias* di campionamento (derivanti da osservazioni non casuali effettuate, ad esempio, in luoghi preferiti dagli osservatori oppure determinate dai cambiamenti stagionali nell’impegno) (Chapman 2005).

5.3.1 I momenti della validazione

Le verifiche dei dati e la validazione nei progetti di CS possono essere effettuate in diverse fasi del processo di raccolta o generazione dei dati, utilizzando approcci specifici per ogni fase.

Molti progetti di CS nel campo della biodiversità raccolgono osservazioni di piante, animali e funghi in modo opportunistico, producendo i cosiddetti dati casuali senza imporre regole o protocolli rigidi ai partecipanti. I volontari che contribuiscono a tali progetti sono liberi di raccogliere e inviare osservazioni di un gran numero di specie diverse in qualsiasi momento e da qualsiasi luogo (come, ad esempio, mediante iNaturalist). Questo approccio ha il potenziale di produrre grandi quantità di dati, poiché l’impegno richiesto ai volontari è relativamente basso: ciò incoraggia la partecipazione di un elevato numero di persone. Tuttavia, questo tipo di dati comporta una maggiore necessità di controlli ex post e di sviluppare adeguati parametri di qualità dei dati.

Anche durante la fase di ideazione del progetto, si possono ridurre gli errori definendo criteri accettabili, come la precisione spaziale o il livello di identificazione richiesto (ad esempio la localizzazione entro 100 metri o l’identificazione di una pianta a livello di genere). In questo caso, per la validazione dei dati, si utilizza l’approccio basato sulla verifica da parte di esperti e si adotta una strategia di controllo a monte (*assuring*) che comprende un insieme di azioni che assicurano la qualità dei dati.

Durante la raccolta attiva dei dati, la validazione può avvenire attraverso la segnalazione di contributi anomali o errati, la fornitura di guide e sistemi di supporto per i partecipanti, l’utilizzo di strumenti automatici per suggerire descrittori (*label, geotag*), i feedback sui contributi e la correzione collaborativa tra pari. In questo caso possono essere applicate sia la validazione tra pari che la valutazione automatica e basata su modelli.

Infine, prima della pubblicazione dei dati si possono individuare problemi di qualità residui attraverso l’identificazione automatica di anomalie, la verifica da parte di esperti su richiesta, il calcolo delle stime di affidabilità dei contributori basate sulla tendenza contributiva. Anche in questo caso possono essere utilizzati: la verifica da parte di esperti, la validazione tra pari o la valutazione automatica e basata su modelli.

Anche dopo la pubblicazione, è possibile migliorare i dati tramite modifiche continue da parte di esperti e collaboratori, correzioni iterative, come l’identificazione di *bias* sistematici tramite il *data mining* o l’aggiornamento dei materiali

di formazione e degli strumenti di rilevazione, la verifica da parte di esperti e la validazione tra pari. In questo caso si adotta una strategia a valle (*controlling*), che comprende un insieme di azioni che controllano la qualità della CS oltre ad imparare dagli errori precedenti. Queste pratiche garantiscono un controllo continuo della qualità, adattandosi alle necessità specifiche di ogni fase del progetto.

5.3.2 I metodi della validazione

La qualità dei dati viene garantita attraverso l'uso di metodologie di validazione e di verifica. Per esempio, per i dati della CS si può optare per uno dei seguenti metodi (Goodchild e Li 2012): 1) verifica tra pari; 2) verifica da parte di esperti; 3) verifica di contesto; 4) valutazione automatica della qualità; 5) valutazione della qualità basata su modelli matematici e statistici.

- 1) La verifica tra pari si basa sul presupposto che un errore non possa persistere se molti utenti lavorano sugli stessi dati. L'idea di fondo è che la qualità dei dati può essere migliorata attraverso la partecipazione collettiva di un ampio numero di utenti in modalità *crowdsourcing*. Questo approccio sfrutta il principio della 'sagezza della folla' (*wisdom of the crowd*), secondo cui una grande quantità di contributi indipendenti può portare a risultati complessivamente accurati, anche in presenza di errori individuali. L'approccio si affida dunque alla partecipazione di molti individui, ciascuno dei quali fornisce un frammento di informazione e, anche nel caso in cui si verifichi una ridondanza di dati sulla stessa area o sullo stesso fenomeno, la probabilità di ottenere informazioni accurate aumenta. Taluni lo considerano il metodo migliore per identificare gli errori nei dati sui monitoraggi di biodiversità (Hardisty et al. 2013) anche se talvolta il metodo può fallire. Lo dimostra il caso della denominazione errata di un campo da golf in California che è rimasto per anni in Wikimapia, un progetto di mappe online che raccoglie informazioni sulle località osservate dagli utenti (Goodchild e Li 2012). Il metodo può dunque presentare delle criticità. Ad esempio, la letteratura sul tema evidenzia che certi oggetti, definiti 'oscuri' (ad esempio, oggetti rilevabili solo per brevi periodi di tempo) possono essere più suscettibili di altri a tali errori; similmente nel caso delle rilevazioni sulla biodiversità animale, le osservazioni delle specie più mobili possono portare a interpretazioni sbagliate. Infine, i dati raccolti in aree con un'alta densità di utenti tecnologicamente abili possono essere più accurati, mentre quelli relativi ad aree rurali o svantaggiate possono essere sottorappresentati ed eludere il controllo della *crowd*;
- 2) la validazione da parte di esperti (o approccio sociale), come descritto da Goodchild e Li (2012), rappresenta un metodo alternativo o complementare al *crowdsourcing* per garantire la qualità delle informazioni geografiche volontarie (VGI). Questo approccio prevede che la qualità dei dati sia garantita dalla reputazione dei contributori all'interno della comunità. La verifica degli esperti è diversa dalla verifica tra pari. In questo caso, specifici collaboratori vengono identificati come esperti all'interno di un progetto

di CS con il compito di verificare i dati generati o raccolti dagli altri partecipanti. Gli utenti più esperti, attivi e affidabili sono riconosciuti come fonti di dati di alta qualità e la validazione è influenzata dalla fiducia sociale: i potenziali utilizzatori dei dati tendono a fidarsi di informazioni prodotte da individui o gruppi con una reputazione consolidata. L'approccio sociale è simile a quello adottato da Wikipedia, dove la qualità delle informazioni è garantita da un equilibrio tra contributori, revisori esperti e discussioni aperte ed è ampiamente utilizzato anche nei progetti di CS nel campo della biodiversità (Wiggins et al. 2011). Tuttavia, affidarsi eccessivamente alla reputazione potrebbe penalizzare nuovi utenti o favorire la concentrazione del potere decisionale in pochi individui, come pure divergenze di opinioni sulla validità dei dati possono portare a conflitti, rallentando il processo di validazione. Pertanto, il metodo funziona al meglio in comunità attive e ben organizzate mentre in contesti con pochi contributori l'approccio sociale potrebbe risultare inefficace;

- 3) la verifica di contesto (o approccio geografico) si concentra sull'analisi e sull'utilizzo di proprietà intrinseche e contestuali delle informazioni per valutarne l'affidabilità e la qualità: «la ricchezza del contesto geografico [...] rende relativamente difficile falsificare la VGI, sia accidentalmente che deliberatamente» (Elwood, Goodchild, e Sui 2011, 580). La verifica dei dati avviene in questo caso considerando il contesto spaziale in cui i dati vengono raccolti. Il metodo si basa sull'analisi della precisione e della coerenza delle coordinate geografiche fornite dagli utenti; in altri casi la coerenza dei dati viene verificata confrontandoli con dati vicini o con modelli spaziali noti. Ad esempio, se un dato suggerisce la presenza di una foresta in un'area che è nota come deserto, questo potrebbe indicare un errore. La validazione si ottiene confrontando i dati raccolti con dataset geografici ufficiali o istituzionali per verificare corrispondenze e discrepanze. Deviazioni significative rispetto ai modelli attesi potrebbero indicare dati errati o anomalie da approfondire. Questo approccio richiede grandi quantità di dati con una densità spaziale relativamente alta (Conrad e Hilchey 2011), non sempre disponibili nei set di dati della CS. L'uso del contesto geografico con dati relativi alla distribuzione di organismi mostra alcune somiglianze metodologiche con la modellizzazione delle nicchie o degli habitat, che utilizza le presenze o assenze note di una specie o di comunità di specie per trovare correlazioni tra queste presenze e una serie di fattori ambientali, con l'obiettivo di prevedere le presenze (oppure di trovare habitat adatti) in regioni senza dati di presenza disponibili (Engler, Guisan, e Rechsteiner 2004). Alcuni progetti utilizzano valutazioni di contesto relative alla plausibilità delle osservazioni. Ad esempio, il progetto eBird, considerato uno dei più autorevoli progetti per le osservazioni di uccelli, verifica la plausibilità del numero di individui delle specie specificate dall'osservatore, tenendo conto del luogo e della stagione (Sullivan et al. 2009). Se i numeri sono considerati poco plausibili, l'osservatore riceve subito un feedback; se quest'ultimo insiste, l'osservazione viene trasmessa a un esperto regionale per la convalida. Que-

sto vale anche per le osservazioni che contengono specie non elencate nella lista di specie fornita all'osservatore per la località e la stagione (in questo caso gli osservatori possono aggiungere manualmente le specie alla lista). Occorre ricordare che eBird utilizza anche la grande quantità di dati accumulati nel progetto per determinare i parametri dei propri meccanismi di controllo, migliorando i risultati del filtraggio delle osservazioni anomale (Sullivan et al. 2014);

- 4) la valutazione automatica della qualità prevede l'uso di sistemi basati su software per effettuare automaticamente una valutazione della qualità dei dati generati o raccolti da un progetto di CS. Esiste un'ampia gamma di approcci, come gli algoritmi di *data mining*, che filtrano e cercano i dati problematici, l'analisi statistica e i sistemi di qualificazione (Bird et al. 2014). Con l'avvento dell'intelligenza artificiale (IA) si aprono nuove prospettive per l'analisi dei dati. L'introduzione dell'IA nella CS permetterà di accelerare l'elaborazione dei dati soprattutto su dataset di grandi dimensioni, di migliorare l'analisi delle immagini per creare classificazioni delle osservazioni raccolte e della qualità (Ponti e Seredko 2022; Fortson et al. 2024). Ad oggi, l'applicazione dell'IA nell'ambito della CS è ancora in fase sperimentale ed ha delle criticità relative a questioni etiche (ad esempio la proprietà dei dati);
- 5) la valutazione della qualità basata su modelli matematici e statistici serve per affrontare la variazione casuale. Ad esempio, il *data mining* non supervisionato è una tecnica per analizzare grandi quantità di dati senza etichette predefinite, con l'obiettivo di formare dei *cluster* (raggruppare dati simili), di ridurre la dimensionalità (semplificare i dati mantenendo le informazioni essenziali) e di rilevare gli *outlier* (anomalie nei dati). Il rilevamento 'ingenuo' degli *outlier* è un approccio semplice e diretto che utilizza criteri statistici elementari, come l'identificazione di valori fuori soglia (ad esempio, oltre 3 deviazioni standard dalla media), distanze semplici (valori isolati rispetto ad altri punti) o distribuzioni univariate (valori estremi di una variabile). Questo metodo, chiamato 'ingenuo' per la sua semplicità, è utile per ottenere analisi preliminari, anche se risulta limitato con dati complessi o multidimensionali rispetto a tecniche più avanzate, come quelle basate sul *machine learning*. Questo approccio può essere più efficace per stabilire la rilevanza statistica dei falsi positivi e dei falsi negativi e dei valori estremi o inaspettati in una serie di dati. Tra gli esempi vi sono le procedure di *de-biasing*, ossia strategie per ridurre le distorsioni nei dati raccolti dai volontari. I *bias* possono derivare da campionamenti non rappresentativi, strumenti non standardizzati, soggettività dei partecipanti o disparità geografiche e sociali. Per affrontarli, si adottano misure come la standardizzazione degli strumenti, la validazione dei dati attraverso confronti con misurazioni professionali, l'uso di algoritmi per rilevare e correggere anomalie, e la formazione dei partecipanti per migliorare la qualità dei dati. Ad esempio, in progetti come Hush City, il *de-biasing* aiuta a garantire che le misurazioni della quiete acustica siano consistenti e rappresentative, nonostante le differenze nelle percezioni dei partecipan-

ti o negli strumenti utilizzati. Inoltre, strategie come il campionamento diversificato e l'analisi contestuale dei dati aiutano a bilanciare eventuali lacune e a comprendere le cause delle distorsioni.

5.3.3 Metadati e interoperabilità

Altri due elementi da tenere in considerazione nei controlli per la verifica dei dati riguardano la qualità e completezza dei metadati e l'interoperabilità (Fig. 5.1). I metadati sono informazioni che descrivono e documentano i dati, rendendoli più comprensibili e utilizzabili, mentre l'interoperabilità implica che i dati possano essere combinati e condivisi senza problemi, aumentandone il loro valore scientifico e pratico.

I metadati garantiscono che i dati siano contestualizzati, affidabili e interpretabili. Nel contesto dei progetti di CS e della condivisione di dati geografici, i metadati seguono standard come quello previsto dalla direttiva del 2007 INSPIRE dell'Unione Europea³, che richiede ai paesi membri di implementare regole specifiche per i metadati. Un esempio è Geocommons⁴, un sito per la creazione e condivisione di mappe, che consente di associare ai dati dei metadati conformi allo standard ISO19115 (e successive modificazioni e integrazioni) specifico per le informazioni geografiche⁵.

L'importanza dei metadati risiede nella loro capacità di documentare i dati, facilitandone l'accesso e l'uso da parte di utenti e sistemi. Alcuni siti offrono una documentazione completa, in particolare quelli con protocolli rigorosi di raccolta dati o che consentono l'accesso tramite API (*Application Programming Interface*). I siti che favoriscono la condivisione di dati a livello avanzato richiedono metadati dettagliati per garantire trasparenza e affidabilità. In sintesi, i metadati sono essenziali per standardizzare, comprendere e condividere dati in modo efficace, supportando la qualità e la riproducibilità delle informazioni raccolte.

Nel contesto della CS, l'interoperabilità dei dati (*data interoperability*) si riferisce alla capacità di sistemi, strumenti e piattaforme differenti di comprendere, utilizzare e integrare dati provenienti da varie fonti in modo coerente e senza perdita di informazioni. Questo implica l'uso di formati standardizzati per i dati (come CSV o GeoJSON), di metadati strutturati secondo standard riconosciuti (ad esempio ISO19115 per dati geografici), di meccanismi di accesso aperto come API o database condivisi e vocabolari comuni che garantiscano una terminologia uniforme.

L'interoperabilità dei dati è cruciale per promuovere la collaborazione tra progetti e stakeholder, per consentire l'aggregazione e l'analisi di grandi quan-

³ La Direttiva 2007/2/CE (e successivi aggiornamenti) istituisce un'infrastruttura per l'informazione territoriale europea. Per maggiori informazioni si veda Commissione Europea 2024.

⁴ Cfr. GeoCommons Archive s.d.

⁵ Gli standard dei dati comprendono vocabolari comuni, formati informativi e protocolli che possono essere utilizzati per scambiare informazioni su progetti di CS e insiemi di dati.

tà di dati provenienti da fonti diverse, per migliorare l'efficienza riducendo la duplicazione degli sforzi e garantire l'affidabilità dei dati attraverso standard condivisi. Questo approccio permette di trasformare le informazioni raccolte dai cittadini in risorse coerenti e utilizzabili per affrontare sfide scientifiche, ambientali e sociali in modo più efficace.

5.4 Protocolli per la raccolta dati

I progetti di CS devono seguire protocolli per la raccolta dei dati la cui progettazione è fondamentale per garantirne una corretta produzione e assicurare che le informazioni siano attendibili e di elevata qualità.

Per protocollo di raccolta dati si intende un insieme strutturato di linee guida e procedure operative per standardizzare e garantire la qualità, l'affidabilità e la coerenza dei dati raccolti dai partecipanti. Il protocollo definisce: 1) i metodi specifici e gli strumenti da utilizzare per la raccolta dei dati, inclusi moduli, tecnologie o software; 2) le attività richieste ai volontari; 3) la cronologia e la frequenza o scadenza della raccolta; 4) i meccanismi per controllare e valutare la qualità dei dati; e 5) norme di comportamento nel rispetto dell'etica della ricerca (privacy, gestione dei dati personali, consenso informato dei partecipanti ecc.) (cfr. par. 5.6).

I protocolli garantiscono, in primo luogo, che la raccolta dati sia condotta in modo uniforme, indipendentemente dal luogo o dalle persone coinvolte. In secondo luogo, espongono le tecniche per minimizzare errori e imprecisioni, in modo da garantire qualità e integrità delle informazioni raccolte. Infine, grazie ai protocolli, è possibile confrontare i dati raccolti da vari partecipanti in tempi e luoghi diversi. Ad esempio, per il monitoraggio di una specie vegetale o animale, il protocollo potrebbe includere la lista delle specie più comuni da riconoscere, indicazioni su come identificarne le caratteristiche distintive e per quanto tempo osservarli in ogni area (ad esempio, 10 minuti in una zona di 5 metri quadrati), e i dati da raccogliere (ad esempio, numero di individui per specie).

In altri casi, ad esempio progetti che prevedono il monitoraggio di oggetti, inquinanti e plastiche sulle spiagge, il protocollo potrebbe spiegare come delimitare l'area per l'identificazione e raccolta dei rifiuti (es. una fascia di 100 metri lungo la battigia), la classificazione standard dei rifiuti da raccogliere (microplastiche, bottiglie, reti ecc.) e la procedura per contare o pesare i diversi tipi di plastica rinvenuti (Fig. 5.2). In un progetto dedicato alla raccolta di dati sulla qualità dell'aria, il protocollo spiega ai partecipanti come posizionare i sensori (ad esempio, ad una specifica altezza dal suolo), indica i parametri da misurare (livelli di PM_{2.5} o PM₁₀), le tempistiche dei rilevamenti ecc. Inoltre, i protocolli sono comunemente corredati da supporti come guide illustrate, kit, applicazioni digitali o moduli per registrare i dati, e video tutorial per facilitare la comprensione e l'uso corretto dei metodi di raccolta.

Un protocollo ben progettato è fondamentale per affrontare le sfide di variabilità e incertezza tipiche della CS, garantire dati di qualità elevata e facilitare l'uso efficace delle informazioni raccolte per rispondere agli obiettivi della ricerca. Ad esempio, nel caso di Galaxy Zoo, nel protocollo di osservazione

inizialmente erano elencate solo tre categorie di galassie e non era possibile aggiungerne di nuove (Lukyanenko, Parsons, e Wiersma 2016; Balázs et al. 2021, 142). La cattiva progettazione dei protocolli di raccolta dei dati può anche portare a disuguaglianze spaziali, ossia si vengono a creare situazioni in cui alcune aree geografiche o regioni ricevono proporzionalmente più o meno attenzione da parte dei *citizen scientist*, come nel caso di aree urbane rispetto a quelle rurali.

A

Habitat

Gli insetti impollinatori hanno bisogno di **cibo, habitat dove nidificare e dove trovare rifugio**. Questa parte dell'attività ti consente di registrare la presenza di questi habitat sia nell'area di campionamento, sia nelle sue immediate vicinanze.

👉

Scegli la tua area di campionamento

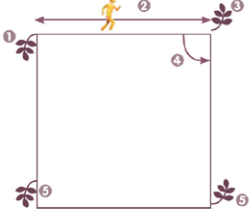
Scegli un'area (10m x 10m) che rappresenti al meglio le caratteristiche del luogo dove ti trovi, in termini di **habitat e piante fiorite**.

Se prevedi di fare delle modifiche agli habitat dello spazio esterno, colloca la tua area di campionamento vicino al punto in cui intendi realizzarle e registra i dati sia prima sia dopo le modifiche. In questo caso la registrazione dei dati dovrà essere effettuata esattamente nello stesso posto.

👉

Misura l'area di campionamento

Misura un quadrato di 10m x 10m. Se lo spazio a tua disposizione è più piccolo, vai alla domanda 11.



- 1 Fissa un punto di riferimento sul terreno (ad esempio un paletto)
- 2 Cammina in linea retta per 10m
- 3 Fissa un punto di riferimento a terra
- 4 Gira di 90 gradi in senso orario
- 5 Ripeti i punti 2-4 finché non ottieni un quadrato.

10. La tua area di campionamento è 10m x 10m (come sopra)? SI NO

11. Se NO, misura la lunghezza e ampiezza della tua area di campionamento.
Se l'area è più piccola di 10mx10m o ha una forma irregolare vedi la Guida di supporto.

Lunghezza (metri): _____ Larghezza (metri): _____

Registrazione dati

Figura 5.2 – Protocollo di raccolta: la definizione dell'area. Fonte: Progetto PolliBright, Manuale d'uso 2016, 6.

In molti casi, i volontari interrompono la loro partecipazione ai progetti perché non riescono ad utilizzare i protocolli per la raccolta dei dati, oppure perché i protocolli sono troppo complicati e riducono il senso del divertimento introducendo regole e compiti apparentemente onerosi e impegnativi in termini di tempo. Alcuni autori hanno riferito che i partecipanti spesso indicano di essere meno interessati agli obiettivi del progetto o di non essere consapevoli dei potenziali usi finali dei dati del progetto e di essere interessati solo alla partecipazione. Si tratta ovviamente di un problema di formazione e comunicazione. È

importante spiegare perché è stato scelto un protocollo specifico, a cosa possono servire i dati del progetto e quale impatto ha la qualità su questi usi finali. In molti casi, la migliore strategia adottabile è quella di semplificare la progettazione dell'interfaccia utente negli strumenti di raccolta dei dati e renderli coinvolgenti e compatibili con la varietà di competenze e motivazioni dei potenziali cittadini scienziati (Danielsen et al. 2014).

5.5 Esempi applicativi del controllo di qualità dei dati

Al fine di completare la panoramica sulla qualità del dato *citizen-generated*, dalla produzione dell'informazione al controllo di qualità, appare opportuno offrire due esempi a confronto basati su casi pratici diffusi in Europa e nel mondo: FreshWater Watch e iNaturalist (cfr. Tab. 5.1).

5.5.1 La validazione dei dati in FreshWater Watch

Il progetto FreshWater Watch (FWW) utilizza un approccio innovativo per il monitoraggio della qualità dell'acqua dolce e degli ecosistemi acquatici adottando metodi che combinano la formazione pratica (*training*), l'utilizzo di un kit di analisi colorimetrica e la validazione dei dati per ridurre al minimo l'errore e migliorare l'affidabilità delle misurazioni.

Per quanto attiene il *training* in FWW, l'evento formativo della durata di un giorno prevede attività sia in presenza che sul campo. Durante le sessioni teoriche, i volontari acquisiscono i concetti chiave sugli ecosistemi e sulle problematiche relative alle acque dolci. Successivamente, vengono guidati nelle attività pratiche, comprendenti:

- l'apprendimento del protocollo di campionamento scelto;
- la familiarizzazione con il kit di analisi fornito da FWW;
- l'esercitazione sul campo lungo un corso d'acqua, sotto la supervisione di un formatore, per garantire un utilizzo corretto degli strumenti e una risposta immediata a dubbi o errori.

Nella sessione pratica il *trainer* mostra come seguire il protocollo di campionamento, partendo dall'analisi della scheda di monitoraggio e dalle osservazioni richieste. Successivamente si passa all'utilizzo dei test kit. I cittadini hanno modo di esercitarsi nell'uso dei kit di analisi durante l'attività sul campo lungo il fiume e sotto la supervisione del formatore, che può fornire feedback e rispondere alle domande. Questa fase ha dimostrato che il livello di formazione dei cittadini influisce direttamente sull'accuratezza dei dati raccolti (Fore et al. 2001).

In fase di raccolta dati, in FWW i volontari utilizzano un kit colorimetrico (cfr. Fig. 3.5) per misurare le concentrazioni e i livelli di parametri fondamentali della qualità dell'acqua, quali:

- Nitrati (NO_3): forma primaria di azoto nei corsi d'acqua (unità mg/L);
- Fosfati (PO_4): forma più comune di fosforo nelle acque naturali (unità mg/L);
- Torbidità: indicatore della trasparenza dell'acqua (unità nefelometriche).

Le analisi avvengono attraverso provette di plastica, dove un volume fisso d'acqua viene miscelato con reagenti, producendo variazioni di colore direttamente proporzionali alla concentrazione (assorbimento massimo a 540 nm). Questo metodo, semplice e a basso costo, permette di classificare i campioni in intervalli di concentrazione, rendendolo accessibile anche ai non esperti (Tha-toe Nwe Win, Bogaard, e van de Giesen 2019; Quinlivan, Chapman, e Sullivan 2020). Sebbene gli strumenti siano meno precisi rispetto ai metodi scientifici di laboratorio, la raccolta di un ampio numero di dati riduce queste differenze. Diversi studi (Thornhill et al. 2017; Zhang et al. 2017), infatti, hanno dimostrato che tali dati sono utili per ottenere una *baseline* delle condizioni delle acque o per individuare punti critici di inquinamento.

Per quanto riguarda l'individuazione dei siti per la raccolta dei dati, questi vengono selezionati in accordo tra scienziati e volontari, anche grazie alle conoscenze locali ed esperienziali di chi frequenta abitualmente il contesto di indagine (pescatori, escursionisti, insegnanti, cittadini ecc.). Alcuni siti vengono selezionati in corrispondenza dei siti di monitoraggio ufficiali (ad esempio stazioni di monitoraggio ARPA) in quanto usare gli stessi punti di raccolta agevola il controllo sulla qualità dei dati e la validazione. Altri siti vengono selezionati direttamente dai cittadini considerando l'accessibilità al sito (ad esempio la presenza di strade che arrivano in prossimità del fiume, ponti ecc.), l'interesse a monitorare un'area specifica (ad esempio parco naturale o cittadino, presenza di potenziali fonti d'inquinamento) o la vicinanza alla propria abitazione.

I dati raccolti vengono inviati tramite l'applicazione mobile di FWW a un database online e sottoposti a controllo qualità da parte dei ricercatori del progetto e dei cittadini. La validazione dei dati prevede un controllo anche da parte dell'esperto locale del progetto prima della pubblicazione ufficiale in piattaforma.

Questo processo include:

- la correzione delle coordinate GPS (ove necessario): talvolta, i dati forniti dai partecipanti risultano imprecisi a causa di dispositivi non calibrati o di un segnale GPS debole. Tuttavia, grazie alle descrizioni dei siti e alle fotografie scattate, i punti di campionamento possono essere riallocati con precisione;
- il confronto con dati ufficiali raccolti da enti e istituti preposti come ad esempio le Agenzie Regionali per Protezione Ambientale (ARPA);
- complessivamente, la validazione in FWW si basa sulla qualità del *training* iniziale, sull'affiancamento sul campo e sulla supervisione dei volontari, elementi che rendono il processo meno dipendente dalla quantità di validatori e più focalizzato sull'esperienza diretta e sul confronto con dati istituzionali (cfr. Fig. 3.7).

5.5.2 La validazione dei dati in iNaturalist

iNaturalist si concentra su osservazioni fotografiche di specie biologiche, che includono informazioni geolocalizzate e dettagli temporali. La validazione e l'identificazione avviene da parte della community online di iNaturalist, secondo un approccio *crowdsourcing*.

L'osservazione inviata da un cittadino scienziato è inizialmente etichettata con una specie identificata dall'utente o suggerita dall'applicazione tramite il riconoscimento automatizzato.

Il dato deve essere validato da almeno tre validatori esperti o utenti qualificati che verificano e confermano l'identificazione della specie affinché il dato diventi una 'ricerca verificata' (*Research Grade*). Se gli esperti non concordano, l'osservazione resta in sospeso fino al raggiungimento di un consenso.

Le criticità affrontate dai partecipanti riguardano la difficoltà nell'identificazione delle specie meno conosciute o prive di buone immagini e/o errori di geolocalizzazione. Queste anomalie vengono normalmente risolte dalla community attraverso il dialogo, indagini e richiesta di chiarimenti. Anche in questo caso l'esperienza degli utenti è fondamentale per risolvere le ambiguità, in particolare per specie endemiche o per habitat difficili da identificare.

Complessivamente, la validazione in iNaturalist si basa su una forte collaborazione tra cittadini e validatori multipli, sfruttando la 'saggezza della folla' per garantire che ogni identificazione sia il più precisa possibile.

Mentre FreshWater Watch punta a garantire la qualità dei dati tramite la formazione e la supervisione diretta sul campo, iNaturalist si affida alla *crowd* per il consenso. Entrambi i sistemi hanno trovato modi efficaci per ridurre l'errore: FWW attraverso l'affidabilità del metodo e la comparazione con dati istituzionali, e iNaturalist tramite l'approccio iterativo e collettivo della validazione a più livelli.

Tabella 5.1 – Confronto tra i due sistemi di validazione.

ASPETTO	FRESHWATER WATCH	INATURALIST
Tipologia di dati	Parametri fisico-chimici e osservazioni ambientali.	Fotografie di specie biologiche.
Metodo di validazione	Controllo manuale di un esperto del progetto e confronto con dati ufficiali.	Conferma da almeno 3 validatori (esperti o utenti esperti).
Strumenti principali	App FWW, test kit colorimetrico, tubo Secchi, GPS.	Fotocamera/smartphone, riconoscimento automatico specie.
Coinvolgimento utenti	Contributo locale (descrizioni, foto, punti di campionamento).	Identificazione collaborativa basata sul <i>crowdsourcing</i> .
Focus della validazione	Accuratezza dei protocolli di misurazione.	Correttezza dell'identificazione della specie.
Sfide principali	Errori di campionamento o dati incompleti.	Disaccordi sull'identificazione, immagini di bassa qualità, geolocalizzazione.
Obiettivo finale	Monitoraggio della qualità dell'acqua.	Mappatura della biodiversità.

Fonte: Elaborazione degli autori.

5.6 Etica della *Citizen Science* e della gestione dei dati

Negli ultimi vent'anni, nel mondo, si è dato vita a migliaia di progetti di CS che hanno coinvolto milioni di partecipanti nella raccolta, organizzazione, trascrizione e analisi di un'enorme mole di informazioni relative alle più disparate tematiche, dai macroinvertebrati agli insetti, dalla qualità dell'acqua alle galassie (Conrad e Hilchey 2011; Follett e Strezov 2015; Sforzi et al. 2018).

La letteratura più recente sul tema osserva come i progetti di CS siano in grado di dotare i partecipanti di accresciute conoscenze sulla scienza e sui processi di produzione del sapere ('alfabetizzazione scientifica'), aumentando la consapevolezza pubblica circa la varietà della ricerca scientifica e, di conseguenza, conferendo un arricchito senso valoriale alle attività che spesso i partecipanti intraprendono come degli hobby (Cronje et al. 2011, Bonney et al. 2016, Mattei 2023).

Molti autori sostengono che la CS contribuisce positivamente al benessere sociale, dando sempre più spesso voce alle persone in processi decisionali che possono potenzialmente avere effetti diretti sulle loro vite, sugli ambienti in cui esse vivono ecc.

Nella corrente epoca post-pandemica caratterizzata da movimenti populisti, disinformazione e scetticismo nei confronti del sapere scientifico, i progetti di CS hanno il potenziale di ricucire i rapporti tra scienza e società rendendo il processo scientifico e di generazione della conoscenza partecipativo e inclusivo di molti stakeholder che altrimenti rischierebbero di non essere ascoltati o coinvolti (McCormick 2007; Mattei 2023).

Tuttavia, la CS deve affrontare molteplici questioni etiche che sorgono quando si coinvolge il pubblico nella ricerca. Da un lato, queste riguardano temi di carattere generale legati alla gestione, al trattamento e alla protezione dei dati; relativi, dunque, alla proprietà intellettuale delle informazioni prodotte, alle modalità di conservazione, archiviazione, condivisione e circolazione dei dati ecc. Dall'altro, ci si deve confrontare con una serie di sfide e veri e propri dilemmi etici legati alle pratiche della partecipazione quali, ad esempio, equità, giustizia, diversità e inclusione di tutte le categorie di stakeholder potenzialmente interessate da un progetto di CS. È pertanto importante effettuare una disamina delle principali questioni etiche e di gestione dei dati ricondotte alle pratiche di CS e delle possibili strategie per affrontarle.

5.6.1 Le norme che regolano gestione e protezione dei dati

Per quanto attiene le norme generali che regolano la gestione e protezione dei dati, si deve fare riferimento alla normativa nazionale ed internazionale. In particolare, il quadro normativo di riferimento è tracciato dal *Regolamento generale sulla protezione dei dati* n. 2016/679 dell'Unione Europea (o in inglese *GDPR – General Data Protection Regulation*)⁶. Il GDPR (2016) regola, semplifica e rende

⁶ Per maggiori informazioni si consiglia di consultare le più recenti indicazioni disposte dal Garante per la Protezione della Privacy (<www.garanteprivacy.it>).

omogeneo il quadro normativo dell'Unione Europea in materia di trattamento dei dati personali e di privacy, e riguarda e tutela i cittadini e i residenti dell'Unione, sia all'interno che all'esterno dei suoi confini territoriali.

Il GDPR stabilisce un codice di condotta e definisce dettagliatamente il corpus di regole deontologiche per il trattamento (in diverse sedi, non solo quella scientifica) di dati personali e sensibili, obbligando tutti i titolari del trattamento dei dati (anche con sede legale fuori dall'UE) ad osservare e adempiere agli obblighi previsti⁷.

Sin dai primi momenti di ideazione di un progetto di CS è dunque opportuno e necessario confrontarsi con le norme del GDPR, agire in conformità al testo normativo vigente, rispettarne le linee guida in materia di trasparenza e trattamento delle informazioni, e mettere in atto azioni volte a mitigare eventuali rischi.

I progetti di CS, tuttavia, presentano elementi di specifica complessità che li rendono piuttosto diversi da progetti di ricerca accademica tradizionali. I cittadini scienziati coinvolti nei progetti, infatti, svolgono un duplice ruolo. Essi possono essere sia soggetti che, in quanto tali, hanno diritto alla protezione dei loro dati sensibili e personali, sia responsabili del trattamento dei dati (propri, altrui e prodotti nell'ambito del progetto) aventi dunque l'obbligo di rispettare (e far rispettare) protezione e privacy. Se dunque i cittadini scienziati condividono gli obiettivi dei progetti di ricerca a cui partecipano o li co-producono, è probabile che, insieme ai ricercatori professionisti, siano considerati responsabili del trattamento dei dati personali in conformità al GDPR. Ancora pochi autori si sono confrontati con la sfida che questa duplicità di ruoli comporta e si sono interrogati sulle conseguenze che questo può produrre sulla ricerca⁸.

La questione se i *citizen scientist* siano o meno responsabili del trattamento dei dati ai sensi del GDPR non è una tema insignificante. Tale designazione assegna una responsabilità sostanziale per la protezione dei diritti fondamentali ai sensi della legge a persone che potrebbero non comprendere appieno o non essere attrezzate per adempiere a tali obblighi. È dunque necessario chiarirne una serie di elementi.

Delle utili indicazioni vengono fornite da Purtova e Pierce (2024) che, stilando delle linee guida basilari, hanno offerto delle prime delucidazioni sia per quanto riguarda l'assegnazione del ruolo di 'responsabile del trattamento del dato' – passaggio essenziale per applicare la normativa in materia di protezione e privacy – sia indicazioni relative all'etica della ricerca. Quest'ultimo aspetto, infatti, poiché adattato allo specifico contesto dei progetti di CS rappresenta un passo importante verso una ricerca partecipativa, responsabile ed etica.

Purtova e Pierce (2024) indicano sette passaggi essenziali per ridurre il rischio etico e giuridico di un progetto di CS (2024, 8-9):

- 1) già nella fase del reclutamento, i ricercatori professionisti sono tenuti ad informare i potenziali cittadini scienziati del loro possibile ruolo di correspon-

⁷ Per le linee guida e raccomandazioni cfr. GDPR.eu. s.d.

⁸ Per alcuni esempi in campo medico si veda Berti, Suman e Pierce 2018.

- sabili del trattamento dei dati, nonché dei relativi obblighi e delle possibili responsabilità;
- 2) i ricercatori professionisti dovrebbero eseguire una valutazione dell'impatto sulla protezione dei dati dei loro progetti di ricerca previsti per mappare completamente e prendere coscienza del trattamento dei dati in cui i *citizen scientist* saranno corresponsabili, insieme agli obblighi di protezione dei dati associati a tale trattamento;
 - 3) cittadini scienziati e ricercatori professionisti, quando agiscono in qualità di corresponsabili del trattamento, devono concordare e informare gli interessati della suddivisione dei rispettivi ruoli e responsabilità nel rispetto dei diritti di informazione degli interessati. Il progetto di CS dovrebbe prevedere in modo formale un accordo (scritto) tra ricercatori professionisti e *citizen scientist* alla luce della gravità della responsabilità e delle conseguenze del mancato adempimento: questi punti dovrebbero essere affrontati formalmente⁹;
 - 4) quando i cittadini scienziati trattano i dati raccolti nell'ambito del progetto per scopi che esulano da quelli della ricerca saranno responsabili personalmente di tali elaborazioni;
 - 5) quando gli scienziati professionisti sono a conoscenza delle finalità del trattamento dei dati da parte dei cittadini scienziati, possono voler adottare misure per garantire che nessun dato personale in forma identificabile sia condiviso con i cittadini scienziati per tali finalità, sia per facilitare la propria conformità che per proteggere i cittadini scienziati da eventuali responsabilità;
 - 6) nei casi in cui i cittadini scienziati siano corresponsabili del trattamento dei propri dati personali insieme a ricercatori professionisti, il modello di accordo dovrebbe attribuire ai ricercatori professionisti gli obblighi di protezione dei dati;
 - 7) per ridurre i rischi di violazione della protezione dei dati sia per i *citizen scientist* che per gli interessati, i ricercatori professionisti dovrebbero offrire ai ricercatori cittadini una formazione sulle basi della legge sulla protezione dei dati e sulla sicurezza dei dati.

Altro passaggio sostanziale riguarda la condivisione e diffusione dei dati prodotti. La collaborazione tra scienziati e cittadini dovrebbe basarsi su regole e procedure chiare. Va, ad esempio, stabilito quando, in che modalità e perché i dati vengono diffusi e/o resi pubblici (Riesch e Potter 2014) (Fig. 5.3). Stabilito un 'responsabile' del dato, tutte le richieste di condivisione di informazioni de-

⁹ Gli autori specificano, per esempio, che l'accordo scritto tra le parti può contenere anche delle clausole, una delle quali può prevedere l'obbligo dei ricercatori di indennizzare i cittadini scienziati da qualsiasi responsabilità in materia di protezione dei dati che possa sorgere in seguito al progetto, nel contesto degli scopi di ricerca formulati congiuntamente. Questo può in parte risolvere l'esitazione dei cittadini scienziati meno abbienti a aderire ai progetti di scienza partecipativa. Un altro modello di clausola potrebbe contenere l'obbligo per i ricercatori professionisti e le loro istituzioni di fornire infrastrutture sicure attraverso le quali i dati personali saranno raccolti e conservati.

vono essere indirizzate a questa persona, i documenti originali vanno raccolti, archiviati, conservati ecc.

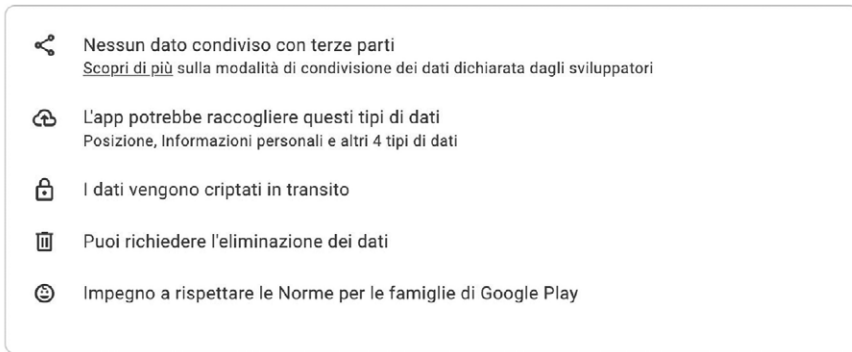


Figura 5.3 – Procedura di comunicazione delle modalità di utilizzo dei dati nell'applicazione Epicollect. Fonte: Epicollect5 s.d.

I progetti di CS, infine, possono doversi confrontare persino con questioni relative alla proprietà dei dati e alla proprietà intellettuale – ad esempio, i brevetti. Si pensi ai progetti sviluppati in ambito medico o in collaborazione con popolazioni indigene (detentori di saperi locali). Gli scienziati che lavorano con i cittadini sono tenuti a discutere chiaramente la proprietà dei dati e altre questioni relative alla proprietà intellettuale con i volontari all'inizio del progetto, e periodicamente, se necessario, per garantire la comprensione reciproca. In alcuni casi, può essere utile o necessario negoziare accordi che riconoscano gli interessi di tutte le parti interessate (Resnik, Elliott, e Miller 2015).

5.6.2 Questioni etiche nella *Citizen Science*: diversità, equità e inclusione

La CS è stata criticata per non essere completamente «aperta, egualitaria e accessibile a tutti i membri della società» (Cooper et al. 2021, 1386), mancando dunque di sostenere e promuovere equità, diversità e inclusione.

Se è vero che lavorare insieme ai cittadini permette di incorporare le conoscenze locali (dal basso e *context related*) nel processo scientifico e garantire che la scienza produca effetti rilevanti per la società, è altresì plausibile che, se i cittadini con cui si collabora rappresentano solo le istanze (priorità e/o osservazioni) di 'taluni' gruppi, il progetto non potrà considerarsi del tutto inclusivo, equo e rappresentativo delle diversità potenzialmente esistenti (Purcell, Garibay, e Dickinson 2012).

Al riguardo, i pochi studi che esibiscono statistiche sociodemografiche sulla partecipazione in progetti di CS sembrano gettare un'ombra sul grado di rappresentatività dei cittadini scienziati rispetto al contesto territoriale di riferimento, ossia all'ambito in cui i progetti nascono e vengono condotti (Pandya 2012).

Sebbene nella prassi, parallelamente alle attività di campo non sempre viene condotta una meta-analisi formale sulla rappresentatività dei progetti CS, alcuni studi che hanno esaminato dati demografici dei cittadini scienziati esistono e hanno evidenziato che questi sono, tendenzialmente, persone: di età media o avanzata, con livelli di istruzione elevati, occupati, con redditi familiari relativamente elevati, residenti in prevalenza in aree rurali e in territori caratterizzati da livelli di deprivazione relativamente bassi (Crall et al. 2013; Domroese e Johnson 2017). I partecipanti studiati, infine, si identificano come appartenenti a gruppi etnici bianchi sempre in quote del tutto maggiori rispetto a quelli che si identificano come appartenenti ad altri gruppi etnici (ad es. Wright et al. 2015; Merenlender et al. 2016). La partecipazione in base al genere è meno chiara, questo potrebbe essere il risultato del tipo di progetto o del luogo in cui i partecipanti sono stati esaminati. Va infatti considerato che il corpus di studi sopra menzionato ha il limite di aver analizzato singoli progetti di CS, circoscritti ad alcune aree geografiche limitate.

Nel 2021 tuttavia, Pateman et al. hanno condotto un ampio studio campionario su una sezione trasversale della popolazione della Gran Bretagna con l'obiettivo di esaminare la partecipazione (o non partecipazione) in campagne nazionali di CS su temi ambientali. Le variabili demografiche prese in considerazione dagli autori sono state: l'età, il genere, l'etnia, lo status sociale, la condizione lavorativa e l'area geografica di residenza dei *citizen scientist*. Tutte variabili considerate come 'fattori correlati' alla partecipazione. In totale sono state intervistate 8.220 persone (un campione rappresentativo della più ampia popolazione britannica). Degli 8.220 intervistati, 613 (ossia il 7,5% del campione utile) hanno dichiarato di aver preso parte a un progetto che prevedeva la raccolta di informazioni o dati scientifici ambientali; e 321 (52,4%) di questi hanno partecipato più di una volta. Lo studio ha rilevato una relazione significativa tra diverse variabili evidenziando: 1) un numero di donne inferiore a quello degli uomini; 2) una bassa partecipazione in persone tra i 25 e i 34 anni e un'alta partecipazione nelle fasce di età comprese tra i 35-44 e i 55-64 anni – con tassi di partecipazione ripetuta significativamente più bassi nei gruppi di età più giovani rispetto a quelli più anziani; 3) alta partecipazione delle persone che si identificano come appartenenti a gruppi etnici bianchi e bassa partecipazione delle persone appartenenti a gruppi etnici asiatici o di colore; 4) una bassa partecipazione dei disoccupati e un'alta partecipazione degli studenti; 5) alta partecipazione in gruppi socioeconomici dediti a professioni non manuali; ed infine 6) nessuna significativa relazione con la residenza in aree urbane o rurali.

Studi simili, su campioni rappresentativi di altri paesi europei, non sono ancora stati effettuati, ma considerando la lunga storia della CS in Gran Bretagna (Pocock et al. 2015)¹⁰ è possibile considerare le indicazioni fornite da Pateman

¹⁰ La Gran Bretagna è considerato uno dei principali contributori della *Citizen Science* a livello globale. Si stima che 7,5 milioni di ore di volontariato siano impiegate ogni anno per il solo monitoraggio della biodiversità in Gran Bretagna e Irlanda del Nord (Hayhow et al. 2019).

et al. (2021) come fortemente indicative della struttura e delle caratteristiche della partecipazione in progetti di CS in contesti occidentali simili.

Gli effetti di una gestione fallace di progetti di CS in termini di equità, diversità e inclusione possono essere molteplici. In tal senso, il concetto di diversità fa riferimento alle differenze tra le persone che prendono parte al progetto nelle sue diverse fasi, ad esempio: la personalità, le conoscenze pregresse, le esperienze di vita, le convinzioni, il colore della pelle, la classe, l'identità o l'espressione di genere, l'orientamento sessuale, l'origine, l'abilità fisica o cognitiva, l'età, l'aspetto o le dimensioni del corpo, l'etnia, l'affiliazione politica, la religione e altro.

Come trattato da Sorensen et al. (2019), la sottorappresentazione di individui appartenenti a determinati gruppi socioculturali può avere conseguenze che si manifestano in tutte le fasi del ciclo di vita del progetto, dalla formulazione della domanda di ricerca, ai risultati scientifici prodotti, ed eventualmente, a cascata, nelle azioni, iniziative, politiche ecc., in cui tali informazioni vengono impiegate. Innovazioni, invenzioni e processi creativi hanno maggiori probabilità di manifestarsi quando vengono riunite persone con *background* diversi (Dickinson et al. 2012; Pandya e Dibner 2018) e questa opportunità andrà persa se manca diversità nei partecipanti alla CS. Inoltre, omogeneità o sottorappresentazione di alcuni gruppi può potenzialmente compromettere la vitalità e il sostegno a lungo termine della CS come comunità di pratica.

L'equità si riferisce alla parità di accesso, alle opportunità e alla parità di trattamento, tenendo conto del fatto che le persone hanno esigenze diverse, si trovano in situazioni differenti e pertanto hanno, potenzialmente ed effettivamente, diverso accesso alle opportunità a causa di una serie di fattori che includono la mancanza di risorse finanziarie, pregiudizi inconsci o consapevoli, diverse conoscenze specifiche, tempo ecc. Garantire equità nei progetti di CS significa assicurare pari opportunità di partecipazione.

L'inclusione si riferisce alla pratica di valorizzare le diverse prospettive e di creare le condizioni di appartenenza nei processi, negli spazi fisici, negli eventi, nelle comunicazioni, nelle consultazioni che portano all'elaborazione di azioni, campagne di raccolta dati e finanche discussioni relative agli *output* del progetto (interventi, politiche ecc.). Favorire l'inclusione nei progetti di CS presuppone la progettazione attiva di pratiche *ad hoc* e uno sforzo continuo per comprendere i modi complessi in cui gli individui interagiscono all'interno dei sistemi e delle istituzioni. Banalmente, spesso una barriera all'inclusione è rappresentata dalla lingua. Un esempio può essere rappresentato da pratiche di CS mediate da applicazioni mobili che prevedono l'uso della lingua inglese in un contesto, per esempio, italiano.

Il concetto di inclusione è strettamente legato a quello di accessibilità. Una questione discussa nei progetti di CS riguarda il *digital divide* (ossia il divario che c'è tra chi ha adeguato accesso ad Internet e chi non ce l'ha – per scelta o meno) e la possibilità di utilizzare strumenti digitali, applicazioni mobili, piattaforme o strumentazioni che sono costose o comunque non accessibili a tutte le categorie di utenti (ad esempio, gli anziani o le persone a basso reddito). Se da un lato i metodi di *e-participation* si sono diffusi e hanno rafforzato l'interazione tra scienziati e cittadini e/o tra policy maker e cittadini nella definizione delle

politiche pubbliche, dall'altro l'inclusione della dimensione tecnologica nel processo di partecipazione dei cittadini ha portato nuove sfide. La letteratura sul *digital divide* è ampia e riguarda in generale i processi partecipativi che prevedono l'interazione con i cittadini, e suggerisce che a causa delle disparità nell'accesso, nelle competenze, nella motivazione, nel contesto e nelle opportunità d'uso di tecnologie sempre più avanzate, vi possono essere ulteriori svantaggi per alcuni segmenti della società che non possono sfruttare in modo uniforme le opportunità offerte dal mondo digitale a causa del loro status socioeconomico, della loro età, del loro livello di istruzione, del contesto in cui vivono ecc.

Altri *caveat* etici riguardano lo sfruttamento del lavoro gratuito. I cittadini/volontari normalmente non vengono pagati per il loro contributo in progetti di CS. Tuttavia, la loro partecipazione consente sia la condivisione dei dati personali dei singoli partecipanti, sia la produzione e raccolta di dati e informazioni – *citizen-generated data* che hanno (o possono avere) un valore economico di mercato. Il dubbio circa un potenziale sfruttamento del contributo dei volontari esiste ma è spesso sottovalutato (Riesch e Potter 2014). Lo sfruttamento si verifica quando un individuo o un gruppo trae indebitamente vantaggio da un altro in una transazione o in una relazione. Lo sfruttamento comporta tre elementi: 1) mancanza di consenso; 2) danno; 3) iniquità (Resnik, Elliott, e Miller 2015, 479). Non è necessario che tutti questi elementi siano presenti perché si verifichi lo sfruttamento. Ad esempio, alcuni autori menzionano ricerche scientifiche che hanno permesso di ottenere brevetti farmaceutici basati sulle conoscenze tradizionali di comunità indigene. Questi sono stati ottenuti mediante sfruttamento poiché dette popolazioni non hanno ottenuto una parte equa dei benefici derivanti dalla commercializzazione di tali conoscenze (Resnik, Elliott, e Miller 2015).

Per evitare lo sfruttamento in progetti di CS, gli scienziati dovrebbero offrire ai cittadini una parte equa dei benefici, alcuni dei quali possono includere la proprietà intellettuale (discussa in precedenza), la paternità o *credit* (nel caso, per esempio, di pubblicazioni scientifiche)¹¹, o altro riconoscimento formale (un certificato, una lettera di ringraziamento/merito ecc.), finanche rimborso o compenso in denaro. Sostanzialmente però, è opportuno che gli scienziati si assicurino che i cittadini si sentano a proprio agio con il lavoro che è stato loro assegnato e che siano opportunamente informati circa tutte le fasi che riguardano trattamento e diffusione dei dati da loro prodotti.

5.6.3 Buone pratiche e linee guida per una ricerca etica

I progetti di CS che promuovono una maggiore inclusività offrono alle comunità l'opportunità di definire, indagare e affrontare problemi urgenti in collaborazione con scienziati professionisti.

¹¹ Per risolvere eventuali controversie sulla paternità scientifica, ad esempio, le riviste scientifiche hanno sviluppato linee guida per aiutare a gestire le questioni etiche, assegnare il credito scientifico in modo equo e promuovere la responsabilità e l'onestà nella ricerca (Shamoo e Resnik 2015).

Un esempio fra tutti di progetto di CS inclusivo è Wikipedia. Con oltre 48 milioni di *wikipedian*, ossia utenti volontari, nel 2023 e per la sola lingua inglese la piattaforma contava 812.635 redattori registrati che hanno effettuato almeno una modifica; nonostante circa la metà di questi fossero nuovi account che avevano effettuato la loro prima (e spesso unica) modifica. Inoltre, dal 2012 attraverso Wikimedia¹² la piattaforma ha sviluppato i dati di Wiki in modalità multilingue e di dominio pubblico. Wikipedia rappresenta senza dubbio il progetto internazionale di CS più diversificato in termini di utilizzo, partecipanti e lingue, e ha un ruolo insostituibile nell'educazione informale e nella democratizzazione dell'informazione a livello globale (Paleco et al. 2021, 270).

Esistono poi esempi, come quelli discussi da Sorensen et al. (2019) sul monitoraggio delle zanzare mediante il progetto The Baltimore Mosquito Study (BMS)¹³ o da Dalby et al. (2021) sul monitoraggio della Poseidonia oceanica mediante il progetto SeagrassSpotter di Seagrass-Watch¹⁴, in cui già nella fase progettuale si attuano pratiche volte a potenziare l'inclusione dei membri della comunità locale sottorappresentata.

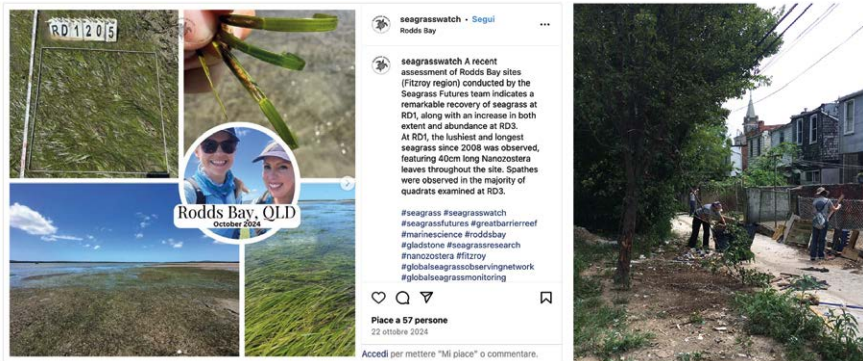


Figura 5.4 – Partecipazione della comunità locale a progetti di CS. Didascalia: contributo degli utenti nel monitoraggio della Poseidonia oceanica in Seagrass-Watch (foto a sinistra) e monitoraggio delle zanzare con The Baltimore Mosquito Study (foto destra). Fonti: <https://www.seagrasswatch.org/> (foto a sinistra) e Quillen, Frick e Cary Institute of Ecosystem Studies 2017 (foto a destra).

Questi possono offrire spunti rilevanti per superare barriere all'impegno nella CS, le sfide nel tradurre i risultati scientifici in sforzi di giustizia sociale e le op-

¹² Wikimedia Italia è un'associazione di promozione sociale che dal 2005 favorisce il miglioramento e l'avanzamento del sapere e della cultura. Per maggiori informazioni si veda Wikimedia Italia s.d.

¹³ Per maggiori informazioni si veda Quillen, Frick e Cary Institute of Ecosystem Studies (2017).

¹⁴ SeagrassSpotter è una iniziativa di Seagrass-Watch nato nel 2015 ed ancora attiva, che utilizza un'applicazione mobile gratuita che consente agli appassionati di oceani di tutto il mondo di diventare cittadini scienziati e contribuire alla conservazione dell'ambiente marino. Per maggiori informazioni cfr. Seagrasswatch s.d.

portunità di affrontare queste barriere nello sviluppo e nella progettazione dei programmi di CS.

Tabella 5.2 – Cinque azioni per garantire sviluppo e attuazione di progetti di CS inclusivi.

THE BALTIMORE MOSQUITO STUDY

- Garantire che gli obiettivi della ricerca siano in linea con gli interessi e le priorità stabilite da/con la comunità locale;
 - Pianificare la cogestione del progetto;
 - Coinvolgere la comunità in ogni fase del progetto;
 - Incorporare diversi/più tipi di conoscenza;
 - Diffondere ampiamente i risultati del lavoro (non solo mediante pubblicazioni scientifiche).
-

Fonte: Elaborazione degli autori su Sorensen et al. 2019.

Corburn (2005) ha esplorato il potenziale della CS per aiutare a coinvolgere le comunità tradizionalmente emarginate nella raccolta dei dati e nell'*advocacy* nel contesto della giustizia ambientale e sociale. Invece di essere considerate in gran parte come destinatarie della scienza, con un'attività di sensibilizzazione mirata, le persone emarginate possono anche essere parti interessate, partecipanti o addirittura partner paritari (Dhillon 2017; Wilson et al. 2011) nella generazione e nell'uso di informazioni scientifiche. Il campo della giustizia ambientale è da tempo attento alle questioni di chi partecipa alla scienza e anche la CS ha iniziato a muoversi in questa direzione (Pandya 2012).

Per superare questi ostacoli, il programma CS dell'*Open Science & Data Collaborations* (OSDC)¹⁵ sta adottando misure speciali per garantire che la sua programmazione tenga conto delle sfide uniche affrontate dai gruppi storicamente sottorappresentati e incoraggia la loro partecipazione.

Altro esempio emergente riguarda gli Urban Living Lab¹⁶, esperienze che vanno diffondendosi sia nel panorama europeo che italiano e che esemplificano le potenzialità e le complessità dell'innovazione partecipativa in ambito urbano. Questi laboratori, concepiti come spazi collaborativi per la sperimentazione reale, coinvolgono diverse parti interessate, tra cui cittadini, imprese, autorità pubbliche e istituzioni accademiche, nell'affrontare le sfide urbane (Evans et al. 2015). Se da un lato i Living Lab promuovono l'inclusività e l'impegno democratico, dall'altro devono affrontare sfide significative per garantire una partecipazione autentica ed equa. Gli squilibri di potere e il rischio di riflettere gli interessi degli attori più dominanti rispetto a quelli delle comunità emarginate rimangono questioni critiche (Baccarne et al. 2014; Leminen, Westerlund, e Nyström 2012).

¹⁵ Cfr. Carnegie Mellon University Libraries s.d.

¹⁶ I Living Lab sono «luoghi fisici o virtuali in cui gli stakeholder formano partenariati pubblico-privato-popolari di imprese, agenzie pubbliche, università, istituti e utenti che collaborano a sperimentare, convalidare e testare nuove tecnologie, servizi, prodotti e sistemi in contesti di vita reale» (Leminen, Westerlund, e Nyström 2012, 7). Per ulteriori approfondimenti, si veda Aernouts, Cognetti, e Maranghi (2023).

Al fine di considerare le implicazioni etiche di un progetto di CS, un possibile esempio è rappresentato dal kit operativo elaborato dal progetto europeo ACTION Project (cfr. CORDIS – EU reserch result 2022), che propone una specifica lista di domande a cui rispondere durante le prime fasi di realizzazione dell'idea progettuale (Tab. 5.3).

Tabella 5.3 – Check-list di domande per una ricerca etica.

POSSIBILI DOMANDE

- 1) Che cosa volete fare? Qual è l'obiettivo del vostro progetto e come pensate di raggiungerlo?
- 2) Chi sarà coinvolto nel progetto? Chi parteciperà e chi ne sarà interessato, direttamente o indirettamente?
- 3) Le attività pianificate possono potenzialmente causare danni, direttamente o indirettamente, ai cittadini scienziati o a chiunque altro?

- 1) In che modo i cittadini scienziati e le altre persone che potrebbero essere interessate dal progetto trarranno beneficio da questo?
- 2) Le persone che potrebbero essere interessate, direttamente o indirettamente, sono a conoscenza di ciò che si vuole fare e del perché? Hanno dato il loro consenso e hanno avuto la possibilità di opporsi?

È importante considerare gli squilibri di potere in questo contesto, ad esempio [...] se si prevede di coinvolgere minori o anziani che potrebbero non essere in grado di fornire un consenso informato.

- 1) Il progetto raccoglierà dati personali dei partecipanti o di altri? I partecipanti si aspettano l'anonimato? Come lo garantirete?
 - 2) Se ciò che intendete fare finisce domani in prima pagina su un quotidiano nazionale, la gente si arrabberebbe? Perché?
-

* «Danno» può significare molte cose, dal mettere a disagio le persone, al causare disagi o persino lesioni fisiche; o compromettere la reputazione o i mezzi di sostentamento delle persone. Fonte: Traduzione degli autori da Thuermer et al. 2022, 19.

Al di là dei progetti specifici che rappresentano buone pratiche, esistono anche documentazioni e linee guida generali che possono offrire una cornice normativa e di prassi per una ricerca etica.

In Italia, la Commissione per l'Etica e l'Integrità nella Ricerca del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), consapevole delle complessità e delle molteplici sfide etiche che possono scaturire nelle diverse fasi del processo scientifico, nel 2017 ha stilato una *Carta dei Principi per la Ricerca nella Scienze Sociali e Umane* e negli anni successivi ha rilasciato una serie di Documenti e Linee guida che offrono importanti indicazioni circa codice etico e deontologico dei ricercatori, orientamenti in materia di comunicazione delle conoscenze scientifiche, integrità nella ricerca, indicazioni di condotta in caso di coinvolgimento di minori nelle ricerche, pareri di consulenza etica ecc.¹⁷

In particolare, la *Carta dei Principi* ha, tra gli altri, l'obiettivo di «promuovere la condotta etica in tutte le fasi della ricerca (dall'ideazione alla divulgazione dei

¹⁷ Per consultare i documenti stilati dalla Commissione cfr. CNR – Consiglio Nazionale delle Ricerche 2024.

risultati), e da parte di tutti gli attori (ricercatori, istituzioni di ricerca, comunità scientifica, finanziatori, editori e *publisher*, policy maker)». A completamento le *Linee guida per l'integrità nella ricerca* del 2019 stabiliscono i pilastri fondamentali per l'integrità nella ricerca e offrono un compendio di tutte le pratiche da attuare in ogni singola fase del processo scientifico (cfr. CNR – Consiglio Nazionale delle Ricerche 2019). Questi documenti offrono solide basi per orientare un qualunque progetto di CS (o di ricerca in generale).

Ambiti di applicazione della *Citizen Science*

6.1 La *Citizen Science* come pratica transdisciplinare

Dalla creazione delle università moderne, la conoscenza scientifica è stata organizzata e segmentata in discipline, il cui numero non ha fatto che crescere nel tempo in parallelo con la crescente specializzazione del sapere. Tale proliferazione deriva anche dalle attività di un numero sempre maggiore di studiosi le cui ricerche hanno ridisegnato i contorni delle discipline di appartenenza, e ne hanno talvolta create di nuove (come la biochimica, le neuroscienze) utili per affrontare problematiche emergenti.

La scienza moderna si trova oggi a doversi confrontare con questioni globali complesse – dal cambiamento climatico alle diseguglianze sociali – che hanno modificato e stanno modificando il panorama della ricerca scientifica, portandola ad operare in contesti di indagine che non possono essere affrontati entro i confini di una singola disciplina. Inoltre, l'esigenza di formulare soluzioni pratiche e risolvere problemi richiede di sviluppare anche la dimensione applicativa del sapere, naturalmente orientata a produrre concrete ibridazioni sul campo tra diversi saperi e tecniche. Infine, l'avvento delle tecnologie digitali e della conseguente produzione di grandi quantità di dati e informazioni ha imposto a più discipline di confrontarsi collaborativamente nell'analisi e nell'interpretazioni di queste nuove fonti. In questo contesto, le sfide poste dalle nuove questio-

Venere Stefania Sanna, University of Siena, Italy, venere.sanna@unisi.it, 0000-0001-5420-7216

Cristina Capineri, University of Siena, Italy, cristina.capineri@unisi.it, 0000-0001-5874-9872

Giacomo-Maria Salerno, University of Siena, Italy, giacomo.salerno@unisi.it, 0000-0001-5697-4830

Michela Teobaldi, University of Siena, Italy, teobaldi2@unisi.it, 0009-0001-0835-1396

Referee List (DOI 10.36253/fup_referee_list)

FUP Best Practice in Scholarly Publishing (DOI 10.36253/fup_best_practice)

Venere Stefania Sanna, Cristina Capineri, Giacomo-Maria Salerno, Michela Teobaldi, *Citizen Science, territorio e comunità. Prospettive geografiche per la ricerca e azione*, © 2025 Author(s), CC BY-SA 4.0 published by Firenze University Press and USiena PRESS, ISBN 979-12-215-0698-3, DOI 10.36253/979-12-215-0698-3

ni ambientali e dal raggiungimento degli SDG sono ambiti in cui la rigidità dei confini disciplinari deve essere controbilanciata dall'integrazione e collaborazione a livello concettuale, metodologico ed epistemologico tra diverse discipline, ovvero adottando un approccio transdisciplinare.

Il termine «transdisciplinarietà» è stato inizialmente introdotto nel 1970 in occasione di un seminario dallo psicologo svizzero Jean Piaget che poneva l'attenzione, con il prefisso «trans», sul superamento dei confini disciplinari piuttosto che sulla semplice giustapposizione di differenti saperi delineata dal concetto di «multidisciplinarietà» (Piaget 1972). Nel tempo il termine è stato sempre più utilizzato e nel 1994 il fisico Basarab Nicolescu, il filosofo Edgar Morin e il pittore e scrittore Lima de Freitas elaborarono *Il Manifesto della Transdisciplinarietà* (Nicolescu 2014). La transdisciplinarietà va intesa non come nuova disciplina o una superdisciplina (Klein 2004), quanto piuttosto come un paradigma di ricerca e di soluzione dei problemi che consente di creare ponti e relazioni tra diverse aree di conoscenza e diversi saperi, risultando in un mutuo arricchimento degli stessi ed in certi casi anche nella nascita di nuove aree disciplinari (Knapp et al. 2019) (Fig. 6.1).

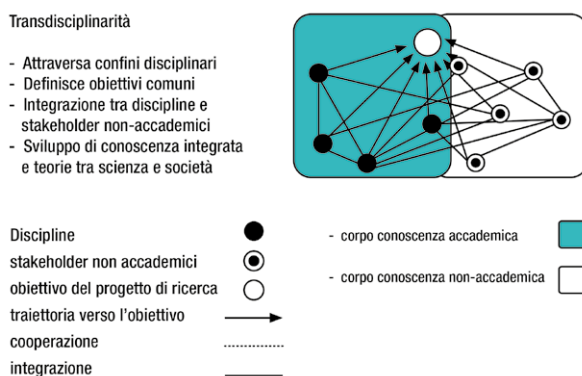


Figura 6.1 – Rappresentazione della interdisciplinarietà. Fonte: Adattamento da Tress, Tress, e Fry 2006, 16.

La CS può essere considerata una pratica di ricerca naturalmente votata ad essere transdisciplinare, in quanto per sua natura si fonda sulla collaborazione tra diversi saperi e settori, coinvolgendo non solo le scienze naturali, ma anche le scienze sociali e umanistiche, e sulla partecipazione tra scienziati professionisti e non, riducendo la distanza tra la scienza e la società. Inoltre, il suo potere trasformativo, riferito alla sua capacità di influenzare positivamente la ricerca scientifica e la società, facilita sia l'attuazione di cambiamenti proattivi che la gestione delle trasformazioni in corso. Infatti, nei contesti applicativi dei progetti volti alla risoluzione di problemi legati alle questioni ambientali più svariate, essa permette di affrontare problemi complessi con risposte integrate che possono influenzare le discipline scientifiche, la società civile e le politiche.

In questa sede consideriamo la transdisciplinarietà della CS sotto diversi punti di vista, partendo dal presupposto che, per quanto la CS sia una pratica di ricerca spiccatamente transdisciplinare, vi sono aspetti che ne limitano tale qualità (Albert et al. 2023). Vediamo come la transdisciplinarietà si manifesta nella CS e quali criticità ed ostacoli si possono manifestare:

- *collaborazione tra ambiti scientifici*: la CS viene utilizzata in una vasta gamma di discipline. Le sue prime applicazioni hanno riguardato principalmente il campo delle scienze naturali, in ambiti come biologia, ecologia e meteorologia, per poi approdare nelle scienze sociali, specialmente in psicologia e sociologia e nelle scienze umane, come la storia, la linguistica e l'archeologia. Ad oggi il suo utilizzo più frequente rimane quello nell'ambito delle scienze naturali (Crain et al. 2014), mentre le attività e i progetti che affrontano i temi e gli approcci delle scienze sociali e umane, per quanto alimentati da domande di ricerca stimolanti, risultano tuttora meno frequenti. Un'indagine sui progetti di CS in Europa ha infatti rilevato che oltre l'80% delle attuali pratiche di CS è riferito alle scienze naturali e della vita e solo l'11% alle scienze sociali e umane (Hecker et al. 2018). Le cause della sottorappresentazione delle scienze sociali e umane nel contesto della CS sono molteplici, ma si possono riassumere in una certa tendenza, genericamente ascrivibile ad un orientamento positivista, ad assegnare maggior statuto di scientificità allo studio dei fenomeni fisici e naturali, marginalizzando le scienze sociali ed umane. Inoltre, storicamente, i programmi di finanziamento e le istituzioni accademiche si sono concentrati su approcci maggiormente orientati alle discipline STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*), con evidenti ricadute nella produzione scientifica afferenti le diverse discipline (Fig. 6.2). Infine, le preoccupazioni metodologiche ed etiche legate allo studio di temi 'sensibili' spesso affrontati nelle scienze sociali e umane, insieme alle trasformazioni del sistema universitario – sempre più dominato da logiche di mercato – hanno ulteriormente accentuato questa sottorappresentazione (Tauginienè et al. 2020);
- *interazione tra scienziati professionisti e non*: la collaborazione tra scienziati e cittadini su cui si basa la CS è un'altra espressione di transdisciplinarietà. Questo tipo di collaborazione produce per sua natura forme di integrazione verticale dei saperi: mentre ad esempio gli scienziati professionisti mettono a disposizione le loro conoscenze e competenze metodologiche, i cittadini contribuiscono con dati raccolti sul campo, monitoraggi e osservazioni fondate su saperi locali, spesso esclusi dai processi scientifici ma estremamente rilevanti nell'integrare altre forme di conoscenza al processo della ricerca scientifica;
- *inclusione di metodologie partecipative e co-creazione*: le pratiche partecipative adottate dalla CS presentano un forte potenziale di transdisciplinarietà in quanto i partecipanti, oltre a raccogliere dati, contribuiscono alla definizione del problema e all'analisi delle rilevazioni. Tale ibridazione si configura come catalizzatore dell'azione collettiva. Inoltre, nella CS spesso si combinano metodologie tradizionalmente applicate separatamente per raggiungere l'obiettivo finale: per esempio, in un progetto di monitoraggio della biodiversità,

possono essere utilizzati un approccio proprio della chimica per identificare e analizzare le specie, la statistica per esaminare i dati raccolti, la sociologia per studiare il coinvolgimento dei partecipanti, la geografia per localizzare ed elaborare i dati in ottica territoriale, e così via. Anche l'uso di giochi (*gamification*) sta guadagnando terreno come approccio progettuale nella CS in quanto stimola un maggior numero di partecipanti a contribuire con i dati per periodi di tempo più lunghi e attrae collaboratori con interessi e disponibilità di tempo diversi (Hecker et al. 2018).

La potenziale transdisciplinarietà della CS rende pertanto possibile affrontare sfide scientifiche complesse che richiedono approcci integrati e un'ampia varietà di competenze. In sostanza, la CS rappresenta un esempio eccellente di come la scienza possa beneficiare di un approccio transdisciplinare e collaborativo allo stesso tempo, dove i confini tra le discipline sfumano per meglio affrontare sfide globali complesse, dal cambiamento climatico alla gestione delle risorse naturali, dalla salute mentale alle questioni di genere, dalla pianificazione urbana al monitoraggio degli SDG.

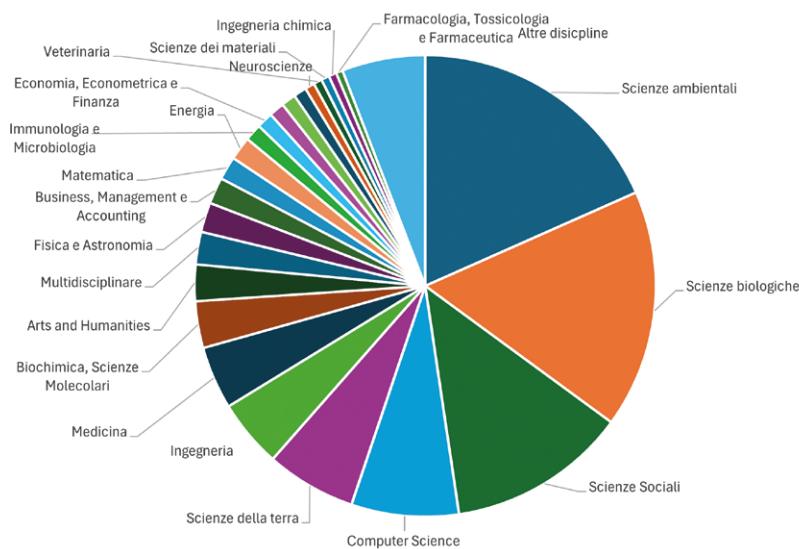


Figura 6.2 – Produzione scientifica derivante da progetti di CS per settore disciplinare (2000-2024). Fonte: elaborazione degli autori su dati Scopus 2024.

6.2 Citizen Science e politiche pubbliche: un rapporto in evoluzione

La CS si configura come un importante strumento di supporto per la formulazione, implementazione e valutazione delle policy grazie al coinvolgimento dei diversi stakeholder e alla produzione di dati e informazioni. In particolare, l'utilizzo delle informazioni prodotte dai cittadini permette di sviluppare poli-

tiche basate su dati empirici (o *data-driven*) e di ridurre il divario tra istituzioni e cittadini (Turrini 2018; Schade et al. 2021; Certomà, Corsini, e Rizzi 2015). Proprio perché le problematiche attuali hanno implicazioni globali e si sviluppano tipicamente su lunghe scale temporali, i dati della CS possono anche essere un mezzo per affrontare i limiti dei dati prodotti da programmi di monitoraggio tradizionali (a scala ridotta) per consentire la valutazione degli impatti di una decisione politica a più scale, e lungo un arco temporale più esteso.

Nel panorama attuale della CS, molte iniziative sono state avviate con l'obiettivo di sostenere l'attuazione delle politiche. Ad esempio, diversi progetti di monitoraggio sono stati determinanti per l'individuazione di aree protette (ad esempio, eBird), mentre altri hanno contribuito ad una migliore comprensione delle problematiche ambientali e degli strumenti che possono facilitare un cambiamento delle pratiche sociali. Ancora più significativo è il fatto che la partecipazione dei volontari abbia contribuito all'applicazione di normative e regolamenti, ad esempio segnalando alle autorità competenti violazioni ed anomalie. L'insieme di questi esempi sottolinea che la CS può contribuire a rafforzare il contributo pubblico al processo decisionale e ad ampliare i corredi scientifici necessari per pervenire a decisioni politiche più informate.

Tuttavia, la variabilità della qualità dei dati raccolti, la mancanza di standardizzazione e le resistenze da parte delle istituzioni di integrarli in modo non convenzionale all'interno dei processi decisionali, rappresentano ostacoli significativi alla più completa integrazione della CS nelle politiche pubbliche. Una recente indagine ha rilevato che la maggior parte dei progetti di CS non riesce ad esprimere appieno il proprio potenziale in ambito politico in funzione di una sorta di paradosso: alcune istituzioni governative hanno esigenze specifiche di dati (anche provenienti dalla CS), ma si affidano interamente a soggetti esterni, mentre molti progetti di CS non sono consapevoli di questioni politiche che potrebbero affrontare con i propri dati (Turbé et al. 2019). Sempre secondo la stessa rilevazione, i responsabili dei progetti hanno segnalato difficoltà nell'individuare i bisogni politici pertinenti, nel connettersi con i decisori e nel convincerli del valore dei dati della CS. In particolare, in alcuni casi è emersa anche la difficoltà di adattare obiettivi e target internazionali al contesto locale. Inoltre, l'agenda scientifica e quella politica non sempre si allineano con le tempistiche della raccolta e produzione dei dati da parte dei *citizen scientist*.

Sebbene la partecipazione dei cittadini possa arricchire la ricerca scientifica con una maggiore varietà e tempestività di dati, resta ancora aperta la questione della proprietà intellettuale dei risultati scientifici prodotti attraverso la CS: mentre alcuni progetti adottano licenze Open Access, altri mantengono restrizioni sui diritti di utilizzo dei dati impendendone, dunque, una più ampia fruizione (Guerrini et al. 2018).

È anche possibile che alcuni contributi offerti dalla CS per le politiche rimangano inosservati a causa delle complesse connessioni tra evidenze scientifiche e decisioni politiche. Quando le connessioni vengono stabilite con chiarezza, i progetti di CS possono avere un impatto maggiore e i responsabili politici possono dimostrare di aver preso in considerazione i contributi pubblici, tenendo

conto che stabilire collegamenti con le politiche è spesso un processo lungo e complesso e che la rilevanza di un progetto per la politica può essere indiretta e richiedere connessioni su più livelli.

In questo contesto si osserva comunque che, in tempi recenti, diverse istituzioni politiche hanno iniziato a sviluppare strategie per favorire l'integrazione della CS nella formulazione di politiche pubbliche. Ad esempio, la Commissione Europea ha promosso iniziative per incentivare la raccolta partecipativa di dati nell'ambito della *Biodiversity Strategy 2030* e per il monitoraggio dell'inquinamento atmosferico, in questo modo garantendo anche un supporto istituzionale alla CS. Come illustrato dall'*Eurobarometer on Science, Technology and Society* (2021) l'interesse per la partecipazione allo sviluppo della scienza è presente ampiamente in tutta Europa, favorendo un maggiore sostegno da parte dei governi per lo sviluppo e l'utilizzo della CS e l'integrazione ufficiale dei dati generati dai cittadini. Analogamente, negli Stati Uniti, il governo federale ha introdotto programmi che incoraggiano l'uso della CS per migliorare la gestione delle risorse naturali, il monitoraggio dei cambiamenti climatici e della biodiversità (Figueiredo Do Nascimento et al. 2018).

In conclusione, vi è ancora molto da fare per rafforzare il legame e l'apporto della CS alle politiche pubbliche. Questo richiederebbe maggiore chiarezza sulle necessità delle politiche da un lato e la condivisione di buone pratiche, strumenti e metodi per garantire l'affidabilità dei dati dall'altro. In tal modo si potrebbe prefigurare uno scenario in grado di garantire alla CS un riconoscimento formale nei processi decisionali, favorendo una maggiore sinergia tra scienza, società e politica, aumentando l'efficacia delle politiche pubbliche nel rispondere alle sfide attuali.

6.3 Il contributo della *Citizen Science* al monitoraggio e al raggiungimento degli SDG

L'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile è un programma d'azione per le persone, il pianeta e la prosperità sottoscritto dai governi dei 193 Paesi membri dell'ONU nel settembre 2015, anno in cui molti dei processi di maturazione concettuale e politica dei temi legati all'ambiente e alla sostenibilità hanno trovato importanti convergenze.

L'Agenda 2030 definisce 17 Obiettivi per lo Sviluppo Sostenibile (abbreviato in OSS, in inglese *Sustainable Development Goals*, SDG) e 169 target che occorre perseguire entro il 2030 secondo un quadro strategico che abbraccia tutte le dimensioni della sostenibilità: ambientale, sociale ed economica. Basata su tre principi chiave più volte invocati dalla società civile – essere indivisibile, universale e partecipativa – l'Agenda 2030 traccia un percorso collettivo per 'non lasciare indietro nessuno' che richiede una stretta collaborazione tra mondo della ricerca, policy maker, istituzioni e attori non governativi, al fine di accelerare i processi di cambiamento nei comportamenti individuali e collettivi.

Ad oggi, molti obiettivi sono ancora lontani dall'essere raggiunti e vi è consapevolezza che maggiore attenzione va dedicata alle attività di monitoraggio periodico – a diverse scale geografiche – di avanzamenti e/o eventuali arre-

tramenti rispetto agli obiettivi prefissati. Proprio in relazione a quest'ultimo punto, va evidenziato che il quadro complessivo di monitoraggio, i target e le misure statistiche degli SDG sono stati sviluppati sulla base di una metodologia globale condivisa. Tuttavia, le operazioni di calcolo di misure ed indicatori sono possibili solo quando le informazioni statistiche sono effettivamente rese disponibili e accessibili.

In generale, i governi nazionali hanno la responsabilità di reperire, produrre, validare ed organizzare le informazioni necessarie per la misurazione di obiettivi ed indicatori, e parallelamente sono chiamati a predisporre delle relazioni periodiche circa il loro stato di raggiungimento. Un monitoraggio parallelo dovrebbe avvenire a livello subnazionale e locale per garantire la coerenza delle politiche e delle azioni intraprese con i diversi ambiti territoriali, ma anche assicurare la loro efficacia rispetto ad ogni contesto specifico di riferimento.

Le statistiche ufficiali utilizzate si basano in genere su dati raccolti e convalidati dai governi nazionali (ad esempio, attraverso censimenti, indagini ecc.). Tuttavia, le fonti di dati tradizionali non sempre sono sufficienti per la misurazione di tutti gli indicatori SDG definiti dal quadro di monitoraggio internazionale. Spesso si fa dunque uso di indicatori 'simili' in altri casi di *proxy*, in altri casi ancora l'indicatore è semplicemente riportato come 'mancante'. Questi *vacuum* esistono non solo perché a volte i dati non sono disponibili o sono costosi da ottenere o produrre, ma perché talvolta le serie di dati ufficiali mancano di accuratezza, di copertura geografica e/o non sono sempre prodotte alla scala geografica adatta per osservare il fenomeno studiato. Inoltre, i dati ufficiali hanno costi di produzione elevati, lunghi periodi di rilascio (si pensi ad esempio al censimento della popolazione) e possono diventare rapidamente obsoleti. È pertanto necessario reperire «fonti di dati nuove e non tradizionali» e la CS può dare un sostanziale contributo in tal senso (Fritz et al. 2019, 922).

Un numero crescente di studi affronta e si interroga sul contributo effettivo e potenziale della CS al monitoraggio e al raggiungimento degli SDG (Fritz et al. 2019; Fraisl et al. 2020; Fraisl, See, Bowers et al. 2023; Sanna et al. 2024). Alcuni studi contribuiscono al dibattito in modo più teorico, mentre altri lo fanno attraverso rassegne specifiche e analisi di casi di studio. La letteratura che esamina il contributo della CS al monitoraggio degli SDG è tuttavia molto frammentaria, spesso basata su casi di studio specifici e legati agli obiettivi a diverse scale territoriali (spesso a scala locale, e relativi a interventi precisi di *citizen scientist* in luoghi specifici), e dedurre il potenziale di scalabilità di queste pratiche a scala regionale o nazionale è particolarmente complesso.

Lo studio di West e Pateman (2017), per esempio, ha sottolineato come la CS possa contribuire alla definizione, al monitoraggio e alla valutazione degli SDG, identificando 42 dei 169 obiettivi a cui la CS potrebbe potenzialmente contribuire. Alcuni studi condotti a livello europeo hanno esaminato i progetti di CS in termini dichiarativi, ovvero desumendo da un'analisi testuale del progetto se venisse letteralmente menzionato un intento a contribuire direttamente al raggiungimento di uno o più SDG (Turbé et al. 2018).

Analogamente, Liu et al. (2023) hanno analizzato 44 progetti attivi tra il 2016 e il 2027 in più di 100 città europee che, grazie ai finanziamenti dell'UE, prevedevano l'uso della CS e presentavano un legame – diretto o indiretto – con gli SDG. Lo studio ha rivelato che le pratiche di CS nelle città riguardano prevalentemente gli SDG 3 (Salute e benessere), 11 (Città e comunità sostenibili) e 13 (Agire per il clima). Tuttavia, esiste una differenza tra ciò che viene dichiarato (nel progetto o dai partecipanti) e ciò che viene ufficialmente utilizzato per il monitoraggio ufficiale.

Tra le iniziative più recenti, di particolare interesse è la creazione nel 2020 del *Task Group on Data from Participatory Mapping for the SDGs* (CODATA-WDS TG)¹. Il progetto ha l'obiettivo di promuovere l'uso dei dati generati dai cittadini per monitorare e raggiungere gli SDG e sfide di carattere universale mediante l'uso trasparente, equo e aperto di dati e informazioni, e attraverso la collaborazione interdisciplinare. Inoltre, il progetto è particolarmente impegnato nel fornire indicazioni alla divisione statistica delle Nazioni Unite sulle caratteristiche, la qualità, l'etica e la sostenibilità dei dati generati dai cittadini.

Nonostante gli sforzi crescenti, ad oggi, solo poche organizzazioni internazionali utilizzano i dati di CS per il monitoraggio e la rendicontazione degli SDG – in particolare la Banca Mondiale, il Programma delle Nazioni Unite per l'ambiente (UNEP), l'ufficio delle Nazioni Unite per la riduzione del rischio di catastrofi (UNISDR), l'Unione internazionale per la conservazione della natura (IUCN) e l'Organizzazione mondiale della sanità (OMS) (Fraisl et al. 2020, 1742; Fraisl, See, Estevez et al. 2023).

Fraisl et al. nel 2020 hanno effettuato una revisione sistematica di un'ampia gamma di progetti di CS, individuando – per ogni obiettivo – se «i dati di almeno un progetto di CS» 1) sono già stati utilizzati per il monitoraggio o la rendicontazione di almeno un indicatore SDG a livello nazionale o globale, 2) potrebbero potenzialmente contribuire o 3) non sono allineati con l'obiettivo (Fraisl et al. 2020, 1738) (Fig. 6.3).

Le risultanze di questo studio approfondito rivelano che i dati della CS stanno già contribuendo direttamente alla stima di soli cinque indicatori, la maggior parte dei quali relativi a questioni ambientali e sociali; nello specifico: 9.1.1 Indice di accesso rurale (RAI); 14.1.1 Indice di eutrofizzazione costiera e densità di detriti di plastica galleggianti; 15.1.2 Copertura da aree protette dei siti importanti per la biodiversità degli ambienti terrestri e di acqua dolce per tipo di ecosistema; 15.4.1 Copertura da aree protette dei siti importanti per la biodiversità degli ambienti montani; 15.5.1 Lista Rossa delle specie minacciate di estinzione (IUCN, Unione internazionale per la Conservazione della Natura 2024).

¹ Comitato sui dati dell'International Science Council (ISC), che in particolare si occupa di *Citizen-Generated Data* per gli SDG. Per maggiori informazioni, cfr. CODATA s.d.

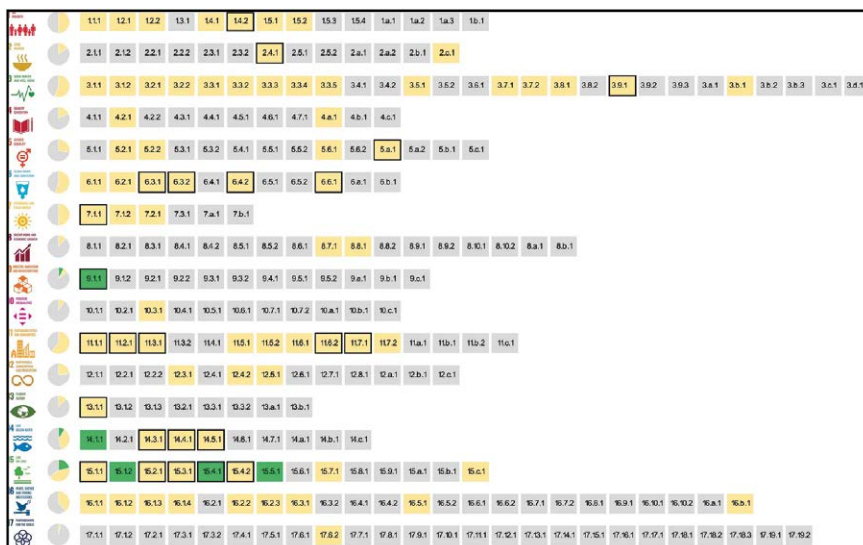


Figura 6.3 – *Citizen Science* e SDG. Didascalia: gli indicatori SDG per i quali i progetti di CS ‘stanno già contribuendo’ (in verde), ‘potrebbero contribuire’ (in giallo) o per i quali non c’è ‘allineamento’ (in grigio). I contributi complessivi della CS a ciascun SDG sono riassunti in grafici a torta. Fonte: Fraisl et al. 2020, 1741.

A questi si aggiungono nuovi progetti e contributi recenti. Secondo il Programma delle Nazioni Unite per l’ambiente (Warner, Elsler, e Christ 2024), al fine di migliorare la produzione e disponibilità dei dati per la stima di indicatori SDG relativi alla qualità delle acque (SDG 6 Garantire a tutti la disponibilità e la gestione sostenibile dell’acqua e dei servizi igienico-sanitari), la Sierra Leone e lo Zambia hanno di recente affiancato, per la prima volta, i dati di monitoraggio nazionali a dati generati dai cittadini. Questo è stato reso possibile impiegando i protocolli sviluppati nell’ambito del progetto The Citizen Scientist 632 Tool-box (Warner, Elsler, e Kreme 2021), con focus specifico sull’indicatore 6.3.2 Percentuale di corpi idrici con una buona qualità ambientale.

Recentemente, sul tema della valutazione e del monitoraggio degli obiettivi di sostenibilità ambientale, il progetto CS4Rivers (cfr. par. 6.5.3), realizzato nel bacino del fiume Ombrone in Toscana, ha dato un importante contributo alla stima dell’indicatore SDG 6.3.2. alla scala locale (ossia di bacino fluviale), offrendo utili indicazioni di policy e costituendo una base informativa che va ad integrare quella prodotta dalla statistica ufficiale. La CS anche in questo caso si è dimostrata un valido strumento per integrare i dati ufficiali disponibili per il monitoraggio degli SDG a scala locale, permettendo di aumentare la risoluzione spaziale e temporale delle osservazioni effettuate delle agenzie pubbliche (Loiselle et al. 2017, Sanna et al. 2024).

In definitiva, nonostante la necessità di realizzare ulteriori e più sistematici studi, risulta evidente che il coinvolgimento dei cittadini reso possibile dalla CS permette alle comunità insediate di incidere maggiormente sulle politiche di gestione del territorio, dimostrando che la CS è un importante strumento per contribuire al monitoraggio e al vero e proprio raggiungimento degli SDG.

6.4 La *Citizen Science* nella pianificazione territoriale e urbana

Un esempio tra molti delle potenzialità transdisciplinari della CS è ben rappresentato dalla sua applicazione alla pianificazione territoriale e urbana. Come visto in precedenza, la CS contribuisce alla creazione di conoscenza e alla condivisione di saperi locali. In tal senso, le comunità di *citizen scientist* possono svolgere un ruolo importante, in sinergia con altri stakeholder del territorio, nei processi di pianificazione. Facilitando la raccolta e la condivisione di informazioni e buone pratiche, la CS è in grado di attivare un circolo virtuoso di apprendimento e innovazione sociale che consente alla conoscenza prodotta, sistematizzata e condivisa in seno a progetti di CS, di essere integrata nei processi di pianificazione e gestione del territorio.

In termini pratici, la partecipazione a progetti di CS consente ai *citizen scientist* sia di co-creare dati, mappe e informazioni di varia natura (il più delle volte resi disponibili in modalità Open Access), sia di partecipare attivamente a tutte le fasi del progetto di CS dando voce alla comunità locale. Di conseguenza, il patrimonio di saperi e conoscenze prodotto può offrire una preziosa fonte informativa per la pianificazione territoriale e urbana, ed indirizzare quell'insieme di azioni e interventi con i quali è determinato e gestito l'assetto e l'organizzazione di un territorio o di una città.

Queste nuove prospettive acquisiscono speciale centralità nella governance e pianificazione delle cosiddette *smart city*. Nonostante non si riscontri in letteratura un accordo su una definizione univoca di questo costrutto teorico (Albino, Berardi, e Dangelico 2015), la sua affermazione è legata al fatto che la vita dei territori è sempre più determinata dalla presenza di tecnologie e infrastrutture digitali che generano enormi quantità di dati integrabili in modelli di governance (Kitchin 2014a). Tuttavia, l'incorporazione delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione (ICT) nelle infrastrutture urbane e territoriali non è considerata sufficiente per rendere una città *smart* (Hollands 2008). Recentemente, il dibattito sulle *smart city* si è spostato dalle visioni tecnologiche *top-down* all'enfasi sul potenziale delle piattaforme e dell'ICT come facilitatori di coinvolgimento comunitario, della partecipazione civica e degli approcci innovativi per affrontare le sfide urbane attraverso l'innovazione civica (Townsend 2013) e lo sviluppo di città «più intelligenti» (Allwinkle e Cruickshank 2011).

La pianificazione e la governance urbana comporteranno infatti approcci sempre più sofisticati e *data-driven*, che richiederanno sempre maggiori impulsi dal basso per migliorare la loro efficacia. In questo contesto, tanto le iniziative *top-down* che quelle *bottom-up*, se integrate a pratiche di CS o ad altri strumenti di partecipazione, potrebbero definire gli adeguati quadri socio-tecnici e politici

(Carvalho 2015) in grado di gettare le basi per modelli di *smart city* il più aperti possibile. Questo perché le informazioni rinvenibili dall'analisi della miriade di dati quotidianamente prodotti, possono fornire approfondimenti sulla vita urbana, aiutando a prendere decisioni sul suo sviluppo e incoraggiando la presa in considerazione di punti di vista alternativi (Kitchin 2014b). Inoltre, questa prospettiva non si limita alla dimensione strettamente urbana, poiché anche la scala territoriale più vasta si trova intrecciata con analoghi processi di interpolazione con gli strumenti digitali ed i dati da essi prodotti (Bonomi e Masiero 2014).

Diversi studi dimostrano come la CS sia in grado di promuovere una pianificazione territoriale e urbana più reattiva e adattiva, in grado di immaginare e sviluppare spazi più efficienti, sostenibili, inclusivi e accessibili, massimizzando l'impegno civico dei *citizen scientist*, sfruttando l'intelligenza collettiva (cfr. Scheda 4.1) e attivando processi di innovazione sociale (Mueller et al. 2018; Cappa, Franco, e Rosso 2021).

Il potenziale espresso dalla CS nelle iniziative di pianificazione territoriale e urbana può essere esplorato usando due diverse lenti interpretative: 1) la CS 'per' la pianificazione come fonte di informazioni e 2) la CS 'con' la pianificazione come metodologia di partecipazione e co-progettazione.

6.4.1 La CS 'per' la pianificazione territoriale e urbana

Questa prima categoria considera la CS come mezzo per produrre nuovi dati e informazioni in tempi rapidi, per poter meglio affrontare le principali problematiche cui sono sottoposti i sistemi territoriali e urbani. In tutto il mondo, infatti, città e territori stanno affrontando le principali sfide legate ai temi della sostenibilità e ai cambiamenti climatici che determinano un'impellente necessità di ripensare infrastrutture, reti di trasporto e comunicazione, sistemi di realizzazione e gestione dell'ambiente costruito, sistemi di produzione e consumo ecc., spesso ormai inadeguati a sostenere le attuali e sempre crescenti pressioni antropiche e ambientali.

Offrire risposte a questo insieme di nuove e mutevoli sfide richiede l'adozione di metodi e approcci di pianificazione territoriale e urbana flessibili e adattabili, che si inseriscano in un paradigma che favorisca il dialogo tra pratiche scientifiche e di governo innovative. Negli ultimi decenni, le più innovative strategie e pratiche di pianificazione si sono concentrate sullo sfruttamento di tecnologie avanzate e sull'acquisizione di conoscenze attraverso tecniche di *data mining*, in linea con il concetto di città e società *smart* o guidate dai dati (Hollands 2008; Mueller et al. 2018).

La categorizzazione di CS 'per' la pianificazione territoriale e urbana comprende proprio azioni e iniziative che generano ampie serie di dati spaziali utilizzabili per la formulazione di politiche territoriali e di sviluppo urbano.

Esistono numerosi esempi al riguardo. Un primo esempio è rappresentato dal progetto *TreesCount*² lanciato nel periodo 2015-2016 dal New York Ci-

² Cfr. New York City Department of Parks & Recreation s.d.

ty Department of Parks & Recreation (NYC Parks) per la realizzazione di un censimento degli alberi in prossimità delle strade di New York. TreesCount ha rappresentato il più grande progetto di forestazione urbana partecipativa della storia degli Stati Uniti potendo contare sul contributo di oltre 2.000 cittadini scienziati che hanno generato informazioni su specie di appartenenza, stato di salute, diametro del tronco e coordinate geografiche per la mappatura di oltre seicento alberi. Utilizzando strumenti altamente tecnologici per il rilevamento e rigorosi protocolli di identificazione degli alberi, i cittadini hanno contribuito a creare un inventario digitale spazialmente accurato degli alberi stradali di New York (Fig. 6.4). Il sito web del progetto contribuisce poi a diffondere evidenze e conoscenze sul progetto, spiegando (ad esempio) i molteplici benefici che gli alberi apportano agli ambienti urbani, tra cui la purificazione dell'aria, la produzione di ossigeno, la riduzione dello stress, la fornitura di ombra, il supporto alla fauna selvatica, la gestione dell'acqua piovana e la mitigazione del rumore del traffico (Cappa, Franco, e Rosso 2021).

Particolarmente significative sono poi state le applicazioni dei dati prodotti. Questi sono stati utilizzati dalle istituzioni locali per la stesura di un nuovo piano di riforestazione nella città di New York (Local Law 1065 del 2023) che prevede di aumentare la copertura arborata dal 22% al 30%; inoltre i dati sono stati integrati con quelli censuari per evidenziare aree critiche (piante troppo spoglie, con malattie ecc.) per le quali sviluppare interventi mirati; non ultime le iniziative di volontari che si dedicano alla cura delle piante nei loro quartieri.

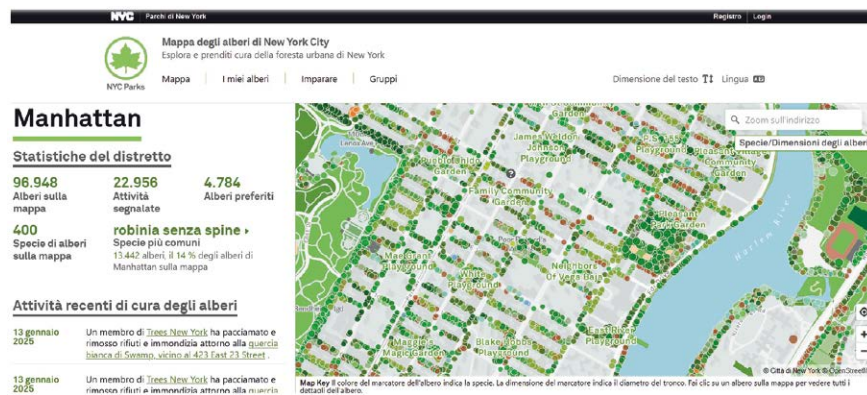


Figura 6.4 – Le rilevazioni di TreesCount nel quartiere di Manhattan (NYC). Fonte: TreesCount (New York City Tree Map 2025).

Altra applicazione di interesse della CS in ambito urbano è riscontrata nell'iniziativa di biodiversità Tucson Bird Count (TBC)³, iniziata nel 2001 che adotta un interessante schema di monitoraggio a Tucson, in Arizona. Ogni

³ Cfr. Tucson Bird s.d.

primavera, i partecipanti al TBC raccolgono dati su numerosità e distribuzione degli uccelli in centinaia di punti di monitoraggio. L'obiettivo primario di questo censimento è quello di verificare come le varie aree urbane siano popolate dagli uccelli autoctoni, con lo scopo di rendere l'ambiente urbano un habitat accogliente e di sviluppare una politica di conservazione dell'avifauna urbana (Turner 2003; McCaffrey 2005). Nell'estate del 2005, il TBC ha registrato 192.000 uccelli appartenenti a 212 specie distinte (Fig. 6.5). Il progetto è stato ampliato con il programma di monitoraggio dei parchi, in cui i volontari conducono indagini trimestrali sugli uccelli negli spazi verdi urbani, nei corsi d'acqua e in altre aree degne di nota. Recentemente altre città (ad esempio Ottawa, in Canada), hanno avviato indagini e censimenti simili sull'avifauna urbana, in gran parte ricalcando l'esperienza di TBC, che è stata capace di attivare importanti politiche di pianificazione territoriale orientate a sostenere la biodiversità e all'elaborazione di strategie di mitigazione urbana del danno ambientale (Deal 2021).

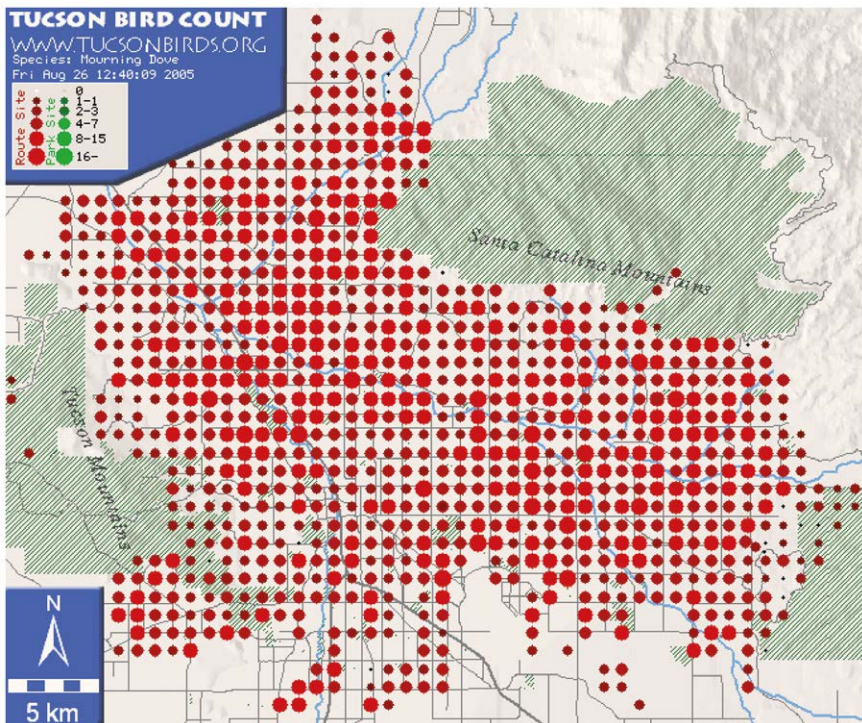


Figura 6.5 – Le rilevazioni del progetto Tucson Bird Count. Didascalia: distribuzione e abbondanza dei colombi luttuosi nell'area di studio del Tucson Bird Count Route Program. Sebbene le posizioni effettive dei siti di rilevamento siano collocate in modo casuale all'interno di ogni cella di 1km², i risultati sono mostrati al centro delle celle. Fonte: Tucson Bird s.d.

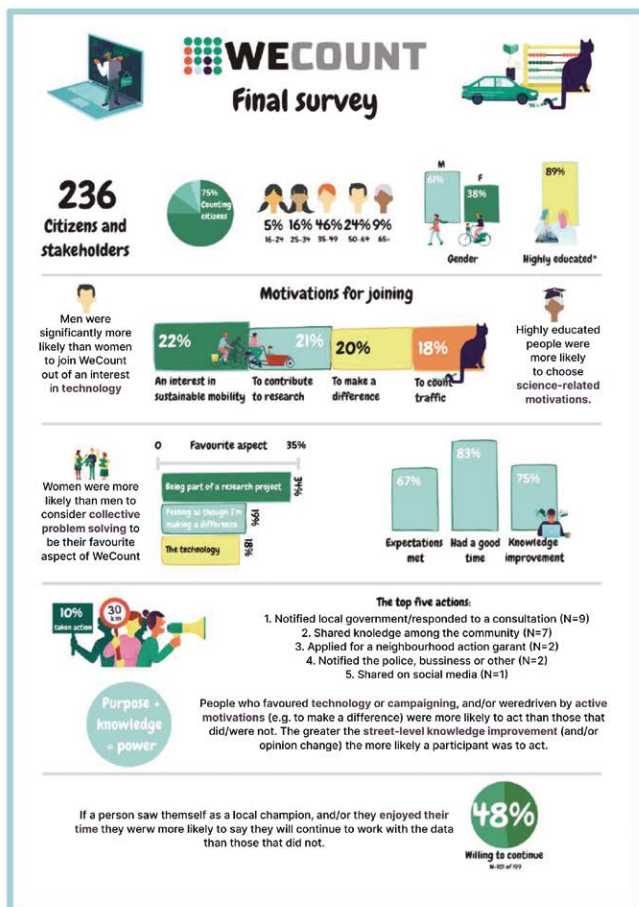


Figura 6.6 – Illustrazione delle fasi e dei risultati del progetto WeCount. Didascalia: l’illustrazione creata per la disseminazione dei risultati del progetto illustra la composizione dei partecipanti; le motivazioni e le azioni intraprese. Fonte: Sardo et al. 2021, 59.

Analogamente, il progetto WeCount⁴ dal 2019 affronta con un approccio innovativo il tema della mobilità urbana. L’iniziativa – sviluppata all’interno di un progetto di ricerca europeo finanziato dal programma Horizon 2020 – mira a mettere i cittadini in condizione di generare dati e informazioni sulla mobilità nei loro quartieri, a scala di singola strada, e sulla qualità dell’aria. Il progetto permette ai cittadini scienziati di sviluppare dispositivi automatizzati (sensori a basso costo, cfr. Fig. 3.6) per il monitoraggio del traffico stradale (ad esem-

⁴ Cfr. WeCount s.d.

pio Telraam⁵). WeCount si configura come una piattaforma di *crowdsourcing*, ha una copertura geografica che al momento interessa vari siti pilota (Madrid e Barcellona, Lubiana, Dublino, Cardiff e Lovanio) e consente un esame dettagliato delle problematiche legate al traffico relative a sei aspetti: sicurezza, rispetto dei limiti di velocità, qualità dell'aria, inquinamento acustico, vivibilità dei quartieri e altre politiche legate al traffico. Nonostante la collaborazione con le autorità locali abbia talvolta riscontrato alcune difficoltà, nel complesso l'iniziativa ad attivare la sperimentazione di concrete iniziative di policy making (Sardo et al. 2024).

6.4.2 La CS 'con' la pianificazione territoriale e urbana

La partecipazione dei cittadini ai processi di pianificazione può avvenire (anche) mediante l'utilizzo di strumenti di progettazione online. Si parla in questo caso di *Citizen Design Science* – combinazione di *Citizen Science* e *Design Science*: una nuova strategia per integrare le idee e i desideri dei cittadini nel processo di pianificazione territoriale e urbana (Mueller et al. 2018).

La *Citizen Design Science* integra l'osservazione umana, l'approccio cognitivo, le esperienze e la conoscenza locale ai processi di pianificazione, progettazione, gestione e trasformazione del territorio (e delle città in particolare). Diversamente dalla CS 'per' la pianificazione, nella CS 'con' la pianificazione il focus si sposta sul coinvolgimento dei partecipanti nella realizzazione di progetti e pratiche di design e progettazione collaborativi.

La *Citizen Design Science*, dunque, coniuga aspetti di ricerca partecipata a quelli propri del design. Certamente l'uso di tecniche di CS permette di generare notevoli quantità di dati *user-generated* da utilizzare per la pianificazione e per la progettazione urbana. Tuttavia, questo approccio alla CS enfatizza la partecipazione pubblica, la democrazia e la giustizia, come descritto da Fan e Chen (2019), favorendo l'integrazione di sforzo creativo collettivo ai processi di pianificazione territoriale e urbana (Sanders e Stappers 2008).

Anche se i campi di applicazione variano, la partecipazione dei cittadini ha il potenziale di mettere la comunità locale nelle condizioni di contribuire (a monte) alla progettazione scientifica e (a valle) alle decisioni che vengono prese utilizzando i risultati dei progetti di CS. Questo approccio contempla la CS come mezzo di cambiamento olistico attraverso l'*empowerment* e l'esperienza dei cittadini: questo coinvolgimento pubblico costituisce un 'contributo' alla creazione di ambienti urbani più vivibili e sostenibili (Alix e Ciaffi 2017).

La CS 'con' la pianificazione si realizza mediante l'utilizzo di strumenti di coinvolgimento in presenza oppure online. Nella prima tipologia troviamo, ad esempio, esperimenti di CS sviluppati nell'ambito di workshop collaborativi o da Living Lab (laboratori urbani), mentre esempi del secondo caso sono iniziative e piattaforme digitali di *open governance* e/o *open data*. Queste iniziative

⁵ Cfr. Telraam s.d. "Home page".

hanno il valore di migliorare la trasparenza dei processi di pianificazione e governo urbano e consentono ai cittadini di impegnarsi nel dialogo con le autorità (Lyons et al. 2014; Mueller et al. 2018).

Le iniziative di *Citizen Design Science* che usano piattaforme online per la raccolta di *feedback* di massa e/o *input* esperienziali prodotti nell'ambito dei Living Lab, consentono una partecipazione su larga scala, permettendo a numerosi individui di contribuire simultaneamente con le loro intuizioni e di impegnarsi in processi di progettazione attiva insieme a residenti, *city user*, stakeholder locali ecc.

Un esempio è rappresentato dalla piattaforma Decidim⁶ – un progetto lanciato nel 2014 dal comune di Barcellona. Decidim è una infrastruttura digitale, con software Open Access e libero, volta ad ospitare tutti i processi partecipativi della città (iniziative dei cittadini, pianificazione strategica, iniziative e progetti di auto-governo e auto-gestione ecc.) (Fig. 6.7). Obiettivo del progetto è promuovere processi di democrazia digitale partecipativa che consentano ai cittadini di partecipare a iniziative mediante espressione di voti o suggerimenti. Decidim ha rivoluzionato l'approccio della municipalità di Barcellona alla pianificazione territoriale e urbana, garantendo ai cittadini un'influenza diretta sulla definizione di spazi pubblici, politiche e progetti. Dati gli importanti esiti ed il consenso riscontrato dal progetto, altre città come Madrid hanno avviato iniziative simili volte a promuovere processi innovativi e democratici (Almela et al. s.d.).

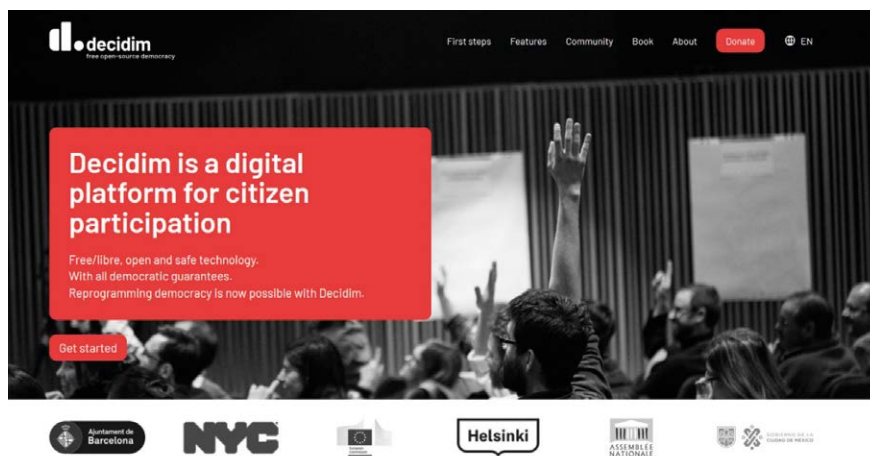


Figura 6.7 – Immagine della pagina iniziale del progetto Decidim. Fonte: Decidim s.d.

Progetti come Decidim a Barcellona, hanno permesso di portare all'attenzione dei policy maker situazioni critiche, per esempio aree caratterizzate da

⁶ Cfr. Decidim s.d.

livelli di inquinamento atmosferico e acustico fuori norma, fattore che oltre ad essere nocivo per la salute ostacola gli incontri, la fruizione degli spazi pubblici e danneggia l'ecosistema. In risposta, il Comune di Barcellona ha potuto dare risposta alle istanze dei cittadini ridefinendo l'uso degli spazi pubblici, l'organizzazione del trasporto in aree particolarmente critiche ecc. Attraverso laboratori collettivi, sono stati realizzati interventi puntuali (rapidi e a basso costo) di «urbanistica tattica» (Lydon e Garcia 2015), modificando le funzioni delle strade per creare più spazio per camminare, giocare, rilassarsi e socializzare; approccio che mira a recuperare gli spazi urbani a vantaggio di cittadini e residenti.

Un altro esempio significativo, anch'esso realizzato a Barcellona, è rappresentato dall'iniziativa NoiseMaps⁷, che ha impiegato un approccio di CS nei quartieri Sagrada Familia e Raval per monitorare l'inquinamento acustico in aree della città particolarmente soggette a pressione turistica. Questo progetto è stato attivato su iniziativa della comunità locale che ha chiesto il supporto dei ricercatori per risolvere il problema dell'inquinamento acustico. Il progetto, terminato nel 2020, ha permesso la raccolta e l'analisi dei dati da parte dei cittadini, consentendo alle istituzioni locali di mettere in campo azioni volte a mitigare il rumore indesiderato, ottenendo così molteplici impatti positivi a più livelli (ambientale, sociale, politico e di salute pubblica).

Un altro esempio di CS con la pianificazione è il progetto Empower Shack (NSL 2015) realizzato in una baraccopoli di Città del Capo denominata Khayelitsha, in Sudafrica. Iniziato nel 2014 e guidato da U-TT, ETH di Zurigo e dall'ONG Ikhayalami Development Services, insieme alla comunità BT-section, il progetto si è concentrato sulla riqualificazione degli insediamenti informali attraverso metodi innovativi di progettazione (NSL 2015). I cittadini hanno co-progettato le loro case e i loro giardini con i progettisti urbani, basandosi su quattro elementi chiave: un modello abitativo a due piani ideato mediante workshop partecipativi; una pianificazione territoriale guidata dalla comunità attraverso strumenti di progettazione collaborativa; una gestione ecologica del paesaggio e programmi di sostentamento integrati (Fig. 6.8). Anche questo progetto ha mostrato come uno strumento di progettazione collaborativa in *crowdsourcing* facilita l'uso dell'analisi dei dati per affrontare la progettazione urbana in ambienti fragili come le baraccopoli. Questo approccio mira a trovare soluzioni ottimali a problemi di pianificazione complessi e rappresenta un esempio di *Citizen Design Science* (Chirkin e König 2016).

Per concludere, nell'ambito della pianificazione territoriale e urbana, la CS permette di aprire a vere e proprie pratiche di co-design, in cui il coinvolgimento del pubblico e l'intelligenza collettiva sono cruciali per la produzione di conoscenza scientifica, la governance e l'elaborazione di politiche pubbliche.

⁷ Cfr. ACTION Project, "Noise Maps: Citizens Mapping the Soundscape of Barcelona".



Figura 6.8 – La costruzione di alloggi promossa dal progetto EmpowerShacks. Didascalia: costruzione di alloggi nella BT-section di Khayditsha, Città del Capo. Fonte: NSL 2015.

6.5 Iniziative di *Citizen Science* per le scienze sociali

La CS e le scienze sociali sono strettamente connesse e si influenzano reciprocamente in diversi modi. La CS rappresenta uno strumento prezioso per le scienze sociali, permettendo ai ricercatori di raccogliere dati su larga scala riguardanti il comportamento umano, fenomeni sociali e dinamiche culturali.

Attraverso l'approccio partecipativo, la CS consente di ampliare la portata e la profondità delle analisi sociali e, allo stesso tempo, le scienze sociali studiano la CS come fenomeno sociale, analizzando il suo impatto sulla società, sull'educazione e sulle politiche pubbliche. I ricercatori delle scienze sociali si interrogano sulle motivazioni che spingono i cittadini a partecipare, sulle implicazioni etiche dei progetti partecipativi, sulla qualità dei dati raccolti e sulle dinamiche di potere e inclusione all'interno della ricerca collaborativa.

Un tratto significativo della relazione tra CS e scienze sociali è la loro comune spinta verso la democratizzazione della conoscenza: entrambe promuovono la partecipazione attiva dei cittadini, rendendo la scienza più accessibile e rilevante per la società. Le applicazioni transdisciplinari di questa interazione sono numerose. Molti progetti di CS si basano su principi delle scienze sociali per affrontare temi come la salute pubblica, la giustizia ambientale, la pianificazione urbana e la gestione delle emergenze.

Tabella 6.1 – Ambiti di applicazione delle iniziative di CS selezionate.

AMBITO / INIZIATIVE DI CS	MONITORAGGIO SDG	SALUTE E BENESSERE	INCLUSIONE E SOSTENIBILITÀ SOCIALE	MONITORAGGIO URBANO	AMBIENTE E BIODIVERSITÀ	CRISI UMANITARIE E DISASTRI
CoAct						
CocòZap						
CS4Rivers						
D-NOSES						
Let Girls Map						
London City Airport						
OpenLitterMap						
Safecast						
Sapelli						
The Hamra Neighbourhood Profile						
WeGlad						

Fonte: Elaborazione degli autori.

I progetti raccolti in questa sezione spaziano da iniziative di monitoraggio ambientale come Safecast, OpenLitterMap e CS4Rivers, orientate rispettivamente alla misurazione di radiazioni ed inquinanti atmosferici, al monitoraggio di rifiuti e plastiche e alla tutela della biodiversità; a progetti di giustizia sociale come CoAct e Let Girls Map, che promuovono la salute, l'equità e i diritti delle donne. A questi si aggiungono una serie di iniziative orientate a fornire basi informative in tempo reale per instaurare un dialogo con i policy maker su questioni urgenti e rilevanti per il benessere di determinate comunità, come la stima e il monitoraggio dell'inquinamento acustico prodotto da un'infrastrut-

tura di trasporto, per esempio nel caso del London City Airport, o questioni di accessibilità urbana come WeGlad o, ancora, volte al miglioramento dei servizi igienici e sanitari in contesti fragili come CocôZap.

Questa varietà riflette il ruolo cruciale della CS nella co-creazione di conoscenze, integrando dati quantitativi e qualitativi raccolti sul campo con la collaborazione di cittadini e ricercatori. Attraverso strumenti digitali, indagini e attività di sensibilizzazione, questi progetti favoriscono la resilienza delle comunità, contribuiscono a migliorare la governance e catalizzano un impatto sociale tangibile, allineandosi alla cornice di riferimento globale degli SDG.

6.5.1 CoActuem per la Salut Mental (CoAct). La CS a supporto del sistema socioassistenziale

CoAct è un progetto finanziato nel triennio 2020-2022 dal programma Horizon 2020 dell'Unione Europea⁸ fondato sui principi della *Citizen Social Science* come ricerca partecipativa co-progettata e guidata direttamente da gruppi di cittadini che condividono un interesse sociale.

Il progetto si è dedicato a quattro ambiti applicativi: impiego giovanile, giustizia ambientale, equità di genere e salute mentale. In relazione a quest'ultimo tema, CoAct ha sviluppato una specifica iniziativa nella città di Barcellona denominata CoActuem per la Salut Mental⁹.

L'iniziativa, ancora oggi operativa a scala locale, è nata per rispondere alle esigenze specifiche di famiglie con persone affette da gravi patologie psichiatriche. Data la scarsa assistenza garantita dal sistema pubblico e a causa della chiusura degli istituti psichiatrici risalente agli anni '80, molte famiglie si sono riunite in associazioni locali costituendo la Federazione di Salute Mentale della Catalogna, uno dei partner di CoAct. Grazie al progetto, tali associazioni sono diventate attori protagonisti delle attività di CS, dando voce ad una preoccupazione comune delle persone con un'esperienza di disturbi mentali e delle loro famiglie: la mancanza di strumenti, modelli e protocolli che mettano al centro l'esperienza di vita e la percezione di sé delle persone con disturbi mentali e dei loro familiari.

Operativamente, mediante l'utilizzo dei telefoni cellulari e di Telegram, le persone con problemi di salute mentale, i loro familiari co-ricercatori, ed esperti hanno potuto condividere le proprie esperienze personali in apposite ChatBot (un software progettato per simulare una conversazione con un essere umano), dando vita ad un processo di dialogo, lettura ed interpretazione collettiva di storie personali e conversazioni. Questo ha permesso di identificare problematiche comuni, narrare attraverso 222 micro-storie esperienze personali legate alle reti di supporto sociale, ricevere riscontri dei partecipanti mediante Telegram per poi giungere alla co-progettazione di proposte di azioni collettive sulla base dei risultati scientifici raccolti.

⁸ Cfr. CoAct Project s.d.

⁹ Cfr. Universitat de Barcelona. s.d.

Complessivamente il progetto ha contribuito a promuovere e migliorare le reti di supporto sociale per la salute mentale, ma ha portato allo sviluppo di 14 raccomandazioni politiche consegnate alle autorità pubbliche – Comune di Barcellona e commissario per il Piano nazionale di salute mentale.

Altra caratteristica interessante è che CoAct ha adottato un approccio di co-valutazione, cioè una forma di valutazione partecipativa che avvia un dialogo su aspettative, obiettivi e impatti sperati già all'inizio del progetto. In questo caso, trattandosi di aspettative delle famiglie e degli individui affetti da patologie, si è trattato di elementi percepiti e non sempre misurabili con indicatori quantitativi. La quantità di dati raccolti, tuttavia, è stata comunque significativa e utile ad indirizzare delle azioni di politica pubblica volte a dare una risposta alle esigenze della comunità.

6.5.2 CocôZap. La CS nelle *favelas* brasiliane

CocôZap è un progetto sviluppato da Data_labe¹⁰, un laboratorio di dati e narrazione operativo nella favela Maré di Rio de Janeiro in Brasile, uno dei quartieri con i peggiori indici di sviluppo umano (HDI) della città, dove vivono circa 114mila abitanti. L'area presenta un sistema fognario obsoleto che non soddisfa l'attuale domanda di servizi igienici di base, oltre a diversi problemi di allagamenti, accumulo di rifiuti nelle strade e approvvigionamento idrico intermittente. In questo senso, il progetto mira a fornire alternative comunitarie al problema e a mobilitare la popolazione intorno alla questione per garantire i diritti universali di base.

CocôZap è stato ideato nel 2018 da un gruppo di giovani che vivono nelle favelas con la collaborazione delle associazioni locali Casa Fluminense e Redes de Desenvolvimento de Maré. Utilizzando un numero WhatsApp, CocôZap raccoglie le segnalazioni e le proposte dei cittadini su servizi igienico-sanitari di base, approvvigionamento idrico e raccolta e gestione dei rifiuti a Maré, stimolando anche il dibattito su questi temi.

Il cittadino per segnalare deve semplicemente mandare foto, video e/o racconti illustrando le difficoltà di gestione quotidiana dei disagi, portando alla luce le diffuse disuguaglianze in termini di accesso ai servizi pubblici.

Oltre alla raccolta dati, CocôZap organizza con frequenza incontri con residenti, scuole, centri sanitari e associazioni di residenti, per creare uno spazio di dibattito permanente sulle problematiche sanitarie del quartiere e continuare a promuovere e diffondere il canale di segnalazione.

Il database con i dati di CS raccolti dai cittadini è stato nel tempo implementato per creare degli indicatori da comparare e/o integrare a quelli ufficiali. Il progetto rilascia mappe aggiornate e report periodici, e ha utilizzato queste informazioni, per esempio, per la redazione di un Manifesto e della Carta dei servizi igienico-sanitari (*Carta de Saneamento*), che offre una diagnosi delle richieste

¹⁰ Cfr. Data-Labe s.d.

prioritarie di servizi igienico-sanitari di base nel complesso della favela di Maré e del Piano di Monitoraggio Popolare (*Plano de Monitoramento Popular*), risultato di un follow-up di tre mesi condotto dall'equipe del Cocôzap con 15 famiglie del quartiere durante la pandemia, per capire quali parametri ambientali e sanitari devono essere monitorati per misurare gli impatti del COVID-19 nel quartiere.

L'obiettivo ultimo del progetto è fare pressione sui policy maker locali per trovare soluzioni basate sui dati raccolti e analizzati dai residenti stessi.

6.5.3 Citizen Science for Rivers (CS4Rivers). La CS per monitorare, preservare e ripristinare la biodiversità fluviale

CS4Rivers¹¹ è un progetto condotto dall'Università di Siena all'interno del *National Biodiversity Future Center* – finanziato dal PNRR, che si avvale della ricerca scientifica nazionale di eccellenza e delle moderne tecnologie per monitorare, preservare e ripristinare la biodiversità al fine di contrastare l'impatto antropico, gli effetti dei cambiamenti climatici e di supportare i servizi ecosistemici in chiave sostenibile.

CS4Rivers (2023-2025) ha operato nel bacino fluviale del fiume Ombrone, in Toscana, attraverso il coinvolgimento della comunità e degli stakeholder locali in attività di monitoraggio e protezione della biodiversità fluviale.

I partecipanti al progetto sono stati coinvolti in attività di *training*, raccolta e analisi dei dati, definizione di politiche e strategie di conservazione e protezione della biodiversità del fiume. Le attività di CS hanno riguardato il monitoraggio della comunità di macroinvertebrati, della vegetazione riparia e della qualità delle acque.

In particolare, per quanto attiene la qualità delle acque, monitorate mediante il modello applicato da FreshWater Watch, le informazioni prodotte hanno permesso di elaborare alla scala locale l'indicatore SDG 6.3.2 – Percentuale di corpi idrici con una buona qualità dell'acqua nell'ambiente, alla scala locale (ossia a livello di bacino di fiume), offrendo utili indicazioni di policy e costituendo una base informativa che va ad integrare quella prodotta dalla statistica ufficiale.

Anche in questo caso la CS ha consentito di integrare i dati ufficiali disponibili per il monitoraggio della biodiversità a scala locale, con informazioni che permettono di aumentare la risoluzione spaziale e temporale delle osservazioni ambientali disponibili (Loiselle et al. 2017, Sanna et al. 2024).

Importante effetto alla scala locale, infatti, riguarda l'espansione e la maggiore capillarità dei siti di monitoraggio passati dai 32 siti ufficiali dell'ARPAT (che esegue solo 4 campagne di raccolta dati all'anno) agli attuali oltre 50 che i *citizen scientist* monitorano con cadenza mensile. A questi si aggiungono rilevanti effetti di *spill-over* poiché, da un lato, i volontari hanno iniziato a monitorare altri corsi d'acqua (per esempio il fiume Arbia), utilizzando le competenze acquisite sul campo e, dall'altro, alcuni musei del territorio hanno avviato atti-

¹¹ Cfr. CS4Rivers s.d.

vità di disseminazione dando vita, autonomamente, ad eventi riguardanti attività e temi del progetto.

In conclusione, attraverso la partecipazione al progetto CS4Rivers, i *citizen scientist* hanno potuto: 1) contribuire alla produzione di nuova conoscenza scientifica con un impatto atteso sulle politiche locali, regionali e nazionali, 2) accrescere le loro competenze e consapevolezze in materia di biodiversità e 3) aumentare il proprio benessere psico-fisico attraverso la conduzione di attività di gruppo svolte all'aperto immersi nella natura (Capineri et al. 2025).

6.5.4 D-NOSES. La CS per il monitoraggio degli odori

Il progetto Distributed Network for Odour Sensing, Empowerment and Sustainability (D-NOSES s.d.), finanziato nell'ambito del programma Horizon 2020 dell'Unione Europea nel periodo 2018-2020, ha visto il coinvolgimento di numerosi esperti di CS e co-creazione, associazioni internazionali, esperti di odori e sostenibilità, tra cui università e PMI, amministrazioni locali ed enti pubblici, mediante lo sviluppo di casi pilota coordinati in 10 paesi europei ed extraeuropei. Partendo da esperienze locali D-NOSES ha affrontato il problema degli odori con un approccio adattabile alla scala globale mettendo a disposizione una metodologia e delle linee guida che ne permettono una agevole replicabilità.

Dall'esperienza del progetto D-NOSES, nel 2019 ha preso vita Science for Change, una organizzazione di ricerca che promuove la CS, che con l'idea di sfruttare i risultati del progetto ha ideato OdourCollect¹²: un'applicazione mobile di CS che permette ai cittadini partecipanti di mappare gli odori ed esprimere in tempo reale le proprie percezioni di disturbo o gradimento.

Come sottolineato dagli studiosi di OdourCollect, a livello europeo, l'inquinamento da odori è la seconda causa di reclamo ambientale dopo il rumore, rappresentando oltre il 30% delle segnalazioni legate all'ambiente. L'esposizione frequente agli odori può avere forti impatti sul benessere delle persone (causando mal di testa, stress, problemi respiratori ecc.). Tuttavia, escludendo l'inquinamento atmosferico (ad es. connesso alle emissioni da PM10), gli odori sono spesso ignorati nelle normative ambientali, lasciando i cittadini indifesi e portando spesso a conflitti socio-ambientali nelle comunità interessate.

OdourCollect, basandosi su una pratica di co-progettazione e mediante l'utilizzo combinato della CS e delle moderne tecnologie permette, dunque, il monitoraggio in tempo reale di questa forma di inquinamento. I cittadini possono costruire e consultare mappe degli odori attraverso l'applicazione mobile.

Nei diversi contesti pilota, l'iniziativa ha visto il coinvolgimento attivo delle comunità locali che grazie ai dati raccolti hanno potuto intraprendere azioni di *advocacy*, portando le problematiche rilevate sul tavolo di discussione dei policy maker locali. Questo nuovo patrimonio informativo in più casi ha contribuito al-

¹² Cfr. Science for Change s.d.

la formulazione di risposte concrete (ad esempio con azioni migliorative approntate ad impianti di riciclaggio e compostaggio)¹³. Un altro importante risultato del progetto è stata la creazione dell'Osservatorio internazionale degli odori¹⁴, in cui vengono raccolti, mappati e resi disponibili tutti i dati e le informazioni rilevati globalmente.

In generale, il progetto si allinea all'SDG 3 Salute e benessere – Assicurare la salute e il benessere per tutti e per tutte le età, e mira al raggiungimento dei seguenti target specifici: SDG 3.9 Ridurre sostanzialmente il numero di decessi e malattie da sostanze chimiche pericolose e da inquinamento e contaminazione di aria, acqua e suolo; 3.d Rafforzare la capacità di tutti i paesi, in particolare i paesi in via di sviluppo, per la prevenzione, la riduzione e la gestione dei rischi per la salute nazionale e globale.

6.5.5 Let Girls Map. Humanitarian Extreme CS al servizio delle questioni di genere

YouthMappers¹⁵ è una comunità globale di studenti, ricercatori, educatori e studiosi che utilizzano le tecnologie geospaziali pubbliche per evidenziare e affrontare le sfide ambientali e di sviluppo in tutto il mondo. Nata nel 2015, YouthMappers conta oggi la partecipazione di quasi 300 università in più di 60 paesi. Dall'inizio del programma, gli studenti-mappatori hanno contribuito con più di 12 milioni di modifiche di dati a OpenStreetMap (OSM). Dei 5.000 studenti coinvolti in YouthMappers in tutto il mondo, circa il 40% sono donne (Solís e Zeballos 2023).

Uno dei progetti di YouthMappers è Let Girls Map¹⁶, che mediante l'utilizzo di HOT e OSM (cfr. 3.2.), promuove le iniziative di mappatura a sostegno dei diritti delle donne e delle bambine di tutto il mondo. Let Girls Map mira a motivare e promuovere la creazione di comunità di mappatura inclusive dal punto di vista del genere, prestando attenzione a come le operazioni di mappatura possano sostenere i bisogni delle donne e delle ragazze.

All'atto pratico, Let Girls Map, insegna alle ragazze dall'India alla Tanzania come mappare siti strategici dei territori in cui esse vivono (ad esempio scuole e cliniche), favorendo la conoscenza e l'accesso a servizi educativi e sanitari di qualità. Queste mappe, inoltre, aiutano a fornire alle organizzazioni umanitarie e alle agenzie governative un quadro più chiaro dei luoghi in cui l'istruzione e i servizi sanitari necessitano di maggiore attenzione.

L'utilizzo combinato di piattaforme come OSM e iniziative rivolte a giovani, donne, comunità locali e/o fragili, ha il vantaggio di espandere le conoscenze tra i partner dei vari progetti consentendo alle ONG, alle organizzazioni

¹³ Odour Observatory s.d. "Buone pratiche di settore".

¹⁴ Odour Observatory s.d. "Home page".

¹⁵ Cfr. Youth Mappers s.d. "Home page".

¹⁶ Cfr. Youth Mappers s.d. "Youth Mappers - Let Girls Map".

internazionali e ai partner governativi di utilizzare e contribuire a OSM per affrontare le sfide locali attraverso la fornitura di formazione, attrezzature, scambio di conoscenze e progetti sul campo. Molti di questi sono stati oggetto di studi di caso meritevoli di ulteriori approfondimenti (ad esempio Skarlatidou e Haklay 2021).

6.5.6 Citizen Science Study of Overflight Noise From New and Old generation Aircraft at London City Airport. CS, *citizen-led initiative* e monitoraggi in tempo reale per affrontare questioni sociali urgenti

L'aeroporto di London City (LCA) è il più piccolo e più centrale dei cinque aeroporti internazionali della capitale britannica. Costruito negli anni Ottanta, secondo un piano di espansione in diverse fasi, la capacità del City Airport sarà aumentata da tre ad otto milioni di passeggeri all'anno entro il 2030 con la conseguente rimozione delle limitazioni orarie esistenti (coprifuoco notturno, blocco dei voli durante fine settimana e giorni festivi).

I residenti locali lamentano da anni l'impatto acustico dell'aeroporto e il rischio che questo si aggravi con i voli aggiuntivi derivanti dall'espansione aeroportuale. L'amministrazione pubblica rassicura invece i residenti, argomentando che gli aerei di nuova generazione sono significativamente più silenziosi e che non vi saranno ulteriori o più gravi impatti sul benessere dei residenti.

Con l'obiettivo di valutare l'impatto acustico dei voli (inclusi quelli di nuova generazione), un gruppo di ricercatori ha lanciato una raccolta dati effettuata con tecniche di CS nei mesi di luglio e agosto 2022 e ripetuta nel settembre 2023¹⁷. Il team di ricerca ha selezionato i punti di monitoraggio e i cittadini hanno usato le applicazioni Explane, FlightRadar e FlightAware per mappare gli aerei e misurare il rumore.

I risultati prodotti dallo studio (Nold et al. 2023) hanno non solo contribuito ad informare in modo scientifico circa il reale impatto derivante dalle rotte aree da/per il LCA, ma hanno evidenziato la ben modesta riduzione del rumore dei nuovi aeromobili (di soli 1,7 decibel), rilevando persino casi di modelli più rumorosi di quelli di vecchia generazione.

Tali evidenze empiriche sono state utilizzate sia dai ricercatori che dagli attivisti locali del gruppo HACAN East per chiedere al governo (attraverso interrogazioni parlamentari)¹⁸ di riconsiderare il piano di espansione del LCA e le conseguenti revisioni proposte ad orari e giorni di operatività dei voli.

I dati raccolti dai cittadini continuano a fornire evidenze empiriche a supporto delle consultazioni pubbliche in atto tra le associazioni locali e gli Aeroporti di Londra, aprendo all'opportunità di una modifica delle rotte dei voli in modo da mitigare gli impatti acustici prodotti su tutte le aree densamente popolate.

¹⁷ Per approfondimenti, i dati raccolti sono pubblici e consultabili sul sito e discussi da Nold et al. 2023.

¹⁸ Cfr. HACAN East s.d.

6.5.7 OpenLitterMap. CS per la mappatura globale dei rifiuti rilasciati in natura

OpenLitterMap¹⁹ è un progetto nato nel 2017 dall'iniziativa di un geografo, Seán Lynch, sostenuto da donazioni e dal contributo di ormai migliaia di *citizen scientist* in tutto il mondo, con l'obiettivo di sensibilizzare la popolazione sul tema dei rifiuti, soprattutto plastiche e microplastiche, rilasciati in natura.

OpenLitterMap è una piattaforma *open source* mediante la quale, i cittadini, utilizzando una applicazione mobile, possono contribuire fotografando i rifiuti, che vengono – in fase di caricamento – semplicemente etichettati in base a categorie intuibili (ad es. sanitari, mozziconi di sigaretta, rifiuti organici ecc.) e geolocalizzati attraverso OpenStreetMap. I dati immessi nella applicazione vengono validati da un team di volontari esperti e poi resi pubblici in un database Open Access e su mappa online.

La scala del progetto è globale, è infatti possibile raccogliere dati in ogni angolo della terra. Secondo quanto riportato nel sito, nel 2024 si contano quasi 500 mila segnalazioni distribuite in tutti i continenti.

Periodicamente il progetto si fa promotore di campagne di *clean up* che permettono non solo di condurre importanti operazioni di pulizia, ma sono anche un modo per riunire le persone, quantificare e comunicare l'impatto ambientale positivo del progetto. Inoltre, da anni ogni venerdì vengono organizzate videochiamate di gruppo dove è possibile scambiare nuove idee, riscontri su iniziative e sulla piattaforma, e suggerimenti provenienti da una comunità globale in continua crescita per definire future prospettive di raccolta dati e monitoraggio ambientale.

6.5.8 Safecast. *Crowdsourcing* per il monitoraggio delle radiazioni

Safecast è un'organizzazione internazionale non-profit il cui obiettivo è creare dati ambientali utili, accessibili e granulari (cfr. Safecast s.d. "About"). Safecast è stata creata il 12 marzo 2011, giorno successivo all'incidente nucleare di Fukushima Dai-ichi in risposta alle inefficienze del gestore giapponese – la compagnia elettrica TEPCO (Tokyo Electric Power Company) – delle agenzie governative giapponesi competenti e degli organismi di controllo internazionali, nel produrre e diffondere i necessari dati per gestire il disastro e informare la popolazione circa rischi e possibili effetti dell'evento.

In pochi giorni, il gruppo di scienziati, volontari e cittadini di Safecast è stato in grado di testare un prototipo di contatore Geiger: un rilevatore di radiazioni mobile dotato di un sistema di registrazione dei dati, GPS e collegabile a veicoli in movimento. Parallelamente, un geo-database online in grado di produrre mappe consultabili in tempo reale per comunicare le misurazioni al pubblico è stato prodotto e messo al servizio del progetto.

Inizialmente, chi possedeva, o decideva di acquistare, un contatore Geiger poteva contribuire al progetto (Brown 2016). In pochi anni il progetto si è dota-

¹⁹ Cfr. OpenLitterMap s.d.

to di una serie di kit di rilevatori per la mappatura delle radiazioni e della qualità dell'aria, acquistabili per contribuire al progetto.

Il progetto Safecast nel tempo si è esteso raggiungendo una portata globale con misurazioni in *crowdsourcing* in oltre 100 paesi. Nel 2020 sono state effettuate 120 milioni di osservazioni calcolando i tassi medi di radiazioni ionizzanti in 330 città di tutto il mondo. Circa il 90% dei dati è stato raccolto dal 10% più attivo dei volontari, e la maggior parte dei dati è stata raccolta usando proprio il kit del progetto (Fig. 3.6).

Lo scopo di Safecast è oggi quello di fornire ai cittadini di tutto il mondo gli strumenti necessari per informarsi, raccogliere e condividere dati ambientali accurati in modo aperto e partecipativo, adottando metodologie *open source* e *open-data* riconducibili ad una prospettiva che intende i dati come beni comuni (cfr. Scheda 4.2). Questo progetto dimostra come la generazione e la diffusione della conoscenza possano essere, dunque, processi aperti e gestiti dai cittadini, i quali usano tecniche di *crowdsourcing* per raccogliere e condividere dati sui livelli di radiazioni sotto forma di mappe facilmente accessibili online.

6.5.9 Sapelli. Extreme CS per il monitoraggio della fauna selvatica e la lotta al bracconaggio

Il progetto Sapelli²⁰, nato nel 2016 dalla sinergia tra la Zoological Society of London (ZSL)²¹ ed ExCiteS²², mira a fornire alle popolazioni indigene della foresta Baka (cacciatori-raccoglitori) e Bantu (agricoltori) del Camerun, un modo per denunciare i reati illegali contro la fauna selvatica e mappare gli habitat degli animali.

L'omonima piattaforma di raccolta dati è stata ideata secondo una metodologia di co-progettazione guidata dalle comunità locali e indigene, promuovendo l'integrazione dei sistemi di conoscenza locali.

Sapelli consente a chiunque di partecipare alle mappature, indipendentemente dal livello di alfabetizzazione o dalla capacità tecnologica, grazie all'utilizzo di interfacce utente basate su icone configurabili e altamente intuitive. Nel corso della realizzazione del progetto, infatti, partendo da un modello di piattaforma comune, ogni singola comunità indigena ha deciso quali dati raccogliere e co-progettato delle interfacce personalizzate per poter disporre di icone rilevanti a livello locale ed escludere quelle che avrebbero potuto creare confusione. Tutto (inclusi i protocolli per la raccolta dati) è stato frutto di un processo di co-progettazione e per evitare eventuali gli squilibri di potere e favorire un clima di fiducia tra ricercatori e popolazione locale, è stato dato alle comunità lo spazio e il tempo necessari per decidere la natura del loro coinvolgimento e considerarne potenziali benefici e rischi.

²⁰ Cfr. Sapelli s.d.

²¹ Cfr. ZSL s.d.

²² Cfr. University College London s.d.

I dati raccolti con Sapelli vengono trasmessi ad un server GeoKey (un'infrastruttura di dati aperti per la mappatura comunitaria) e possono essere visualizzati anche mediante smartphone. GeoKey funge da collegamento tra raccolta e visualizzazione dati e fornisce funzionalità per modificare e commentare i dati esistenti e aggiungere nuovi contributi utilizzando punti, linee, poligoni, testo, icone del progetto Sapelli e file multimediali.

Come documentato da alcuni studi, nonostante l'impatto diretto sulla riduzione del commercio di fauna selvatica sia difficile da quantificare, le testimonianze del personale delle forze dell'ordine attestano il contributo dei dati raccolti dai cittadini nell'informare autorità forestali locali e forze dell'ordine (nazionali ed internazionali) su bracconaggio e traffico illegale di animali selvatici. I dati vengono inoltre utilizzati sul campo dagli agenti del Ministero delle Foreste e della Fauna Selvatica (MINFOF), per meglio gestire le operazioni di pattugliamento e per rivalutare importanti hotspot e corridoi per la fauna selvatica sulla base del monitoraggio ecologico delle comunità. Queste azioni hanno avuto risultati tangibili sul numero di sequestri di merce e sugli arresti dei bracconieri tra il 2017 e il 2020. Anche per questi risultati, come documentato da studi recenti (Chiaravalloti et al. 2021; Skarlatidou et al. 2024), il progetto Sapelli presenta un forte potenziale di replicabilità in contesti simili.

6.5.10 The Hamra Neighbourhood Profile. CS, data-driven policy e SDG alla scala locale

RELIEF Centre²³ è una rete di ricerca diretta dall'Institute for Global Prosperity dell'University College di Londra, dell'American University di Beirut e del Centre for Lebanese Studies. Questi, in collaborazione con UN-Habitat hanno dato vita all'iniziativa The Neighbourhood Profile per Hamra, quartiere vivace e cosmopolita della città di Beirut (capitale del Libano nonché città più popolosa del paese), caratterizzata da forti disuguaglianze socioeconomiche, complice anche la presenza di numerosi profughi siriani che vivono in condizioni di estrema povertà.

Il progetto di tipo collaborativo è stato avviato nel 2018 sulla base di una metodologia replicata in numerosi altri quartieri di Beirut, con l'obiettivo di raccogliere una vasta gamma di informazioni alla scala locale relative a: contesto, governance, popolazione, sicurezza, salute, istruzione, protezione dell'infanzia, economia locale, edifici, acqua, servizi igienici e sanitari ecc. I dati sono stati raccolti combinando la CS ad una serie di altre tecniche di indagine di campo, sondaggi, interviste e focus group.

L'ampia base informativa resa disponibile dal progetto ha permesso l'elaborazione del *Prosperity index* di Hamra. In particolare, l'indice è stato costruito e validato mediante consultazioni pubbliche locali che ne hanno identificato le componenti principali (basi della prosperità; opportunità e aspirazioni; pote-

²³ Cfr. RELIEF Centre s.d.

re, voce e influenza; salute e ambienti sani; appartenenza, identità e cultura) e le relative misure statistiche. L'indice e i dati di CS sono così stati utilizzati per informare il decisore politico sulle vulnerabilità e sugli ambiti di intervento prioritari nel quartiere e per guidare interventi di policy di tipo *data-driven* che hanno risposto in modo puntuale alle esigenze della comunità locale.

Molte delle informazioni raccolte inoltre, sono in linea con gli indicatori SDG quali: Salute e benessere (SDG 3), Istruzione di qualità (SDG 4), Parità di genere (SDG 5), Acqua pulita e servizi igienico-sanitari (SDG 6), ma anche Ridurre le disuguaglianze (SDG 10) e Città e comunità sostenibili (SDG 11).

In ottica di prosecuzione delle attività progettuali, è stato chiesto ai cittadini di creare nuove iniziative basandosi sui dati raccolti, sono così stati ideati i seguenti progetti: *The Goods of our city*, *Juwan Community centre* e *Wirash* (Mintchev et al. 2025).

6.5.11 Welcome Gladiators (WeGlad). La CS per un mondo senza barriere architettoniche

Welcome Gladiators ossia WeGlad²⁴ è una applicazione mobile collaborativa e gratuita che ha lo scopo di raccogliere dati per facilitare la mobilità e l'autonomia di persone con difficoltà motorie, anche temporanee – si pensi ad un genitore con passeggino o ad una persona in stampelle.

WeGlad è nata nel 2021 da una start-up piemontese che, dopo soli 5 mesi, ha ricevuto il Premio Nazionale Economia Civile e negli anni successivi ha continuato a ricevere premi e menzioni speciali.

WeGlad è sviluppata e sta crescendo grazie al contributo di associazioni e semplici cittadini che volontariamente contribuiscono raccogliendo dati sull'accessibilità di ambienti urbani e tutti i luoghi aperti al pubblico (dai negozi agli uffici pubblici), mappandoli e caricando immagini di eventuali barriere architettoniche. Vengono inoltre condivise informazioni su mezzi di trasporto, fermate accessibili e parcheggi riservati ai disabili, in modo che l'applicazione mobile possa creare percorsi personalizzati in tempo reale in base ai dati raccolti dai cittadini. La mappatura completa di una zona consente, infatti, di generare percorsi da A a B che evitano le barriere architettoniche con filtri personalizzati, permettendo ad ogni persona di spostarsi autonomamente.

Inoltre, gli utenti possono interagire in uno spazio virtuale dedicato alla *community* che offre la possibilità di condividere le novità mappate e le esperienze personali, fare domande, consigliare agli altri i luoghi migliori e persino chiedere o offrire aiuto.

Il progetto organizza dei *Mappathon* – vere e proprie gare di mappatura di tutte le barriere architettoniche presenti su un determinato territorio – che coinvolgono PMI, amministrazioni locali, cittadini e ONG.

²⁴ Cfr. WeGlad s.d.

Nel 2022, WeGlad ha sviluppato l'interfaccia REACT (Retail accessibile e trasparente) rivolto ad aziende che hanno molte filiali o punti vendita (banche, assicurazioni, abbigliamento, uffici pubblici ecc.) al fine di mapparne l'accessibilità dal punto di vista fisico, sensoriale e alimentare. Tutte le informazioni fornite dalle aziende, vengono poi associate in tempo reale sulla piattaforma a quelle mappate dai *citizen*.

Il progetto ha lo scopo ambizioso di accelerare la transizione verso un futuro più accessibile, senza barriere architettoniche, per costruire una società più inclusiva. Nonostante sia nato da una iniziativa circoscritta al contesto italiano, WeGlad si sta espandendo oltre i confini nazionali.

Riferimenti bibliografici

- ACTION Project. s.d. "Noise Maps: Citizens Mapping the Soundscape of Barcelona." <<https://actionproject.eu/citizen-science-pilots/noise-maps/>> (2025-04-23).
- Aernouts, Nele, Francesca Cognetti, and Elena Maranghi, edited by. 2023. *Urban Living Lab for Local Regeneration. Beyond Participation in Large-scale Social Housing Estates*. Cham: Springer. <<https://library.oapen.org/bitstream/id/d7a4aa23-0e75-4b38-b850-ddbc08dd1ba1/978-3-031-19748-2.pdf>> (2025-04-23).
- Agenzia per la Coesione Territoriale. s.d. "S3 - Smart Specialisation Strategy." <<https://www.agenziacoesione.gov.it/s3-smart-specialisation-strategy/?lang=en>> (2025-04-23).
- Albert, Alexandra, Muki Haklay, Fabien Moustard, Susanne Hecker, Bastian Greshake Tzovaras, Marina Chang, and Ariel B. Lindner. 2023. "The transdisciplinary potential of citizen science." In *Handbook of Transdisciplinarity: Global Perspectives*, edited by R. J. Lawrence, 198-214. Cheltenham: Edward Elgar Publishing.
- Alix, Nicole, e Daniela Ciaffi. 2017. "Beni comuni: in Francia come in Italia, l'importante è contribuire!" *Labsus*. <<https://www.labsus.org/2017/06/democrazia-beni-comuni-in-francia-come-in-italia-limportante-e-contribuire/>> (2025-04-23).
- Allwinkle, Sam, and Peter Cruickshank. 2011. "Creating Smart-Er Cities: An Overview." *Journal of Urban Technology* 18, 2: 1-16. <https://doi.org/10.1080/10630732.2011.601103>
- Almela, Marta, Xabier Barandiaran, Arnau Monterde, Antonio Calleja-López, Juan Linares, Carolina Romero, e Andrés Lucena. s.d. "Infrastruttura digitale per la democrazia partecipativa." *Decidim*. <https://moodle2.units.it/pluginfile.php/494130/mod_resource/content/1/decidim.pdf> (2025-02-12).

- Anderson, Charles. 2008. "The end of theory: The data deluge makes the scientific method obsolete." <<https://api.semanticscholar.org/CorpusID:53810729>> (2025-04-23).
- Annan, Kofi. 2007. "How to engage stakeholders and mainstream biodiversity." In *Communication, education and public awareness (CEPA): a toolkit for national focal points and NBSAP coordinators*, edited by F. Hesselink, W. Goldstein, P. P. van Kempen, T. Garnett, and J. Dela, 155-225. Montreal: Secretariat of the Convention on Biological Diversity and IUCN. <https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/cepa_toolkit_english.pdf> (2025-04-23).
- Aoki, Paul, Allison Woodruff, Baladitya Yellapragada, and Wesley Willett. 2017. "Environmental Protection and Agency: Motivations, Capacity, and Goals in Participatory Sensing." In *Proceedings of the 2017 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 3138-150. New York: Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3025453.3025667>
- Arnstein, Sherry R. 1969. "A Ladder Of Citizen Participation." *Journal of the American Institute of Planners* 35, 4: 216-24. <https://doi.org/10.1080/01944366908977225>
- Asah, Stanley T., and Dale J. Blahna. 2012. "Motivational functionalism and urban conservation stewardship: implications for volunteer involvement." *Conservation Letters* 5, 6: 470-77. <https://doi.org/10.1111/j.1755-263X.2012.00263.x>
- Asah, Stanley T., Anne D. Guerry, Dale J. Blahna, and Joshua J. Lawler. 2014. "Perception, acquisition and use of ecosystem services: Human behavior, and ecosystem management and policy implications." *Ecosystem Services* 10: 180-86. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2014.08.003>
- Ash James, Kitchin Rob, and Leszczynski Agnieszka. 2018. "Digital turn, digital geographies?" *Progress in Human Geography* 42, 1: 25-43. <https://doi.org/10.1177/0309132516664800>
- Audubon. s.d. "Conservation Action through Birds." <<https://www.audubon.org/>> (2025-02-07).
- Australian Citizen Science Association. s.d. "Citizen Science in Australia." <<https://citizenscience.org.au/>> (2024-10-03).
- Baccarne, Bastiaan, Dimitri Schuurman, Peter Mechant, and Lieven De Marez. 2014. "The role of urban living labs in a smart city." In *XXV ISPIIM Innovation Conference, Proceedings*, 1-16. Dublin: UGent Publication. <<http://hdl.handle.net/1854/LU-5646684>> (2025-04-23).
- Baker, Monya. 2016. "1,500 scientists lift the lid on reproducibility." *Nature* 533: 452-54. <https://doi.org/10.1038/533452a>
- Balázs, Bálint, Peter Mooney, Eva Nováková, Lucy Bastin, and Jamal Jokar Arsanjani. 2021. "Data Quality in Citizen Science." In *The Science of Citizen Science*, edited by Katrin Vohland, Anne Land-Zandstra, Luigi Ceccaroni, Rob Lemmens, Josep Perelló, Marisa Ponti, Roeland Samson, and Katherin Wagenknecht, 139-57. Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-58278-4_8#DOI
- Balestrini, Mara, Rogers Yvonne, Carolyn Hassan, Javi Creus, Martha King, and Paul Marshall. 2017. "A City in Common: A Framework to Orchestrate Large-Scale Citizen Engagement Around Urban Issues." In *Proceedings of the 2017 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 2282-294. CHI '17. New York: Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3025453.3025915>
- Ballard, Heidi L., Tina Phillips, and Lucy Robinson. 2018. "Conservation outcomes of citizen science." In *Citizen Science - Innovation in Open Science, Society and Policy*, edited by S. Hecker, M. Haklay, A. Bowser, Z. Makuch, J. Vogel, and A. Bonn,

- 254-68. London: UCL Press. <<https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/10066316/>> (2025-04-23).
- Barber, Vanessa, Catherine Bertrand, Caroline Bulman, Claire Carvell, Helene Colman, Richard Comont, Katie Cruickshanks, et al. 2016. "Polli:Bright. Manuale delle attività." *Polli:Bright Project Report – OPAL*. <<https://www.dsv.unisi.it/sites/st15/files/allegatiparagrafo/05-04-2019/ita-pollination-manuale.pdf>> (2025-04-23).
- Batson, C. Daniel, N. Ahmad, and J. A. Tsang. 2003. "Four motives for community involvement." *Journal of Social Issues* 58, 3: 429-45. <https://doi.org/10.1111/1540-4560.00269>
- Batty, Michael, Andrew Hudson-Smith, Richard Milton, and Andrew Crooks. 2010. "Map mashups, Web 2.0 and the GIS revolution." *Annals of GIS* 16, 1: 1-13. <https://doi.org/10.1080/19475681003700831>
- Bell, Sandra, Mariella Marzano, Joanna Cent, Hanna Kobierska, Dan Podjed, Deivida Vandzinskaite, Hugo Reinert, Ausrine Armaitiene, Malgorzata Grodzińska-Jurczak, and Rajko Muršič. 2008. "What counts? Volunteers and their organisations in the recording and monitoring of biodiversity." *Biodiversity and Conservation* 17,14: 3443-454. <https://doi.org/10.1007/s10531-008-9357-9>
- Berti Suman, Anna, and Robin Pierce. 2018. "Challenges for Citizen Science and the EU Open Science Agenda under the GDPR." *European Data Protection Law Review* 4, 3: 284-95. <https://doi.org/10.21552/edpl/2018/3/7>
- Bird, Tomas J., Amanda E. Bates, Jonathan S. Lefcheck, Nicole A. Hill, Russel J. Thomson, Graham J. Edgar, Rick D. Stuart-Smith, et al. 2014. "Statistical solutions for error and bias in global citizen science datasets." *Biological Conservation* 173: 144-54. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2013.07.037>
- Bonney, Rick, Caren B. Cooper, Janis Dickinson, Steve Kelling, Tina Phillips, Kenneth V. Rosenberg, and Jennifer Shirk. 2009. "Citizen Science: A Developing Tool for Expanding Science Knowledge and Scientific Literacy." *BioScience* 59, 11: 977-84. <https://doi.org/10.1525/bio.2009.59.11.9>
- Bonney, Rick, Heidi Ballard, Rebeca Jordan, Ellen McCallie, Tina Phillips, Jennifer Shirk, and Candie C. Wilderman. 2009. "Public participation in scientific research: Defining the field and assessing its potential for informal science education." In *A CAISE Inquiry Group Report*. Washington, DC: Center for Advancement of Informal Science Education (CAISE). <<https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED519688.pdf>> (2025-04-23).
- Bonney, Rick, Jennifer L. Shirk, Tina B. Phillips, Andrea Wiggins, Heidi L. Ballard, Abraham J. Miller-Rushing, and Julia K. Parrish. 2014. "Next Steps for Citizen Science." *Science* 343, 6178: 1436-437. <https://doi.org/10.1126/science.1251554>
- Bonney, Rick, Tina B. Phillips, Heidi L. Ballard, and Jody W. Enck. 2016. "Can Citizen Science Enhance Public Understanding of Science?" *Public Understanding of Science* 25, 1: 2-16. <https://doi.org/10.1177/0963662515607406>
- Bonney, Rick. 1996. "Citizen Science: A Lab Tradition." *Living Bird* 15, 4: 7-15.
- Bonney, Rick. 2007. "Citizen Science at the Cornell Lab of Ornithology." In *Exemplary Science in Informal Education Settings: Standards-Based Success Stories*, edited by R. E. Yagere, and J. H. Falk, 213-29. Arlington (VA): NSTA Press.
- Bonomi, Aldo, e Roberto Masiero. 2014⁴. *Dalla smart city alla smart land*. Venezia: Agenda Marsilio.
- Bordogna, Gloria, Paola Carrara, Laura Criscuolo, Monica Pepe, and Anna Rampini. 2014. "On Predicting and Improving the Quality of Volunteer Geographic Information Projects." *International Journal of Digital Earth* 9, 2: 134-55. <https://doi.org/10.1080/17538947.2014.976774>

- Brenna, Brita. 2011. "Clergymen Abiding in the Fields: The Making of the Naturalist Observer in Eighteenth-Century Norwegian Natural History." *Science in Context* 24, 2: 143-66. <https://doi.org/10.1017/S0269889711000044>
- Brown, Azby, Pieter Franken, Sean Bonner, Nick Dolezal, and Joe Moross. 2016. "Safecast: successful citizen-science for radiation measurement and communication after Fukushima." *Journal of Radiological Protection* 36: S82-101. <https://doi.org/10.1088/0952-4746/36/2/S82>
- Brugha, Ruairí, and Zsuzsa Varvasovszky. 2000. "Stakeholder analysis: a review." *Health Policy and Planning* 15, 3: 239-46. <https://doi.org/10.1093/heapol/15.3.239>
- Bruyere, Brett, and Silas Rappe. 2007. "Identifying the motivations of environmental volunteers." *Journal of Environmental Planning and Management* 50, 4: 503-16. <https://doi.org/10.1080/096405607014020>
- Buanes, Arild, Svein Jentoft, Anita Maurstad, Siri U. Søreng, and Geir Runar Karlsen. 2005. "Stakeholder participation in Norwegian coastal zone planning." *Ocean and Coastal Management* 48, 9-10: 658-69. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2005.05.005>
- Budhathoki, Nama R. 2010. "Participants' motivations to contribute geographic information in an online community." PhD Diss. University of Illinois at Urbana-Champaign. <<https://www.ideals.illinois.edu/items/17032>> (2025-04-23).
- Budhathoki, Nama R., and Caroline Haythornthwaite. 2013. "Motivation for Open Collaboration: Crowd and Community Models and the Case of OpenStreetMap." *American Behavioral Scientist* 57, 5: 548-75. <https://doi.org/10.1177/0002764212469364>
- Buffardi, Annalisa, e Derrick De Kerckhove. 2011. *Il sapere digitale. Pensiero ipertestuale e conoscenza connettiva*. Napoli: Liguori Editore.
- Burke, J., D. Estrin, M. Hansen, A. Parker, N. Ramanathan, S. Reddy, and M. B. Srivastava. 2006. *Participatory sensing*. Boulder (Colorado): WSW'06 at SenSys'06. <<https://escholarship.org/uc/item/19h777qd>> (2025-04-23).
- Butkevičienė, Eglė, Artemis Skarlatidou, Bálint Balázs, Barbora Duží, Luciano Massetti, Ioannis Tsampoulatidis, and Loreta Tauginienė. 2021. "Citizen Science Case Studies and Their Impacts on Social Innovation." In *The Science of Citizen Science*, edited by K. Vohland, A. Land-Zandstra, L. Ceccaroni, R. Lemmens, J. Perelló, M. Ponti, R. Samson, and K. Wagenknecht, 309-29. Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-58278-4_16
- Capineri, Cristina, e Antonella Rondinone. 2011. "Geografie (in)volontarie." *Rivista Geografica Italiana* 118, 3: 555-73.
- Capineri, Cristina, Haosheng Huang, and Georg Gartner. 2018. "Tracking emotions in urban space. Two experiments in Vienna and Siena." *Rivista Geografica Italiana* 125, 3: 273-88. <<https://www.semanticscholar.org/paper/Tracking-emotions-in-urban-space.-Two-experiments-Capineri-Huang/b85645072d1d994d7f7c23f5e69565713c481e0e>> (2025-04-23).
- Capineri Cristina, Giacomo-Maria Salerno, e Venere Stefania Sanna. 2025. "Scienza partecipata e coinvolgimento di attori locali. Una lettura territoriale del modello a quintupla elica a partire dal caso del bacino del fiume Ombrone." *Rivista geografica italiana* 132, 2 (in corso di stampa).
- Capineri, Cristina. 2016. "The Nature of Volunteered Geographic Information." In *European Handbook of Crowdsourced Geographic Information*, edited by Cristina Capineri, Muki Haklay, Haosheng Huang, Vyron Antoniou, Juhani Kettunen, Frank

- Ostermann, and Ross Purves, 15-33. London: Ubiquity Press. <<https://www.jstor.org/stable/j.ctv3t5r09>> (2025-04-23).
- Capineri, Cristina. 2023. "Public geography e citizen science: pratiche di partecipazione per la ricerca-azione." *Annali del Dipartimento di metodi e modelli per l'economia, il territorio e la finanza* 24. <https://doi.org/10.13133/2611-6634/1538>
- Cappa, Francesco, Stefano Franco, and Federica Rosso. 2021. "Citizens and cities: Leveraging citizen science and big data for sustainable urban development." *Business Strategy and the Environment* 31, 2: 648-67. <https://doi.org/10.1002/bse.2942>
- Carayannis, Elias G., and David F. Campbell. 2021. "Democracy of Climate and Climate for Democracy: the Evolution of Quadruple and Quintuple Helix Innovation Systems." *Journal of the Knowledge Economy* 12: 2050-82. <https://doi.org/10.1007/s13132-021-00778-x>
- Carayannis, Elias G., and David F. J. Campbell. 2009. "'Mode 3' and 'Quadruple Helix': toward a 21st century fractal innovation ecosystem." *International Journal of Technology Management* 46, 3-4: 201-34. <https://doi.org/10.1504/IJTM.2009.023374>
- Carayannis, Elias G., and David F. J. Campbell. 2010. "Triple Helix, Quadruple Helix and Quintuple Helix and how do knowledge, innovation, and the environment relate to each other? A proposed framework for a trans-disciplinary analysis of sustainable development and social ecology." *International Journal of Social Ecology and Sustainable Development* 1: 41-69. <https://doi.org/10.4018/jesed.2010010105>
- Carayannis, Elias G., and Jeffrey M. Alexander. 2006. *Global and local knowledge: Glocal transatlantic public-private partnerships for research and technological development*. London: Palgrave Macmillan.
- Carayannis, Elias G., Thorsten D. Barth, and David F. Campbell. 2012. "The Quintuple Helix innovation model: global warming as a challenge and driver for innovation." *Journal of innovation and entrepreneurship* 1, 2. <https://doi.org/10.1186/2192-5372-1-2>
- Carnegie Mellon University Libraries. s.d. "Open Science & Research Services." <<https://www.library.cmu.edu/services/open-science>> (2025-02-06).
- Carvalho, Luís. 2015. "Smart cities from scratch? A socio-technical perspective." *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society* 8, 1: 43-60. <https://doi.org/10.1093/cjres/rsu010>
- Castells, Manuel. 2008. *Communication power*. Oxford: Oxford University Press.
- Causser, Tim, and Valerie Wallace. 2012. "Building a Volunteer Community: Results and Findings from Transcribe Bentham." *Digital Humanities Quarterly* 6, 2. <<https://dhq-static.digitalhumanities.org/pdf/000125.pdf>> (2025-04-23).
- Cavalier, Darlene, Caren Cooper, and Catherine Hoffman. 2020. *The Field Guide to Citizen Science: How You Can Contribute to Scientific Research e Make a Difference*. Portland: Timber Press.
- Ceccaroni, Luigi, Anne Bowser, and Peter Brenton. 2017. "Civic Education and Citizen Science: Definitions, Categories, Knowledge Representation." In *Analyzing the Role of Citizen Science in Modern Research*, edited by L. Ceccaroni, and J. Piera, 1-23. Hershey (PA): IGI Global. <http://dx.doi.org/10.4018/978-1-5225-0962-2.ch001>
- Certomà, Chiara, Filippo Corsini, and Francesco Rizzi. 2015. "Crowdsourcing urban sustainability. Data, people and technologies in participatory governance." *Futures* 74: 93-106.
- Chapman, Arthur D. 2005. *Principles and Methods of Data Cleaning: Primary Species and Species-Occurrence Data, version 1.0*. Report for the Global Biodiversity

- Information Facility. Copenhagen. <<https://www.gbif.org/document/80528>> (2025-04-23).
- Chiaravallotti, Rafael Morais, Artemis Skarlatidou, Simon Hoyte, Marcos Moreu Badia, Muki Haklay, and Jerome Lewis. 2021. "Extreme citizen science: Lessons learned from initiatives around the globe." *Conservation, Science and Practice* 4, 2: e577. <https://doi.org/10.1111/csp2.577>
- Chilvers, Jason, and Matthew Kearnes, edited by. 2016. *Remaking Participation: Science, environment and emergent publics*. London: Routledge <https://www.routledge.com/Remaking-Participation-Science-Environment-and-Emergent-Publics/Chilvers-Kearnes/p/book/9780415857406?srsId=AfmBOopG-Xo9F3vInHvK_iVdruO21pghHP8tAV-iJrVSnytroYBRIGGK> (2025-04-23).
- Chirkin, Artem, and Reinhard König. 2016. "Concept of Interactive Machine Learning in Urban Design Problems." In *Proceedings of the SEACHI 2016 on Smart Cities for Better Living with HCI and UX*. <<https://www.semanticscholar.org/paper/Concept-of-Interactive-Machine-Learning-in-Urban-Chirkin-K%C3%B6nig/0ecbd6b95b0415f3fbee1ebf6ac17c988038d599d>> (2025-04-23).
- Citizen Science.Asia. s.d. "Citizen Science.Asia. Building Connections, Capacity, Conversations" <<https://citizenscience.asia/>> (2024-10-03).
- CitSaf. s.d. "CitSci Africa Association." <<https://www.usiu.ac.ke/citsci-africa-association>> (2024-10-03).
- CitSciStarter. s.d. "Citizen Science." <<https://scistarter.com/just-add-citizen-science>> (2024-10-03).
- Claridge, Tristan. 2004. "Social capital and natural resource management." Master diss., University of Queensland. <<https://www.socialcapitalresearch.com/wp-content/uploads/2013/01/Social-Capital-and-NRM.pdf>> (2025-04-23).
- Clary, E. Gil, and Mark Snyder. 1999. "The Motivations to Volunteer: Theoretical and Practical Considerations." *Current Directions in Psychological Science* 8, 5: 156-59. <https://doi.org/10.1111/1467-8721.00037>
- Clausen, Lauge P. W., Oliver F. H. Hansen, Nikoline B. Oturai, Kristian Syberg, and Steffen F. Hansen. 2020. "Stakeholder analysis with regard to a recent European restriction proposal on microplastics." *PLoS One* 15, 6: e0235062. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0235062>
- Claval, Paul. 1974. "La géographie et la perception de l'espace." *L'Espace géographique* 3, 3: 179-87. <https://www.persee.fr/doc/spgeo_0046-2497_1974_num_3_3_1479> (2025-04-23).
- CNR – Consiglio Nazionale delle Ricerche. 2019. *Linee guida per l'integrità nella ricerca*. <https://www.cnr.it/sites/default/files/public/media/doc_istituzionali/linee-guida-integrita-nella-ricerca-cnr-commissione_etica.pdf?v=4> (2025-04-23).
- CNR – Consiglio Nazionale delle Ricerche. 2024. "Documenti elaborati dalla Commissione per l'Etica e l'Integrità nella Ricerca del Cnr." <<https://www.cnr.it/it/documenti-commissione>> (2025-02-06).
- CoAct Project. s.d. "Mental Health Care." *CoAct – Citizen Social Science*. <<https://coactproject.eu/mental-health-care/>> (2025-02-12).
- CODATA. s.d. "Citizen Science for the Sustainable Development Goals." *CODATA – Committee on Data of the International Science Council*. <<https://codata.org/initiatives/task-groups/citizen-science-for-the-sustainable-development-goals/>> (2025-02-12).
- Cohn, Jeffrey P. 2008. "Citizen Science: Can Volunteers Do Real Research?" *BioScience* 58, 3: 192-97. <https://doi.org/10.1641/B580303>

- Coleman, David J., Yola Georgiadou, and Jeff Labonte. 2009. "Volunteered Geographic Information: The Nature and Motivation of Producers." *International Journal of Spatial Data Infrastructures Research* 6: 332-58. <https://doi.org/10.2902/1725-0463.2009.04.art16>
- Commissione Europea. 2024. "Infrastruttura per l'informazione territoriale nell'Unione europea (INSPIRE)." EUR-Lex. Ultimo aggiornamento: 22 luglio 2024. <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/HTML/?uri=LEGISSUM:l28195>> (2025-04-23).
- Conrad, Cathy C., and Krista G. Hilchey. 2011. "A review of citizen science and community-based environmental monitoring: issues and opportunities." *Environmental monitoring and assessment* 176: 273-91. <https://doi.org/10.1007/s10661-010-1582-5>
- Cooke, Wells W. 1915. "Bird Migration in the Mackenzie Valley." *The Auk* 32, 4: 442-59. <https://doi.org/10.2307/4072585>
- Cooper, Caren B., and Bruce V. Lewenstein. 2016. "Two meanings of citizen science." In *The rightful place of science: Citizen science*, edited by D. Cavalier, and E. B. Kennedy, 51-62. Tempe (AZ): Consortium for Science, Policy & Outcomes.
- Cooper, Caren B., and Jennifer A. Smith. 2010. "Gender Patterns in Bird-related Recreation in the USA and UK." *Ecology and Society* 15, 4: 4. <<http://www.jstor.org/stable/26268198>> (2025-04-23).
- Cooper, Caren B., Janis Dickinson, Tina Phillips, and Rick Bonney. 2007. "Citizen Science as a Tool for Conservation in Residential Ecosystems." *Ecology and Society* 12, 2. <<http://www.jstor.org/stable/26267884>> (2025-04-23).
- Cooper, Caren B., Jennifer Shirk, and Benjamin Zuckenberg. 2014. "The Invisible Prevalence of Citizen Science in Global Research: Migratory Birds and Climate Change." *PloS one* 9, 9: e106508. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0106508>
- Corburn, Jason. 2005. *Street Science: Community Knowledge and Environmental Health Justice*. Cambridge (MA): MIT Press.
- CORDIS – EU reserch result. 2016. "Doing It Together science (DITOs)." <<https://cordis.europa.eu/project/id/709443>> (2025-04-23).
- CORDIS – EU reserch result. 2022. "Action Project-Participatory science toolkit against pollution." <<https://cordis.europa.eu/project/id/824603/results>> (2025-02-12).
- Crain, Rhiannon, Caren Cooper, and Janis L. Dickinson. 2014. "Citizen Science: A Tool for Integrating Studies of Human and Natural Systems." *Annual Review of Environment and Resources* 39: 641-65. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-030713-154609>
- Crall, Alycia W., Rebecca Jordan, Kirstin Holfelder, Gregory J. Newman, Jim Graham, and Donald M. Waller. 2013. "The impacts of an invasive species citizen science training program on participant attitudes, behavior, and science literacy." *Public Understanding of Science* 22, 6: 745-64. <https://doi.org/10.1177/0963662511434894>
- Crang, M. 1996. "Envisioning Urban Histories: Bristol as Palimpsest, Postcards, and Snapshots." *Environment and Planning A: Economy and Space* 28, 3: 429-52. <https://doi.org/10.1068/a280429>
- Cristina Capineri, Muki Haklay, Haosheng Huang, Vyrion Antoniou, Juhani Kettunen, Frank Ostermann, and Ross Purves, edited by. 2016. *European Handbook of Crowdsourced Geographic Information*. London: Ubiquity Press. <https://doi.org/10.5334/bax>
- Cronje, Ruth, Spencer Rohlinger, Alycia Crall, and Greg Newman. 2011. "Does Participation in Citizen Science Improve Scientific Literacy? A Study to Compare

- Assessment Methods.” *Applied Environmental Education & Communication* 10, 3: 135-45. <https://doi.org/10.1080/1533015X.2011.603611>
- CS4Rivers. s.d. “Citizen Science for Rivers.” <<https://www.cs4rivers.unisi.it/>> (2025-02-12).
- Cuppen, Eefje. 2012. “Diversity and constructive conflict in stakeholder dialogue: considerations for design and methods.” *Policy Science* 45, 1: 23-46. <https://doi.org/10.1007/s11077-011-9141-7>
- Curry, Michael R. 1997. “The Digital Individual and the Private Realm.” *Annals of the Association of American Geographers* 87, 4: 681-99. <<http://www.jstor.org/stable/2564405>> (2025-04-23).
- Curtis, Vickie. 2015. “Online Citizen Science Projects: An Exploration of Motivation, Contribution and Participation.” PhD. diss., The Open University. <https://doi.org/10.21954/ou.ro.0000a4ff>
- Curtis, Vickie. 2018. “Patterns of Participation and Motivation in Folding@home: The Contribution of Hardware Enthusiasts and Overclockers.” *Citizen Science: Theory and Practice* 3, 1: 5. <https://doi.org/10.5334/cstp.109>
- D-NOSES. s.d. “D-NOSES: Distributed Network for Odour Sensing, Empowerment and Sustainability.” <<https://dnoses.eu/>> (2025-02-12).
- Dalby, Oliver, Isadora Sinha, Richard K. F. Unsworth, Len J. McKenzie, Benjamin L. Jones, and Leanne C. Cullen-Unsworth. 2021. “Citizen Science Driven Big Data Collection Requires Improved and Inclusive Societal Engagement.” *Frontiers in Marine Science* 8. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.61>
- Danielsen, Finn, Karin Pirhofer-Walzl, Teis P. Adrian, Daniel R. Kapijimpanga, Neil D. Burgess, Per M. Jensen, Rick Bonney, et al. 2014. “Linking Public Participation in Scientific Research to the Indicators and Needs of International Environmental Agreements.” *Conservation Letters* 7, 1: 12-24. <https://doi.org/10.1111/conl.12024>
- Danielsen, Finn, Neil D. Burgess, Andrew Balmford, Paul F. Donald, Mikkel Funder, Julia P. G. Jones, Philip Alviola, et al. 2009. “Local Participation in Natural Resource Monitoring: A Characterization of Approaches.” *Conservation Biology* 23, 1: 31-42. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2008.01063.x>
- Data-Labe. s.d. “Cocozap. Data-Labe.” <<https://datalabe.org/cocozap/>> (2025-02-12).
- De Kerckhove, Derrick. 1997. *La pelle della cultura. Un'indagine sulla nuova realtà elettronica*. Milano: Costa & Nolan.
- De Kerckhove, Derrick. 2001. *L'architettura dell'intelligenza*. Torino: Testo & Immagine.
- De Kerckhove, Derrick. 2014. “Connected Intelligence for the Civil Society: the Internet as a social limbic system.” *Spanda Journal* 5, 2: 71-8. <http://www.spanda.org/SpandaJournal_V,2.pdf> (2025-05-21).
- De Marchi, Massimo, and Alberto Diantini. 2022. “Participatory geographic information science: disclosing the power of geographical tools and knowledge in agroecological transition.” In *Drones and Geographical Information Technologies in Agroecology and Organic Farming*, edited by Massimo De Marchi, Alberto Diantini, and S. Eugenio Pappalardo, 25-44. Boca Raton: CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9780429052842>
- Deal, Stephen. 2021. “City Planning for Birds.” *Water Log* 41, 2: 13-5. <https://masglp.olemiss.edu/waterlog/pdf/jun21/wl41.2_article4.pdf> (2025-04-23).
- Deci, Edward L., and Richard M. Ryan. 1985. “Conceptualizations of Intrinsic Motivation and Self-Determination.” In *Intrinsic Motivation and Self-Determination in Human Behavior. Perspectives in Social Psychology*, 11-40. Boston (MA): Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4899-2271-7_2

- Deci, Edward L., and Richard M. Ryan. 2008. "Facilitating optimal motivation and psychological well-being across life's domains." *Canadian psychology/Psychologie canadienne* 49, 1: 14-23. <https://doi.org/10.1037/0708-5591.49.1.14>
- Deci, Edward L., Richard M. Ryan, and Richard Koestner. 2001. "The Pervasive Negative Effects of Rewards on Intrinsic Motivation: Response to Cameron (2001)." *Review of Educational Research* 71, 1: 43-51. <<http://www.jstor.org/stable/3516066>> (2025-04-23).
- Decidim. s.d. "Home page." <<https://decidim.org/>> (2025-02-12).
- Devictor, Vincent, Robert J. Whittaker, and Coralie Beltrame. 2010. "Beyond scarcity: citizen science programmes as useful tools for conservation biogeography." *Diversity and Distributions* 16, 3: 354-62. <https://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2009.00615.x>
- Devillers, R., Y. Bédard, R. Jeansoulin, and B. Moulin. 2007. "Towards Spatial Data Quality Information Analysis Tools for Experts Assessing the Fitness for Use of Spatial Data." *International Journal of Geographical Information Science* 21, 3: 261-82. <https://doi.org/10.1080/13658810600911879>
- Dhillon, Carla May. 2017. "Using Citizen Science in Environmental Justice: Participation and Decision-Making in a Southern California Waste Facility Siting Conflict." *Local Environment* 22, 12: 1479-496. <https://doi.org/10.1080/13549839.2017.1360263>
- Dickinson, Janis L., Benjamin Zuckenberg, and David N. Bonter. 2010. "Citizen Science as an Ecological Research Tool: Challenges and Benefits." *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 41: 149-72. <https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-102209-144636>
- Dickinson, Janis L., Jennifer Shirk, David Bonter, Rick Bonney, Rhiannon L. Crain, Jason Martin, Tina Phillips, and Karen Purcell. 2012. "The current state of citizen science as a tool for ecological research and public engagement." *Frontiers in Ecology and the Environment* 10, 6: 291-97. <https://doi.org/10.1890/110236>
- Domroese, Margret C., and Elizabeth A. Johnson. 2017. "Why watch bees? Motivations of citizen science volunteers in the Great Pollinator Project." *Biological Conservation* 208: 40-7. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.08.020>
- Dunn, Erica H., Charles M. Francis, Peter J. Blancher, Susan Roney Drennan, Marshall A. Howe, Denis Lepage, Chandler S. Robbins, Kenneth V. Rosenberg, John R. Sauer, and Kimberly G. Smith. 2005. "Enhancing the Scientific Value of the Christmas Bird Count." *The Auk* 122, 1: 338-46. <https://doi.org/10.1093/auk/122.1.338>
- Durham, Emma, Helen Baker, Matt Smith, Elizabeth Moore, and Vicky Morgan. 2014. *The BiodivERsA Stakeholder Engagement Handbook*. Paris: BiodivERsA.
- Durkheim, Émile. 2016 (1893). *La divisione del lavoro sociale*. Milano: Il Saggiatore.
- eBird. 2016. "Citizen Science Reveals Annual Bird Migrations Across Continents." <<https://ebird.org/news/lasortemap/>> (2025-04-23).
- eBird. s.d. "eBird Scienza." <<https://science.ebird.org/it>> (2025-02-07).
- eBird. s.d. "Home page." <<https://ebird.org/home>> (2025-02-03).
- EC (European Commission). 2007. "Direttiva 2007/2/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 14 marzo 2007, che istituisce un'Infrastruttura per l'informazione territoriale nella Comunità europea (Inspire)." <<http://data.europa.eu/eli/dir/2007/2/oj>> (2025-04-23).
- EC (European Commission). 2014. *Green Paper on Citizen Science for Europe: Towards a Society of Empowered Citizens and Enhanced Research*. Brussels: Report of the Societize Project to the European Commission. <<http://societize.eu/sites/default/files/Green%20Paper%20on%20Citizen%20Science%202013.pdf>> (2025-04-23).

- EC (European Commission). 2015. *Directorate-General for Research and Innovation, Open innovation, open science, open to the world – A vision for Europe*. Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2777/061652>
- EC (European Commission). 2020. *Directorate-General for Research and Innovation, Mendez, E. and Lawrence, R., Progress on open science – Towards a shared research knowledge system – Final report of the open science policy platform, Lawrence, R. (editor)*. Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2777/00139>
- EC (European Commission). 2021. *Special Eurobarometer 516. European citizens' knowledge and attitudes towards science and technology*. Survey conducted by Kantar at the request of the European Commission, Directorate-General for Research and Innovation. <https://www.initiative-wissenschaftliche-medizin.at/fileadmin/user_upload/FHCampusWienSalutogenes/ebs_516_science_and_technology_summary_en.pdf> (2025-04-23).
- ECSAcademy. s.d. "Train the Trainer. Course Description." <<https://moodle.eu-citizen.science/course/section.php?id=62>> (2025-02-06).
- ECSA – European Citizen Science Association. 2015. *Ten Principles of Citizen Science*. Berlin. <<https://www.ecsa.ngo/documents/>>; <http://doi.org/10.17605/OSF.IO/XPR2N>
- ECSA – European Citizen Science Association. s.d. "About ECSA." <<https://www.ecsa.ngo/ecsa/>> (2024-10-03).
- ECSA – European Citizen Science Association. s.d. "Home Page." <<https://www.ecsa.ngo/>> (2025-02-07).
- Edwards, Richard, Sarah Kirn, Thomas Hillman, Laure Kloetzer, Kathrine Mathieson, Diarmuid McDonnell, and Tina Phillips. 2018. "Learning and developing science capital through citizen science." In *Citizen Science - Innovation in Open Science, Society and Policy*, edited by S. Hecker, M. Haklay, A. Bowser, Z. Makuch, J. Vogel, and A. Bonn, 381-90. London: UCL Press. <<https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/10066342/>> (2025-04-23).
- Eitzel, M. V., Jessica L. Cappadonna, Chris Santos-Lang, Ruth Ellen Duer, Sarah Elisabeth West, Arika Virapongse, Christopher Conrad, et al. 2017. "Citizen Science Terminology Matters: Exploring Key Terms." *Citizen Science: Theory and Practice* 2, 1: 1-20. <https://doi.org/10.5334/cstp.96>
- Elwood, Sarah, Michael F. Goodchild, and Daniel Z. Sui. 2011. "Researching Volunteered Geographic Information: Spatial Data, Geographic Research, and New Social Practice." *Annals of the Association of American Geographers* 102, 3: 571-90. <https://doi.org/10.1080/00045608.2011.595657>
- Elwood, Sarah. 2008. "Volunteered geographic information: key questions, concepts and methods to guide emerging research and practice." *GeoJournal* 72, 3-4: 133-35. <http://www.jstor.org/stable/41220563>
- Engler, Robin, Antoine Guisan, and Luca Rechsteiner. 2004. "An improved approach for predicting the distribution of rare and endangered species from occurrence and pseudo-absence data." *Journal of Applied Ecology* 41, 2: 263-74. <https://doi.org/10.1111/j.0021-8901.2004.00881.x>
- EPA. s.d. "What is Participatory Science?". <<https://www.epa.gov/participatory-science>> (2024-10-03).
- Epicollect5. s.d. "Home page." <<https://five.epicollect.net/>> (2025-02-06).
- Etzkowitz, Henry, and Loet Leydesdorff. 1995. "The triple helix—university—industry—government relations: a laboratory for knowledge-based economic development." *EASST Review* 14, 1: 14-9. <<https://ssrn.com/abstract=2480085>> (2025-04-23).

- eu Citizen Science. s.d. "Home page." <<https://eu-citizen.science/>> (2025-02-07).
- Eurostat. s.d. "Education and Training Database." <<https://ec.europa.eu/eurostat/web/education-and-training/database>> (2025-04-23).
- Evans, James, Ross Jones, Andrew Karvonen, Lucy Millard, and Jana Wendler. 2015. "Living labs and co-production: university campuses as platforms for sustainability science." *Current Opinion in Environmental Sustainability* 16: 1-6. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2015.06.005>
- Fan, Fa-ti, and Shun-Ling Chen. 2019. "Citizen, Science, and Citizen Science." *East Asian Science, Technology and Society: An International Journal* 13, 2: 181-93. <https://doi.org/10.1215/18752160-7542643>
- Figueiredo Do Nascimento, Susanna, Jose Miguel Rubio-Iglesias, Roger Owen, Sven Schade, and Lea Shanley. 2018. "Citizen science for policy formulation and implementation." In *Citizen Science – Innovation in Open Science, Society and Policy*, edited by Susanne Hecker, Muki Haklay, Anna Bowser, Zen Makuch, Johannes Vogel, and Aletta Bonn, 219-40. London: UCL Press. <<https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC103892>> (2025-04-23).
- Fishbein, Martin, and Ajzen Icek. 1975. *Belief, Attitude, Intention, and Behavior: An Introduction to Theory and Research*. Reading (MA): Addison-Wiley Publishing Company.
- Follett, Ria, and Vladimir Strezov. 2015. "An Analysis of Citizen Science Based Research: Usage and Publication Patterns." *PLoS ONE* 10, 11: e0143687. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0143687>
- Fore, Leska S., Kit Paulsan, and Kate O’Laughlin. 2001. "Assessing the performance of volunteers in monitoring streams." *Freshwater Biology* 46, 1: 109-23. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2001.00640.x>
- Fortson, Lucy, Kevin Crowston, Laure Kloetzer, and Marisa Ponti. 2024. "Artificial Intelligence and the Future of Citizen Science." *Citizen Science: Theory and Practice* 9, 1: 32. <https://doi.org/10.5334/cstp.812>
- Fraisl, Dilek, Jillian Campbell, Linda See, Uta Wehn, Jessica Wardlaw, Margaret Gold, Inian Moorthy, et al. 2020. "Mapping citizen science contributions to the UN sustainable development goals." *Sustainability Science* 15: 1735-751. <https://doi.org/10.1007/s11625-020-00833-7>
- Fraisl, Dilek, Linda See, Diana Estevez, Nola Tomaska, and Steve MacFeely. 2023. "Citizen science for monitoring the health and well-being related Sustainable Development Goals and the World Health Organization’s Triple Billion Targets." *Frontiers in Public Health* 11. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1202188>
- Fraisl, Dilek, Linda See, Jillian Campbell, Finn Danielsen, and Herizo T. Andrianandrasana. 2023. "The Contributions of Citizen Science to the United Nations Sustainable Development Goals and Other International Agreements and Frameworks." *Citizen Science: Theory and Practice* 8, 1: 1-6. <https://doi.org/10.5334/cstp.643>
- Fraisl, Dilek, Linda See, Rachel Bowers, Omar Seidu, Kwame Boakye Fredua, Anna Bowser, Metis Meloche, et al. 2023. "The contributions of citizen science to SDG monitoring and reporting on marine plastics." *Sustainability Science* 18: 2629-647. <https://doi.org/10.1007/s11625-023-01402-4>
- Freeman, R. Edward. 1984. *Strategic Management: A Stakeholder Approach*. Boston: Pitman.
- Freitag, Amy, Ryan Meyer, and Liz Whiteman. 2016. "Strategies Employed by Citizen Science Programs to Increase the Credibility of Their Data." *Citizen Science: Theory and Practice* 1, 1: 2. <https://doi.org/10.5334/cstp.6>

- FreshWater Watch. s.d. “Explore our data.” <<https://www.freshwaterwatch.org/pages/explore-our-data>> (2025-02-08).
- FreshWater Watch. s.d. “Home page.” <<https://www.freshwaterwatch.org/>> (2025-04-23).
- Friedman, Andrew L., and Samantha Miles. 2006. *Stakeholders: Theory and Practice*. Oxford: Oxford University Press.
- Fritz, Steffen, Linda See, Tyler Carlson, Mordechai (Muki) Haklay, Jessie L. Oliver, Dilek Fraisl, Rosy Mondardini, et al. 2019. “Citizen science and the United Nations Sustainable Development Goals.” *Nature Sustainability* 2: 922-30. <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0390-3>
- García, Francesca Sanz, Maite Pelacho, Tim Woods, Dilek Fraisl, Linda See, Mordechai (Muki) Haklay, and Rosa Arias. 2021. “Finding What You Need: A Guide to Citizen Science Guidelines.” In *The Science of Citizen Science*, edited by K. Vohland, A. Land-Zandstra, L. Ceccaroni, R. Lemmens, J. Perelló, M. Ponti, R. Samson, and K. Wagenknecht, 419-39. Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-58278-4_21
- Garrison, Helen, Marta Agostinho, Laura Alvarez, Sofie Bekaert, Luiza Bengtsson, Elisabetta Broglio, and Digna Couso. 2021. “Involving society in science: Reflections on meaningful and impactful stakeholder engagement in fundamental research.” *EMBO reports* 22, 11: e54000. <https://doi.org/10.15252/embr.202154000>
- GDPR. 2016. “Regulation (EU) 2016/679 of the European Parliament and of the Council.” <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016R0679>> (2025-04-23).
- GDPR.eu. s.d. “GDPR Compliance Checklist.” <<https://gdpr.eu/checklist/>> (2025-04-23).
- GeoCommons Archive s.d. “Home page.” <<http://geocommons.com/>> (2025-04-23).
- Geoghegan, Hilary, Alison Dyke, Rachel M. Pateman, and Sarah E. West. 2016. *Understanding motivations for citizen science. Commissioned report*. UK Environmental Observation Framework, UKEOF. <<https://pure.york.ac.uk/portal/en/publications/understanding-motivations-for-citizen-science>> (2025-04-23).
- Göbel, Caludia, Victoria Y. Martin, and Mónica Ramírez-Andreotta. 2017. *Stakeholder Analysis: International Citizen Science Stakeholder Analysis on Data Interoperability*. Washington, DC: Woodrow Wilson International Centre for Scholars. <https://www.wilsoncenter.org/sites/default/files/media/documents/publication/stakeholder_analysis.pdf> (2025-04-23).
- Göbel, Caludia. 2017. *Manual for stakeholder mapping workshop*. Manual for COST Action CA15212. London. <<https://zenodo.org/records/2654992>> (2025-04-23).
- Goodchild, Michael F. 2007. “Citizens as sensors: the world of volunteered geography.” *GeoJournal* 69: 211-21. <https://doi.org/10.1007/s10708-007-9111-y>
- Goodchild, Michael F., and Linna Li. 2012. “Assuring the quality of volunteered geographic information.” *Spatial Statistics* 1: 110-20. <https://doi.org/10.1016/j.spasta.2012.03.002>
- Graham, Mark, Berny Hogan, Ralph Straumann, and Ahmed Medhat. 2014. “Uneven Geographies of User-Generated Information: Patterns of Increasing Informational Poverty.” *Annals of the Association of American Geographers* 104, 4: 746-64. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2382617
- Graham, Mark, Matthew Zook, and Andrew Boulton. 2013. “Augmented Reality in Urban Places: Contested Content and the Duplicity of Code.” *Transactions*

- of the *Institute of British Geographers* 38, 3: 464-79. <<http://www.jstor.org/stable/24582460>> (2025-04-23).
- Graham, Mark. 2010. "Neogeography and the palimpsests of place: web 2.0 and the construction of a virtual earth." *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie* 101, 4: 422-36. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9663.2009.00563.x>
- Grey, François. 2009. *The age of citizen cyberscience*. CERN Courier. <<https://cerncourier.com/a/viewpoint-the-age-of-citizen-cyberscience/>> (2025-04-23).
- Guerrini, Christi J., Mary A. Majumder, Meaganne J. Lewellyn, and Amy L. McGuire. 2018. "Citizen science, public policy. New research models may benefit from policy modifications." *Science* 361, 6398: 134-36. <https://doi.org/10.1126/science.aar8379>
- HACAN East. s.d. "We are Hacan East." <<https://www.hacaneast.org.uk/home>> (2025-02-12).
- Hagen, Erica. 2010. "Putting Nairobi's Slums on the Map." *Development Outreach* 12, 1. <<https://hdl.handle.net/10986/6072>> (2025-04-23).
- Hagen, Erica. 2017. *Open mapping from the ground up: learning from Map Kibera*. Making All Voices Count Research Report. Brighton: IDS. <https://opendocs.ids.ac.uk/articles/report/Open_mapping_from_the_ground_up_learning_from_Map_Kibera/26473321?file=48247630> (2025-04-23).
- Haiying, Liu, and Mike Kobernus. 2017. "Citizen Science and Its Role in Sustainable Development: Status, Trends, Issues, and Opportunities." In *Analyzing the Role of Citizen Science in Modern Research*, edited by L. Ceccaroni, and J. Piera, 147-67. Hershey (PA): IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-0962-2>
- Haklay, Muki, Alex Singleton, and Chris Parker. 2008. "Web Mapping 2.0: The Neogeography of the GeoWeb." *Geography Compass* 2, 6: 2011-39. <https://doi.org/10.1111/j.1749-8198.2008.00167.x>
- Haklay, Muki, Alice Motion, Balazs Balint, Barbara Kieslinger, Bastian Greshake Tzovaras, Christian Nold, Daniel Dörler, et al. 2020. "ECSA's Characteristics of Citizen Science: Explanation Notes." *Zenodo*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3758554>
- Haklay, Muki, Daniel Dörler, Florian Heigl, Marina Manzoni, Susanne Hecker, and Katrin Vohland. 2021. "What Is Citizen Science? The Challenges of Definition." In *The Science of Citizen Science*, edited by Katrin Vohlan, Anne Land-Zandstra, Luigi Ceccaroni, Rob Lemmens, Josep Perelló, Marisa Ponti, Roeland Samson, and Katherin Wagenknecht, 13-33. Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-58278-4_2
- Haklay, Muki. 2013a. "Citizen Science and Volunteered Geographic Information: Overview and Typology of Participation." In *Crowdsourcing Geographic Knowledge: Volunteered Geographic Information (VGI) in Theory and Practice*, edited by D. Sui, S. Elwood, and M. Goodchild, 105-22. Dordrecht: Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-4587-2_7
- Haklay, Muki. 2013b. "Neogeography and the delusion of democratisation." *Environment and Planning A: Economy and Space* 45, 1: 55-69. <https://doi.org/10.1068/a45184>
- Haklay, Muki. 2015. *Citizen Science and Policy: A European Perspective. Case study series 4*. Washington, DC: Woodrow Wilson International Center for Scholars. <<https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/1478414>> (2025-04-23).
- Haklay, Muki. 2016. "Why is participation inequality important?" In *European Handbook of Crowdsourced Geographic Information*, edited by C. Capineri, M. Haklay, H. Huang, V. Antoniou, J. Kettunen, F. Ostermann, and R. Purves, 35-44. London: Ubiquity Press. <http://dx.doi.org/10.5334/bax.c>

- Haklay, Muki. 2018. "Participatory Citizen Science." In *Citizen Science. Innovation in Open Science, Society and Policy*, edited by S. Hecker, M. Haklay, A. Bowser, Z. Makuch, J. Vogel, and A. Bonn. London: UCL Press. <<https://library.oapen.org/handle/20.500.12657/28178>> (2025-04-23).
- Hardisty, Alex, Dave Roberts, and The Biodiversity Informatics Community. 2013. "A decadal view of biodiversity informatics: challenges and priorities." *BMC Ecology* 13, 16. <https://doi.org/10.1186/1472-6785-13-16>
- Hardy, Darren, James Frew, and Michael F. Goodchild. 2012. "Volunteered Geographic Information Production as a Spatial Process." *International Journal of Geographical Information Science* 26, 7: 1191-212. <https://doi.org/10.1080/13658816.2011.629618>
- Harvey, Francis. 2013. "To Volunteer or to Contribute Locational Information? Towards Truth in Labeling for Crowdsourced Geographic Information." In *Crowdsourcing Geographic Knowledge*, edited by D. Sui, S. Elwood, and M. Goodchild. Dordrecht: Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-4587-2_3
- Hayhow, D. B., M. A. Eaton, A. J. Stanbury, F. Burns, W. B. Kirby, N. Bailey, B. Beckmann, et al. 2019. *State of Nature 2019*. Publication - Report. Biodiversity (Science Area 2017-). NERC-State of Nature Partnerships. <<https://nora.nerc.ac.uk/id/eprint/525772>> (2025-04-23).
- Hecker, Susanne, Muki Haklay, Anne Bowser, Zen Makuch, Johannes Vogel, and Aletta Bonn, edited by. 2018. *Citizen Science: Innovation in Open Science, Society and Policy*. London: UCL Press. <https://doi.org/10.14324/111.9781787352339>
- Hecker, Susanne, Rick Bonney, Muki Haklay, Franz Hölker, Heribert Hofer, Claudia Goebel, Margaret Gold, Zen Makuch, Marisa Ponti, and Anett Richter. 2018. "Innovation in Citizen Science – Perspectives on Science-Policy Advances." *Citizen Science: Theory and Practice* 3, 1: 4. <https://doi.org/10.5334/cstp.114>
- Hennig, Sabine, Fritz Zobl, and Wolfgang W. Wasserburger. 2017. "Accessible Web Maps for Visually Impaired Users: Recommendations and Example Solutions." *Cartographic Perspectives* 88: 6-27. <https://doi.org/10.14714/CP88.1391>
- Hill, William C., James D. Hollan, Dave Wroblewski, and Tim McCandless. 1992. "Edit wear and read wear." In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human factors in Computing Systems*, 3-9. New York: Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/142750.142751>
- Hobbs, Sara J., and C. L. White Piran. 2012. "Motivations and barriers in relation to community participation in biodiversity recording." *Journal for Nature Conservation* 20, 6: 364-73. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2012.08.002>
- Hollands, Robert G. 2008. "Will the Real Smart City Please Stand up? Intelligent, Progressive or Entrepreneurial?" *City* 12, 3: 303-20. <https://doi.org/10.1080/13604810802479126>
- Hollenstein, Livia, and Ross Purves. 2010. "Exploring place through user-generated content: Using Flickr tags to describe city cores." *Journal of Spatial Information Science* 1: 21-48. <<https://josis.org/index.php/josis/article/view/3>> (2025-04-23).
- HOT. s.d. "Home page." <<https://www.hotosm.org/>> (2025-02-08).
- Howe, Jeff. 2008. *Crowdsourcing: Why the Power of the Crowd Is Driving the Future of Business*. New York: Crown Currency.
- Humanitarian OpenStreetMap Team. 2025. *Open Mapping Hub - Eastern and Southern Africa*. <<https://www.hotosm.org/hubs/open-mapping-hub-eastern-and-southern-africa>> (2025-04-23).
- Hush City.s.d. "Hush City App." *Open Source Soundscapes*. <<https://opensourcesoundscapes.org/hush-city/>> (2025-02-07).

- Hussey, David E. 2000. *How to Manage Organisational Change*. London: Kogan Page Publishers.
- Huzzard, Tony. 2020. "Achieving Impact: Exploring the Challenge of Stakeholder Engagement." *European Journal of Work and Organizational Psychology* 30, 3: 379-89. <https://doi.org/10.1080/1359432X.2020.1761875>
- Ibercivis. s.d. "Home page." <<https://ibercivis.es/en/home-english/>> (2024-10-03).
- Imperial. s.d. "OPAL: Citizen science for everyone." <<https://www.imperial.ac.uk/opal/>>; <www.opalexplornature.org> (2025-02-03).
- iNaturalist. s.d. "Home page." <<https://www.inaturalist.org/>> (2025-02-03).
- Irwin, Alan, and Maja Horst. 2015. "Engaging in a Decentred World." In *Remaking Participation. Science, Environment and Emergent Publics*, edited by J. Chilvers, and M. Kearns. London: Routledge.
- Irwin, Alan. 1995. *Citizen Science. A Study of People, Expertise and Sustainable Development*. London: Routledge.
- ISO (International Organization for Standardization). 2001. *ISO 5127:2001 – Information and Documentation – Vocabulary*. Geneva: ISO. <<https://www.iso.org/standard/26018.html>> (2025-02-07).
- Jacobson, Susan, Stuart Carlton, and Martha Monroe. 2012. "Motivation and satisfaction of volunteers at a Florida Natural Resource Agency." *Journal of Park and Recreation Administration* 30, 1: 51-67. <<https://www.jscarlton.net/files/papers/volunteermotivation.pdf>> (2025-05-21).
- Jennet, Charlene, Laure Kloatzer, Daniel Schneider, Ioanna Iacovides, Anna Cox, Margaret Gold, Brian Fuchs, et al. 2016. "Motivations, learning and creativity in online citizen science." *Journal of Science Communication* 15, 3: A05. <https://doi.org/10.22323/2.15030205>
- Jessop, Bob. 2008. "The rise of governance and the risks of failure: the case of economic development." *International Social Science Journal* 50, 155: 29-45. <https://doi.org/10.1111/1468-2451.00107>
- Jiang, Bian, and Jean-Claude Thill. 2015. "Volunteered Geographic Information: Towards the establishment of a new paradigm." *Computers, Environment and Urban Systems* 53: 1-3. <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2015.09.011>
- Jung, Carl Gustav. 2012 (1912). *Psicologia dell'inconscio: Edizione integrale di riferimento*. Torino: Bollati Boringhieri.
- Kerson, R. 1989. "Lab for the Environment." *Technology Review* 92, 1: 11-2.
- Kirschke, Sabrina, Christy Benneth, Armin Bigham Ghazani, Christian Franke, Dieter Kirschke, Yeungju Lee, Seyed Taha Longhmani Khouzani, and Shuvojit Nath. 2022. "Citizen Science Projects in Freshwater Monitoring. From Individual Design to Clusters?" *Journal of Environmental Management* 309: 114714. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.114714>
- Kitchin, Rob. 2013. "Big data and human geography: Opportunities, challenges and risks." *Dialogues in Human Geography* 3, 3: 262-67. <https://doi.org/10.1177/2043820613513388>
- Kitchin, Rob. 2014a. "Big Data, new epistemologies and paradigm shifts." *Big Data & Society* 1, 1. <https://doi.org/10.1177/2053951714528481>
- Kitchin, Rob. 2014b. "The real-time city? Big data and smart urbanism." *GeoJournal* 79: 1-14. <https://doi.org/10.1007/s10708-013-9516-8>
- Kitchin, Rob. 2021. *The Data Revolution: A critical analysis of big data, open data and data infrastructures*. Sage Publications.
- Klein, Julie Thompson. 2004. "Prospects for transdisciplinarity." *Futures* 36, 4: 515-26. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2003.10.007>

- Klettner, Silvia, Haoshheng Huang, Manuela Schmidt, and Georg Gartner. 2013. "Crowdsourcing Affective Responses to Space." *KN - Journal of Cartography and Geographic Information* 63: 66-73. <https://doi.org/10.1007/BF03546096>
- Knapp, Corrine Noël, Robin S. Reid, María E. Fernández-Giménez, Julia A. Klein, and Kathleen A. Galvin. 2019. "Placing Transdisciplinarity in Context: A Review of Approaches to Connect Scholars, Society and Action." *Sustainability* 11, 18: 4899. <https://doi.org/10.3390/su11184899>
- Koch, Tom. 2016. "Fighting disease, like fighting fires: The lessons Ebola teaches." *The Canadian Geographer/Le Géographe canadien* 60, 3: 288-99. <https://doi.org/10.1111/cag.12258>
- Kosmala, Margaret, Andrea Wiggins, Alexandra Swanson, and Brooke Simmons. 2016. "Assessing data quality in citizen science." *Frontiers in Ecology and the Environment* 14, 10: 551-60. <https://doi.org/10.1002/fee.1436>
- Kostadinova, Iva. 2011. "Citizen Science. The New Helping Hand for Scientists." *Current Science* 100, 7: 973-76. <https://www.jstor.org/stable/24076509>
- Kresse, Wolfgang, and Kian Fadaie. 2004. *ISO Standards for Geographic Information*. New York: Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH.
- Krumm, John, Nigel Davies, and Chandra Narayanaswami. 2008. "User-Generated Content." *IEEE Pervasive Computing* 7, 4: 10-1. <https://doi.org/10.1109/MPRV.2008.85>
- Kullenberg, Christopher, and Dick Kasperowski. 2016. "What Is Citizen Science? – A Scientometric Meta-Analysis." *PLoS ONE* 11, 1: e0147152. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0147152>
- La Sorte, Frank A., Daniel Fink, Wesley M. Hochachka, and Steve Kelling. 2016. "Convergence of broad-scale migration strategies in terrestrial birds." *Proceedings. Biological sciences* 283, 1823: 20152588. <https://doi.org/10.1098/rspb.2015.2588>
- Land-Zandstra, Anne M., Jeroen L. A. Devilee, Frans Snik, Franka Buurmeijer, and Jos M. van den Broek. 2016. "Citizen science on a smartphone: Participants' motivations and learning." *Public Understanding of Science* 25, 1: 45-60. <https://doi.org/10.1177/0963662515602406>
- Laney, Doug. 2001. *3D Data Management: Controlling Data Volume, Velocity and Variety*. Stamford, CT: META Group Inc. <<https://diegonogare.net/wp-content/uploads/2020/08/3D-Data-Management-Controlling-Data-Volume-Velocity-and-Variety.pdf>> (2025-04-23).
- Leminen, Seppo, and Mika Westerlund. 2012. "Towards innovation in Living Labs networks." *International Journal of Product Development* 17, 1-2: 43-59. <https://econpapers.repec.org/article/idsijpdev/v_3a17_3ay_3a2012_3ai_3a1_2f2_3ap_3a43-59.htm> (2025-04-23).
- Leminen, Seppo, Mika Westerlund, and Anna-Greta Nyström. 2012. "Living Labs as Open-Innovation Networks." *Technology Innovation Management Review* 2, 9: 6-11. <https://doi.org/10.22215/timreview/602>
- Leventhal Map. s.d. "Norman B. Leventhal Map & Education Center at The Boston Public Library." <<https://www.leventhalmap.org/>> (2024-03-03).
- Leventon, Julia, Luuk Fleskens, Heleen Claringbould, Guldrun Schwilch, and Rudi Hessel. 2016. "An applied methodology for stakeholder identification in transdisciplinary research." *Sustainability science* 11, 5: 763-75. <https://doi.org/10.1007/s11625-016-0385-1>
- Lévy, Pierre. 1996 (1994). *L'intelligenza collettiva. Per un'antropologia del cyberspazio*. Milano: Feltrinelli.

- Lew, Yong Kyu, Zaheer Khan, and Sara Cozzio. 2018. "Gravitating toward the quadruple helix: international connections for the enhancement of a regional innovation system in Northeast Italy." *R&D Management* 48, 1: 44-59. <https://doi.org/10.1111/radm.12227>
- Lewandowski, Eva, and Hanna Specht. 2015. "Influence of volunteer and project characteristics on data quality of biological surveys." *Conservation Biology* 29, 3: 713-23. <https://doi.org/10.1111/cobi.12481>
- Lewenstein, Bruce V. 2004. "What Does Citizen Science Accomplish?" Paper of the *Meeting on Citizen Science* (Paris, June 8, 2004). <<https://ecommons.cornell.edu/server/api/core/bitstreams/68ed3b1d-fb23-4056-947d-cfdda376f175/content>> (2025-04-23).
- Liu, Hai-Ying, Daniel Dörler, Florian Heigl, and Sonja Grossberndt. 2021. "Citizen science platforms." In *The Science of Citizen Science*, edited by Katrin Vohland, Anne Land-Zandstra, Luigi Ceccaroni, Rob Lemmens, Josep Perelló, Marisa Ponti, Roeland Samson, and Katherin Wagenknecht, 439-59. Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-58278-4_22
- Liu, Hai-Ying, Sohail Ahmed, Antonella Passani, and Alena Bartonova. 2023. "Understanding the role of cities and citizen science in advancing sustainable development goals across Europe: insights from European research framework projects." *Frontiers in Sustainable Cities* 5. <https://doi.org/10.3389/frsc.2023.1219768>
- Lorke, Julia, J. N. Golumbic, C. Ramjan, and O. Atias. 2019. *Training needs and recommendations for Citizen Science participants, facilitators and designers*. COST Action 15212 report. <https://nhm.openrepository.com/bitstream/handle/10141/622589/CA15212_Report_Training_needs_and_recommendations_for_CS.pdf?isAllowed=y&sequence=1> (2025-04-23).
- Lukyanenko, Roman, Jeffrey Parsons, and Yolanda F. Wiersma. 2016. "Emerging problems of data quality in citizen science." *Conservation Biology* 30, 3: 447-49. <https://doi.org/10.1111/cobi.12706>
- Lund, Kate, Paul Coulton, and Andrew Wilson. 2011. "Participation inequality in mobile location games." In *Proceedings of the 8th International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology*, 27. New York: Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/2071423.2071457>
- Lussault, Michel. 2007. *L'homme spatial: la construction sociale de l'espace humain*. Paris: Seuil.
- Lydon, Mike, and Anthony Garcia. 2015. *Tactical Urbanism. Short-term Action for Long-term Change*. Washington: Island Press.
- Lyons, Susanna Haas, Mike Walsh, Erin Aleman, and John Robinson. 2014. "Exploring regional futures: Lessons from Metropolitan Chicago's online MetroQuest." *Technological Forecasting and Social Change* 82: 23-33. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2013.05.009>
- Map Kibera. s.d. "Home page." <<https://www.mapkibera.org/>> (2025-02-08).
- Márquez, Melissa C., and Ana Maria Porras. 2020. "Science Communication in Multiple Languages Is Critical to Its Effectiveness." *Frontiers in Communication* 5: 31. <https://doi.org/10.3389/fcomm.2020.00031>
- Marx, Karl. 2012 (1939). *Lineamenti fondamentali di critica dell'economia politica*. Manifestolibri: Roma.
- Mattei, Paola. 2023. *Democratizing Science. The Political Roots of the Public Engagement Agenda*. Bristol, UK: Bristol University Press.
- McCaffrey, Rachel E. 2005. "Using Citizen Science in Urban Bird Studies." *Urban Habitats* 3, 1: 70-86. <https://www.urbanhabitats.org/v03n01/citizenscience_full.html> (2025-04-23).

- McCormick, Sabrina. 2007. "Democratizing Science Movements: A New Framework for Mobilization and Contestation." *Social Studies of Science* 37, 4: 609-23. <https://doi.org/10.1177/030631270707659>
- Measham, Thomas, and Guy Barnett. 2008. "Environmental Volunteering: motivations, modes and outcomes." *Australian Geographer* 39, 4: 537-52. <https://doi.org/10.1080/00049180802419237>
- Mendelow, Aubrey L. 1981. "Environmental Scanning. The Impact of the Stakeholder Concept." *ICIS 1981 Proceedings* 20: 407-17. <<http://aisel.aisnet.org/icis1981/20>> (2025-04-23).
- Merenlender, Adina M., Alycia W. Crall, Sabrina Drill, Michelle Prysby, and Heidi Ballard. 2016. "Evaluating Environmental Education, Citizen Science, and Stewardship through Naturalist Programs." *Conservation Biology* 30, 6: 1255-65. <<http://www.jstor.org/stable/44133510>> (2025-04-23).
- Mesh, Debra J., Patrick M. Rooney, Kathryn S. Steinberg, and Brian Denton. 2006. "The Effects of Race, Gender, and Marital Status on Giving and Volunteering in Indiana." *Nonprofit and Voluntary Sector Quarterly* 35, 4: 565-87. <https://doi.org/10.1177/0899764006288288>
- Mierlo, Trevor van. 2014. "The 1% rule in four digital health social networks: an observational study." *Journal of medical Internet research* 4, 16: e33. <https://doi.org/10.2196/jmir.2966>
- Milani, Lorena. 2023. "Professioni educative e connessioni emancipative: il filo di Arianna tra Mente Collettiva e Intelligenza Connettiva per abitare i margini." *Pedagogia oggi* 21, 2: 19-25. <https://doi.org/10.7346/PO-022023-02>
- Miles, Samantha. 2012. "Stakeholder: Essentially Contested or Just Confused?" *Journal of business ethics* 108: 285-98. <https://doi.org/10.1007/s10551-011-1090-8>
- Miller-Rushing, Abraham, Richard Primack, and Rick Bonney. 2012. "The History of Public Participation in Ecological Research." *Frontiers in Ecology and the Environment* 10, 6: 285-90.
- Mims, Forrest M. III. 1999. "Amateur Science—Strong Tradition, Bright Future." *Science* 284, 5411: 55-6.
- Minghini, Marco, Serena Coetzee, A. Yair Grinberger, Godwin Yeboah, Levente Juhasz, and Peter Mooney. 2020. "OpenStreetMap research in the COVID-19 era." *Proceedings of the Academic Track at the State of the Map 2020*. <<https://zenodo.org/communities/sotm-2020>> (2025-04-23).
- Mintchev, Nicolay, Mariam Daher, Mayssa Jallad, Rahaf Zaher, Elisabetta Pietrostefani, Ghadir Ghamrawi, Assia Al Harrache, Amenie Majed, and Henrietta L. Moore. 2025. "Citizen Social Science for Improved Quality of Life: Research, Interventions, Evaluations." *International Review of Qualitative Research* 17, 4: 493-515. <https://doi.org/10.1177/19408447241256052>
- Mitforschen. s.d. "About the platform." <<https://www.mitforschen.org/en>> (2024-10-03).
- Momirski, Lucija Ažman, Tomaž Berčič, Jon Šinkovec, Anja Bagon, Kris Vanherle, Giovanni Maccani, Enda Hayes, and Anna Molter. 2021. *WeCount: Citizens Observing Urban Transport. Report for European Commission Research Executive Agency (REA)*. <https://we-count.net/_uploads/Deliverable-4.3-Final-Summative-Case-Study-Report.pdf> (2025-04-23).
- Mooney, Peter, A. Yair Grinberger, Marco Minghini, Serena Coetzee, Levente Juhasz, and Godwin Yeboah. 2021. "OpenStreetMap Data Use Cases During the Early Months of the COVID-19 Pandemic." In *COVID-19 Pandemic, Geospatial*

- Information, and Community Resilience. Global Applications and Lessons*, edited by Abbas Rajabifard, Daniel Paez, and Greg Foliente, 171-86. Boca Raton: CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781003181590>
- Mooney, Peter, and Padraig Corcoran. 2012. "Who are the contributors to OpenStreetMap and what do they do?" In *Proceedings of the GIS Research UK 20th Annual Conference*, edited by D. Whyatt, and B. Rowlingson, 355-60. Lancaster: Lancaster University. <<https://www.geos.ed.ac.uk/~gisteac/proceedingsonline/GISRUK2012/Papers/presentation-87.pdf>> (2025-04-23).
- Mosquitoalert Italia. s.d. "Home page." <<https://www.mosquitoalertitalia.it/>> (2025-02-02).
- Mueller, Johannes, Hangxin Lu, Artem Chirkin, Bernhard Klein, and Gerhard Schmitt. 2018. "Citizen Design Science: A strategy for crowd-creative urban design." *Cities* 72: 181-88. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2017.08.018>
- Museo di Storia Naturale della Maremma. s.d. "Home page." <<https://www.museonaturalemaremma.it/>> (2025-04-23).
- Museo di Storia Naturale della Maremma. s.d. "Polli:Bright." <<https://www.museonaturalemaremma.it/pollibrigh/>> (2025-02-08).
- Museo di Storia Naturale della Maremma. s.d. *Citizen Science Iniziative*. <<https://www.museonaturalemaremma.it/csi/>> (2025-04-23).
- NASA. s.d. "Citizen Science." <<https://www.nasa.gov/stem-content/nasa-citizen-science-opportunities/>> (2024-10-03).
- National Geographic. s.d. "Citizen Science." <<https://education.nationalgeographic.org/resource/citizen-science-article/>> (2024-10-3).
- New York City Department of Parks & Recreation. s.d. "TreesCount! 2015–2016 Street Tree Census." <<https://www.nycgovparks.org/trees/treescount>> (2025-04-23).
- New York City Tree Map. s.d. "NYC Parks." <<https://tree-map.nycgovparks.org/tree-map/borough/1>> (2025-02-12).
- Newman, Greg, Andrea Wiggins, Alycia Crall, Eric Graham, Sarah Newman, and Kevin Crowston. 2012. "The future of citizen science: emerging technologies and shifting paradigms." *Frontiers in Ecology and the Environment* 10, 6: 298-304. <https://doi.org/10.1890/110294>
- Nicolescu, Basarab. 2014. *Il Manifesto della Transdisciplinarietà*, trad. it. di Emanuela Bambara. Messina: Armando Siciliano. (ed. orig. Monaco: Éditions du Rocher, 1996).
- Nielsen, Jakob. 2006. "The 90-9-1 Rule for Participation Inequality in Social Media and Online Communities." *NN/g*. <<https://www.nngroup.com/articles/participation-inequality>> (2025-04-23).
- Nold, Christian, and Louise Francis. 2017. "Participatory Sensing: Recruiting Bipedal Platforms or Building Issue Centred Projects?" In *Participatory Sensing, Opinions and Collective Awareness. Understanding Complex Systems*, edited by V. Loreto, M. Haklay, A. Hotho, and V. C. P. Servedio, 213-35. Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-25658-0_11
- Nold, Christian, Muki Haklay, Tim Walker, John Doherty, Martin Morris, and Gregory Boon. 2023. "Citizen Science Study of Overflight Noise from New and Old Generation Aircraft at London City Airport." *Dataset*. <https://doi.org/10.21954/ou.rd.24453841.v1>
- Nov, Oded, Ofer Arazy, and David Anderson. 2014. "Scientists@Home: What Drives the Quantity and Quality of Online Citizen Science Participation?" *PloS one* 9, 4: e90375. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0090375>

- Novak, Jasminko, Mathias Becker, François Grey, and Rosy Mondardini. 2018. "Citizen engagement and collective intelligence for participatory digital social innovation." In *Citizen Science - Innovation in Open Science, Society and Policy*, edited by S. Hecker, M. Haklay, A. Bowser, Z. Makuch, J. Vogel, and A. Bonn, 124-45. London: UCL Press. <<https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/10066015>> (2025-04-23).
- NSL. 2015. "Empower Shack." <<https://www.nsl.ethz.ch/en/projekt/empower-shack/>> (2025-04-23).
- Odour Observatory s.d. "Home page." <<https://odourobbservatory.org/it/>> (2025-04-23).
- Odour Observatory. s.d. "Buone pratiche di settore." <<https://odourobbservatory.org/it/best-practices-industries/>> (2025-02-12).
- OED - Oxford English Dictionary. 2014. "Citizen Science." <https://doi.org/10.1093/OED/6784505301>
- OpenLitterMap. s.d. "Home page." <<https://openlittermap.com/>> (2025-02-12).
- OpenStreetMap. s.d. "OpenStreetMap Statistics." *OpenStreetMap*. <https://www.openstreetmap.org/stats/data_stats.html> (2025-02-06).
- Ostrom, Elinor. 1990. *Governing the commons: The evolution of institutions for collective action*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Paleco, Carole, Sabina García Peter, Nora Salas Seoane, Julia Kaufmann, and Panagiota Argyri. 2021. "Inclusiveness and Diversity in Citizen Science." In *The Science of Citizen Science*, edited by K. Vohland, A. Land-Zandstra, L. Ceccaroni, R. Lemmens, J. Perelló, M. Ponti, R. Samson, and K. Wagenknecht, 261-81. Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-58278-4_14
- Pandya, Rajul E. 2012. "A framework for engaging diverse communities in citizen science in the US." *Frontiers in Ecology and the Environment* 10, 6: 314-17. <https://doi.org/10.1890/120007>
- Pandya, Rajul, and Kenne Ann Dibner, edited by. 2018. *Learning Through Citizen Science: Enhancing Opportunities by Design*. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/25183>
- Park, Penny. 2014. "Realizing the Potential of Citizen Science." In *UNEP Yearbook. Emerging issues in our global environment*, 36-41. Nairobi: United Nations Environment Programme. <https://waterquality.danube-region.eu/wp-content/uploads/sites/13/sites/13/2019/09/UNEP-Year-Book-2014_-_emerging-issues-in-our-global-env.pdf> (2025-04-23).
- Parker, Christopher. 2012. "A Human Factors Perspective on Volunteered Geographic Information: Human Factors Design." PhD Diss., Loughborough University. <https://pure.manchester.ac.uk/ws/portalfiles/portal/54464084/Thesis_A_Human_Factors_Perspective_on_VGI_.pdf> (2025-04-23).
- Passani, Antonella, and Simona De Rosa. 2021. "Impact Assessment Framework." *MediaFutures project report*. <https://mediafutures.eu/wp-content/uploads/2021/05/D6.3-Impact-assessment-framework_final_with-covers.pdf> (2025-04-23).
- Passani, Antonella, Anelli Janssen, Katharina Hölscher, and Giulia Di Lisio. 2022. "A participatory, multidimensional and modular impact assessment methodology for citizen science projects." *fteval Journal* 54: 33-42. <https://doi.org/10.22163/fteval.2022.569>
- Passarelli, Mariacarmela, Francesco Ricotta, e Alfio Cariola. 2019. "Il trasferimento tecnologico e la strategia di specializzazione intelligente." *Economia e società regionale* 2: 116-46. <https://doi.org/10.3280/ES2019-002011>
- Pateman, Rachel, Alison Dyke, and Sarah West. 2021. "The Diversity of Participants in Environmental Citizen Science." *Citizen Science: Theory and Practice* 6, 1: 9. <https://doi.org/10.5334/cstp.369>

- Phillips, Tina, Heidi L. Ballard, Bruce V. Lewenstein, and Rick Bonney. 2019. "Engagement in science through citizen science: Moving beyond data collection." *Science Education* 103, 3: 665-90. <https://doi.org/10.1002/sce.21501>
- Piaget, Jean. 1972. "L'épistémologie des relations interdisciplinaires." In *L'interdisciplinarité: problèmes d'enseignement et de recherche dans les universités: ce rapport est fondé sur les résultats d'un Séminaire sur l' Interdisciplinarité dans les Universités, organisé par le CERI avec la collaboration du Ministère Français de l'Éducation Nationale à l'Université de Nice (France) du 7 au 12 septembre 1970*, par L. Apostel, G. Berger, G. Michaud, M. Boiosot, H. Heckhausen, E. Jantsch, A. Lichnerowicz, et J. Piaget, 155-71. Paris: Organisation de coopération et de développement économiques.
- Pocock, Michael J., Helen E. Roy, Chris D. Preston, and David B. Roy. 2015. "The Biological Records Centre: a pioneer of citizen science." *Biological Journal of the Linnean Society* 115, 3: 475-93. <https://doi.org/10.1111/bij.12548>
- Polli:Bright. 2016. "Guida agli habitat, piante e insetti impollinatori." <<https://www.museonaturalemaremma.it/wp-content/uploads/2019/12/ITA-Pollination-guida.pdf>> (2025-05-21).
- Ponti, Marisa, and Alena Seredko. 2022. "Human-machine-learning integration and task allocation in citizen science." *Humanities and Social Sciences Communications - Nature* 9, 48. <https://doi.org/10.1057/s41599-022-01049-z>
- Public Lab. s.d. "Home page." <<https://publiclab.org>> (2025-04-23).
- Purcell, Karen, Cecilia Garibay, and Janis L. Dickinson. 2012. "A Gateway to Science for All: Celebrate Urban Birds." In *Citizen Science: Public Participation in Environmental Research*, edited by Janis L. Dickinson, and Rick Bonney, 191-200. Ithaca, NY: Comstock Publishing Associates. <https://doi.org/10.7591/cornell/9780801449116.003.0014>
- Purtova, Nadezhda, and Robin L. Pierce. 2024. "Citizen scientists as data controllers: Data protection and ethics challenges of distributed science." *Computer Law & Security Review: The International Journal of Technology Law and Practice* 52: 105911. <https://doi.org/10.1016/j.clsr.2023.105911>
- Purves, Ross S., and Curdin Derungs. 2015. "From Space to Place: Place-Based Explorations of Text." *International Journal of Humanities and Arts Computing* 9, 1: 74-94. <https://doi.org/doi/10.3366/ijhac.2015.0139>
- Quillen, Lori, Erin Frick, and Cary Institute of Ecosystem Studies. 2017. "Finding Baltimore's Mosquito Hotspots with Help from Landsat." *Landsat Science*. <<https://landsat.gsfc.nasa.gov/article/finding-baltimores-mosquito-hotspots-with-help-from-landsat/>> (2025-04-23).
- Quinlivan, Lauren, Deborah V. Chapman, and Timothy Sullivan. 2020. "Validating citizen science monitoring of ambient water quality for the United Nations sustainable development goals." *Science of The Total Environment* 699: 134255. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134255>
- Raddick, M. Jordan, Georgia Bracey, Pamela L. Gay, Chris J. Lintott, Carie Cardamone, Phil Murray, Kevin Schawinski, Alexander S. Szalay, and Jan Vandernberg. 2013. "Galaxy Zoo: Motivations of Citizen Scientists." *Astronomy Education Review* 12, 1. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1303.6886>
- Radicchi, Antonella. 2021. "Citizen science mobile apps for soundscape research and public space studies: lessons from the Hush City project." In *Geographic Citizen Science Design: No One Left Behind*, edited by Artemis Skarlatidou, and Muki Haklay, 130-48. London: UCL Press. <https://doi.org/10.2307/j.ctv15d8174.14>

- Reed, M. S. R. 2022. "Stakeholder Analysis." *Advance online publication*. Scotland's Rural College (SRUC). <https://pure.sruc.ac.uk/ws/portalfiles/portal/52633184/RESAS_D5_3_Stakeholder_Analysis_final_.pdf> (2025-04-23).
- Reed, M. S., M. Ferré, J. Martin-Ortega, R. Blanche, R. Lawford-Rolfe, M. Dallimer, and J. Holden. 2021. "Evaluating impact from research: A methodological framework." *Research Policy* 50, 4: 104147. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2020.104147>
- Reed, Mark S., and Rachel Curzon. 2015. "Stakeholder mapping for the governance of biosecurity: a literature review." *Journal of Integrative Environmental Sciences* 12, 1: 15-38. <https://doi.org/10.1080/1943815X.2014.975723>
- Reed, Mark S., Anil Graves, Norman Dandy, Elena Posthumus, Klaus Hubacek, Joe Morris, Christina Prell, Claire H. Quinn, and Lindsay C. Stringer. 2009. "Who's in and why? A typology of stakeholder analysis methods for natural resource management." *Journal of Environment Management* 90, 5: 1933-949. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2009.01.001>
- Reed, Mark S., Rosalind Bryce, and Ruth Machen. 2018. "Pathways to policy impact: a new approach for planning and evidencing research impact." *Evidence & Policy* 14, 3: 431-58. <https://doi.org/10.1332/174426418X15326967547242>
- Reeves, Neal, Ilaria Baroni, Damiano Scandola, Mario Scrocca, Roy van Grunsven, Eddy Maddalena, Elena Simperl, et al. 2022. *Participatory Science Toolkit Against Pollution*, edited by Gefion Thuermer. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6491235>
- RELIEF Centre. s.d. "Hamra Neighbourhood Profile." *PROCOL Lebanon*. <<https://www.relief-centre.org/hamra-neighbourhood-profile>> (2025-02-12).
- Research Unit Cartography TU Wien. s.d. "EmoMap." <<https://cartography.tuwien.ac.at/emomap/>> (2025-02-07).
- Resnik, David B., Kevin C. Elliott, and Aubrey K. Miller. 2015. "A framework for addressing ethical issues in citizen science." *Environmental Science & Policy* 54: 475-81. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2015.05.008>
- Rieger, Courtney. 2016. "Demonstrating the capacity of online citizen science mapping software to communicate natural hazards and engage community participation." Master diss., University of Lethbridge. <<https://hdl.handle.net/10133/4605>> (2025-04-23).
- Riesch, Hauke, and Clive Potter. 2014. "Citizen science as seen by scientists: Methodological, epistemological and ethical dimensions." *Public Understanding of Science* 23, 1: 107-20. <https://doi.org/10.1177/0963662513497324>
- Rifkin, Jeremy. 2011. *La terza rivoluzione industriale*. Milano: Mondadori.
- RO Research Outreach. 2024. "Can citizen science drive social change?" <<https://researchoutreach.org/articles/citizen-science-drive-social-change/>> (2025-04-23).
- Robinson, Lucy D., Jade Lauren Cawthray, Sarah Elizabeth West, Aletta Bonn, and Janice Ansine. 2018. "Ten Principles of Citizen Science." In *Citizen Science: Innovation in Open Science, Society and Policy*, edited by S. Hecker, M. Haklay, A. Bowser, Z. Makuch, L. Vogel, and A. Bonn, 27-40. London: UCL Press. <<https://www.jstor.org/stable/j.ctv550cf2.9>> (2025-04-23).
- Rodrigues-Ferreira, Ariele, Herlander Afonso, José André Mello, and Rebeca Amaral. 2023. "Creative Economy and the Quintuple Helix Innovation Model: A Critical Factors Study in the Context of Regional Development." *Creativity Studies* 16, 1: 158-77. <https://doi.org/10.3846/cs.2023.15709>
- Rogers, Everett M. 2010. *Diffusion of Innovations*. New York: Simon and Schuster.
- Rotman, Dana, Jen Hammock, Jenny J. Preece, Carol L. Boston, Derek L. Hansen, Anne Bowser, and Yurong He. 2014. "Does motivation in citizen science change

- with time and culture?" In *Proceedings of the companion publication of the 17th ACM conference on Computer supported cooperative work & social computing*, 229-32. CSCW Companion '14. New York: Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/2556420.2556492>
- Rotman, Dana, Jenny Preece, Jen Hammock, Kezee Procita, Derek Hansen, Cynthia Parr, Darcy Lewis, and David Jacobs. 2012. "Dynamic changes in motivation in collaborative citizen-science projects." In *Proceedings of the ACM 2012 conference on computer supported cooperative work*, 217-26. New York: Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/2145204.2145238>
- Roy, Helen E., Michael J. O. Pocock, C. D. Preston, D. B. Roy, Joanna Savage, John C. Tweddle, and Lucy D. Robinson. 2012. *Understanding Citizen Science and Environmental Monitoring. Final Report on behalf of UK-EOF*. NERC Centre for Ecology & Hydrology and Natural History Museum. <<https://www.ceh.ac.uk/sites/default/files/citizensciencereview.pdf>> (2025-04-23).
- Rubio-Iglesias, José Miguel, Triin Edovald, Robert Grew, Timo Kark, Ahmet Erkan Kideys, Taru Peltola, and Hester Volten. 2020. "Citizen Science and Environmental Protection Agencies: Engaging Citizens to Address Key Environmental Challenges." *Frontiers in Climate* 2. <https://doi.org/10.3389/fclim.2020.600998>
- Russel, James A., and Geraldine Pratt. 1980. "A description of the affective quality attributed to environments." *Journal of Personality and Social Psychology* 38, 2: 311-22. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.38.2.311>
- Ryan, Richard M., and Edward L. Deci. 2000. "Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being." *American Psychologist* 55, 1: 68-78. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.55.1.68>
- Safecast. s.d. "About." <<https://safecast.org/about/#>> (2025-02-12).
- Safecast. s.d. "Devices." <<https://safecast.org/devices/#>> (2025-02-06).
- Sanders, Elizabeth B.-N., and Pieter Jan Stappers. 2008. "Co-Creation and the New Landscapes of Design." *CoDesign* 4, 1: 5-18. <https://doi.org/10.1080/15710880701875068>
- Sanna, Venere Stefania, Francesco Di Grazia, Cristina Capineri, and Alessio Polvani. 2024. "Citizen Science for Transition to Sustainability and SDG Monitoring in an Italian River Basin." *International Journal of E-Planning Research* 13, 1. <https://doi.org/10.4018/IJEPR.366585>
- Sapelli. s.d. "Reporting wildlife crime." <<https://www.sapelli.org/reporting-wildlife-crime/>> (2025-02-12).
- Sardo, Ana Margarida, Sophie Laggan, Laura Fogg-Rogers, Elke Franchois, Giovanni Maccani, Kris Vanherle, and Enda Hayes. 2024. "Measuring the impacts of participatory citizen science: lessons from the WeCount sustainable mobility project." *JCOM-Journal of Science Communication* 23, 5: N01. <https://doi.org/10.22323/2.23050801>
- Sardo, Ana Margarida, Sophie Laggan, Laura Rogers-Fogg, Elke Franchois, and Anke Bracke. 2021. "Deliverable 5.4: Part A - Final Summative Monitoring & Evaluation Project Report." *WeCount: Citizens Observing Urban Transport*: 59. <https://we-count.net/_uploads/Deliverable-5.4-Part-A-Final-Summative.pdf> (2025-05-21).
- Schade, Sven, Maite Pelacho, Toos (C. G. E.) van Noordwijk, Katrin Vohland, Susanne Hecker, and Marina Manzoni. 2021. "Citizen Science and Policy." In *The Science of Citizen Science*, edited by Katrin Vohland, Anne Land-Zandstra, Luigi Ceccaroni, Rob Lemmens, Josep Perelló, Marisa Ponti, Roeland Samson, and Katherin Wagenknecht, 351-71. Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-58278-4_18

- Science for Change. s.d. "OdourCollect: Improving Odour Pollution Management through Citizen Science." *Science for Change*. <<https://scienceforchange.eu/en/project/odourcollect/>> (2025-04-23).
- Scopus. s.d. Banca dati. <<https://www.scopus.com>> (2025-01-10).
- Seagrasswatch. s.d. "Gallery." <<https://www.seagrasswatch.org/gallery/>> (2025-04-23).
- See, Linda, Peter Mooney, Giles Foody, Lucy Bastin, Alexis Comber, Jacinto Estima, Steffen Fritz, et al. 2016. "Crowdsourcing, Citizen Science or Volunteered Geographic Information? The Current State of Crowdsourced Geographic Information." *International Journal of Geo-Information* 5, 5: 55. <https://doi.org/10.3390/ijgi5050055>
- Senaratne, Hansi, Amin Mobasheri, Ahmed Loai Ali, and Cristina Capineri. 2016. "A Review of Volunteered Geographic Information Quality Assessment Methods." *International Journal of Geographical Information Science* 31, 1: 139-67. <https://doi.org/10.1080/13658816.2016.1189556>
- Serrano Sanz, Fermin, Teresa Holocher-Ertl, Barbara Kieslinger, Francesco Sanz García, and Candida G. Silva. 2014. *White Paper on Citizen Science for Europe. Report of the Societize Project to the European Commission*. Brussels: EC (European Commission). <https://www.ecsite.eu/sites/default/files/white_paper-final-print.pdf> (2025-04-23).
- Seyfang, Gill, and Adrian Smith. 2007. "Grassroots innovations for sustainable development: Towards a new research and policy agenda." *Environmental Politics* 16, 4: 584-603. <https://doi.org/10.1080/09644010701419121>
- Sforzi, Andrea, John Tweddle, Johannes Vogel, Grégoire Lois, Wolfgang Wägele, Poppy Lakeman-Fraser, Zen Makuch, and Katrin Vohland. 2018. "Citizen science and the role of natural history museums." In *Citizen Science - Innovation in Open Science, Society and Policy*, edited by S. Hecker, M. Haklay, A. Bowser, Z. Makuch, J. Vogel, and A. Bonn, 429-44. London: UCL Press. <<https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/10066348>> (2025-04-23).
- Shamoo, Adil E., and David B. Resnik. 2015³. *Responsible Conduct of Research*. New York: Oxford University Press.
- Shirk, Jennifer L., Heidi L. Ballard, Candie C. Wilderman, Tina Phillips, Andrea Wiggins, Rebecca Jordan, Ellen McCallie, et al. 2012. "Public Participation in Scientific Research: A Framework for Deliberate Design." *Ecology and Society* 17, 2: 29. <<https://www.jstor.org/stable/26269051>> (2025-04-23).
- Shye, Samuel. 2010. "The Motivation to Volunteer: A Systemic Quality of Life Theory." *Social Indicators Research* 98: 183-200. <https://doi.org/10.1007/s11205-009-9545-3>
- Silvertown, Jonathan. 2009. "A New Dawn for Citizen Science." *Trends in Ecology & Evolution* 24, 9: 467-71. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2009.03.017>
- Simpson, Robert. 2013. "Explainer: What Is Citizen Science?" *The Conversation*, 15 August, 2013. <<https://theconversation.com/explainer-what-is-citizen-science-16487>> (2025-04-23).
- Sirimarco, Mario. 2007. "Ancora su apocalittici e integrati: ovvero tra Hermes e Narciso." In *Informatica diritto filosofia*, a cura di Mario Sirimarco, 255-92. Roma: Aracne. <https://doi.org/10.4399/978885481555111>
- Skarlatidou, Artemis, and Muki Haklay, edited by. 2021. *Geographic Citizen Science Design: No one left behind*. London: UCL Press. <<https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/10120404/>> (2025-04-23).
- Skarlatidou, Artemis, Monika Suškevičs, Claudia Göbel, Loreta Prūse, Loreta Tauginienė, Andre Mascarenhas, Marzia Mazzonetto, et al. 2019. "The Value of

- Stakeholder Mapping to Enhance Co-creation in Citizen Science Initiatives." *Citizen Science: Theory and Practice* 4, 1: 24. <https://doi.org/10.5334/cstp.226>
- Skarlatidou, Artemis, Muki Haklay, Simon Hoyte, Michiel van Oudheusden, and Isabel J. Bishop. 2024. "How can bottom-up citizen science restore public trust in environmental governance and sciences? Recommendations from three case studies." *Environmental Science & Policy* 160: 103854. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2024.103854>
- Solis, Patricia, and Marcela Zeballos, edited by. 2023. *Open Mapping towards Sustainable Development Goals. Voices of YouthMappers on Community Engaged Scholarship*. Cham: Springer. <<https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-031-05182-1>> (2025-04-23).
- Sorensen, Amanda E., Rebecca C. Jordan, Shannon L. LaDeau, Dawn Biehler, Sacoby Wilson, John-Henry Pitas, and Paul T. Leisnham. 2019. "Reflecting on Efforts to Design an Inclusive Citizen Science Project in West Baltimore." *Citizen Science: Theory and Practice* 4, 1: 13. <https://doi.org/10.5334/cstp.170>
- Sovacool, Benjamin K. 2010. "A critical stakeholder analysis of the Trans-ASEAN Gas Pipeline (TAGP) Network." *Land Use Policy* 27, 3: 788-97. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2009.10.012>
- Stilgoe, Jack, Simon J. Lock, and James Wilsdon. 2014. "Why should we promote public engagement with science?" *Public Understanding of Science* 23, 1: 4-15. <https://doi.org/10.1177/0963662513518154>
- Strien, Arco J. van, Chris A. M. van Swaay, and Tim Termaat. 2013. "Opportunistic citizen science data of animal species produce reliable estimates of distribution trends if analysed with occupancy models." *Journal of Applied Ecology* 50, 6: 1450-58. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12158>
- Sui, Daniel, and Dydia DeLyser. 2012. "Crossing the qualitative-quantitative chasm I: Hybrid geographies, the spatial turn, and volunteered geographic information (VGI)." *Progress in Human Geography* 36, 1: 111-24. <https://doi.org/10.1177/0309132510392164>
- Sui, Daniel, Michael Goodchild, and Sarah Elwood. 2013. "Volunteered Geographic Information, the Exaflood, and the Growing Digital Divide." In *Crowdsourcing Geographic Knowledge*, edited by Daniel Sui, Michael Goodchild, and Sarah Elwood, 1-12. Dordrecht: Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-4587-2_1
- Sullivan, Brian L., Christopher L. Wood, Marshall J. Iliff, Rick E. Bonney, Daniel Fink, and Steve Kelling. 2009. "eBird: A citizen-based bird observation network in the biological sciences." *Biological Conservation* 142, 10: 2282-92. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.05.006>
- Sullivan, Brian L., Jocelyn L. Aycrigg, Jessie H. Barry, Rick E. Bonney, Nicholas Bruns, Caren B. Cooper, Theo Damoulas, et al. 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>
- Tauginienė, Loreta, Eglė Butkevičienė, Katrin Vohland, Barbara Heinisch, Maria Daskolia, Monika Suškevičs, Manuel Portela, Bálint Balázs, and Baiba Prūse. 2020. "Citizen science in the social sciences and humanities: the power of interdisciplinarity." *Palgrave Communications* 6, 89. <https://doi.org/10.1057/s41599-020-0471-y>
- Tauginienė, Loreta, Philipp Hummer, Alexandra Albert, Anna Cigarini, and Katrin Vohland. 2021. "Ethical Challenges and Dynamic Informed Consent." In *The Science of Citizen Science*, edited by K. Vohland, A. Land-Zandstra, L. Ceccaroni, R.

- Lemmens, J. Perelló, M. Ponti, R. Samson, and K. Wagenknecht, 397-416. Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-58278-4_20
- Telraam. s.d. "Home page." <<https://telraam.net/>> (2025-04-23).
- Telraam. s.d. "Telraam-Traffic counting with citizens." <<https://telraam.net/#9/44.4938/11.3387>> (2025-02-12).
- Thatoe Nwe Win, Thanda, Thom Bogaard, and Nick van de Giesen. 2019. "A Low-Cost Water Quality Monitoring System for the Ayeyarwady River in Myanmar Using a Participatory Approach." *Water* 11, 10: 1984. <https://doi.org/10.3390/w11101984>
- Thompson, Ronald L., Christopher A. Higgins, and Jane M. Howell. 1991. "Personal Computing: Toward a Conceptual Model of Utilization." *MIS Quarterly* 15, 1: 125-43. <<https://www.jstor.org/stable/249443>> (2025-04-23).
- Thornhill, Ian, Jonathan G. Ho, Yuchao Zhang, Huashou Li, Kin Chung Ho, Leticia Miguel-Chinchilla, and Steven A. Loiselle. 2017. "Prioritising local action for water quality improvement using citizen science; a study across three major metropolitan areas of China." *Science of The Total Environment* 584-85: 1268-81. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.01.200>
- Tiago, Patricia, L. Ceccaroni, and P. Jaume. 2016. "Social Context of Citizen Science Projects." In *Analyzing the Role of Citizen Science in Modern Research*, 168-91. Hershey (PA): IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-0962-2.ch008>
- Tiago, Patricia, Maria J. Gouveia, César Capinha, Margarida Santos-Reis, and Henrique M. Pereira. 2017. "The influence of motivational factors on the frequency of participation in citizen science activities." *Nature Conservation* 18: 61-78. <https://doi.org/10.3897/natureconservation.18.13429>
- Townsend, Anthony M. 2013. *Smart Cities: Big Data, Civic Hackers, and the Quest for a New Utopia*. New York: W.W. Norton & Co.
- Tress, Bärbel, Gunter Tress, and Gary Fry. 2006. "Defining concepts and the process of knowledge production in integrative research." In *From Landscape Research to Landscape Planning. Aspects of Integration, Education and Application*, edited by B. Tress, G. Tress, G. Fry, and P. F. M. Opdam: 13-26. Dordrecht: Springer (Wageningen UR Frontis series, 12).
- Tucson Bird. s.d. "About the Tucson Bird Count." <<https://www.tucsonbirds.org/about-the-tucson-bird-count/>> (2025-02-12).
- Turbé, Anne, Jorge Barba, Maite Pelacho, Shailendra Mugdal, Lucy D. Robinson, Fermin Serrano-Sanz, Chrysa Tsinaraki, Jose-Miguel Rubio, and Sven Schade. 2019. "Understanding the Citizen Science Landscape for European Environmental Policy: An Assessment and Recommendations." *Citizen Science: Theory and Practice* 4, 1: 34. <https://doi.org/10.5334/cstp.239>
- Turbé, Anne, Shailendra Mudgal, Margaret Gold, Lucy Robinson, Fermín Serrano, Francisco Sanz, Jorge Barba, and Maite Pelacho. 2018. *Citizen Science for Environmental Policy: development of an EU-wide inventory and analysis of selected practices. Final report for the European Commission*. Bio Innovation Service, in collaboration with Fundación Ibercivis and The Natural History Museum. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.27592.80643>
- Turner, Andrew. 2006. *Introduction to neogeography*. Sebastopol: O'Reilly.
- Turner, Will R. 2003. "Citywide biological monitoring as a tool for ecology and conservation in urban landscapes: the case of the Tucson Bird Count." *Landscape and Urban Planning* 65, 3: 149-66. [https://doi.org/10.1016/S0169-2046\(03\)00012-4](https://doi.org/10.1016/S0169-2046(03)00012-4)
- Turrini, Tabea, Daniel Dörler, Anett Richter, Florian Heigl, and Aletta Bonn. 2018. "The threefold potential of environmental citizen science - Generating knowledge,

- creating learning opportunities and enabling civic participation.” *Biological Conservation* 225: 176-86. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2018.03.024>
- UCL.s.d. “Transcribe Bentham.” <<https://www.ucl.ac.uk/bentham-project/transcribe-bentham>> (2025-02-03).
- UNDP (United Nations Development Program). 2022. *Citizen Science: Exploring its trends and its role in sustainable development*. Co-lab, UNDP Argentina: United Nations Development Program. <<https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/2022-07/undp-arg-citizen-science-exploring-english-25.07.22.pdf>> (2025-04-23).
- UNESCO Institute for Statistics. s.d. “UIS Data Centre.” <<https://data.uis.unesco.org/>> (2025-04-23).
- UNESCO. 2013. *World social science report: changing global environments*. Paris: UNESCO publishing. <<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000224677>> (2025-04-23).
- UNESCO. 2021. “Recommendation On Open Science.” <<https://www.unesco.it/wp-content/uploads/2023/11/RECOMMENDATION-ON-OPEN-SCIENCE-2021-Certified.pdf>> (2025-04-23).
- United Nations Regional Information Centre. s.d. *Agenda 2030*. <<https://unric.org/it/agenda-2030/>> (2025-04-23).
- Universitat de Barcelona. s.d. “CoActuem per la Salut Mental.” *Ciència Ciutadana – Universitat de Barcelona*. <<https://web.ub.edu/en/web/ciencia-ciutadana/coactuem-per-la-salut-mental>> (2025-02-12).
- University College London. s.d. “Extreme Citizen Science (ExCiteS).” *UCL Department of Geography*. <<https://www.ucl.ac.uk/geography/research/research-centres/extreme-citizen-science-excites>> (2025-02-12).
- US Environmental Protection Agency (EPA). 2018. “Year in Review.” US Environmental Protection Agency (EPA). <https://www.epa.gov/sites/default/files/2019-01/documents/epa_2018_yearinreview_0128-4.pdf> (2025-02-12).
- Vallance, Paul, Mark Tewdwr-Jones, and Louise Kempton. 2020. “Building collaborative platforms for urban innovation: Newcastle City Futures as a quadruple helix intermediary.” *European Urban and Regional Studies* 27, 4: 325-41. <https://doi.org/10.1177/0969776420905630>
- Vallerand, Robert J. 2000. “Deci and Ryan’s self-determination theory: A view from the hierarchical model of intrinsic and extrinsic motivation.” *Psychological Inquiry* 11, 4: 312-18. <<http://www.jstor.org/stable/1449629>> (2025-04-23).
- Van den Berg, Heather A., Shari L. Dann, and John M. Dirckx. 2009. “Motivations of Adults for Non-Formal Conservation Education and Volunteerism: Implications for Programming.” *Applied Environmental Education & Communication* 8, 1: 6-17. <https://doi.org/10.1080/15330150902847328>
- Van Dijk, José, Thomas Poell, and Martijn de Waal. 2018. *The Platform Society. Public Values in a Connected World*. New York: Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oso/9780190889760.001.0001>
- Venkatesh, Viswanath, and Fred D. Davis. 2000. “A Theoretical Extension of the Technology Acceptance Model: Four Longitudinal Field Studies.” *Management Science* 46, 2: 186-204. <https://doi.org/10.1287/mnsc.46.2.186.11926>
- Venkatesh, Viswanath, Michael G. Morris, Gordon B. Davis, and Fred D. Davis. 2003. “User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View.” *MIS Quarterly* 27, 3: 425-78. <https://doi.org/10.2307/30036540>
- Vogler, Donna, Suzanne Macey, and Amanda Sigouin. 2017. “Stakeholder Analysis in Environmental and Conservation Planning.” *Lessons in Conservation* 7: 5-16.

- <<https://www.amnh.org/content/download/158575/2593966/file/stakeholder-analysis-in-environmental-and-conservation-planning.pdf>> (2025-04-23).
- Vohland Katrin, Land-Zandstra Anne, Ceccaroni Luigi, Lemmens Rob, Perelló Josep, Ponti Marisa, Samson Roeland, and Wagenknecht Katherin, edited by. 2021. *The Science of Citizen Science*. Cham: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-58278-4>
- WeCount. s.d. "Home page." <<https://we-count.net/>> (2025-02-12).
- Weglad. s.d. "Home page." <<https://weglad.eu/>> (2025-02-12).
- West, Sarah, Alison Dyke, and Rachel Pateman. 2021. "Variations in the Motivations of Environmental Citizen Scientists." *Citizen Science: Theory and Practice* 6, 1: 14. <https://doi.org/10.5334/cstp.370>
- West, Sarah, and Rachel Pateman. 2016. "Recruiting and Retaining Participants in Citizen Science: What Can Be Learned from the Volunteering Literature?" *Citizen Science: Theory and Practice* 1, 2: 15. <https://doi.org/10.5334/cstp.8>
- West, Sarah, and Rachel Pateman. 2017. "How could citizen science support the Sustainable Development Goals?" Policy brief. Stockholm: Stockholm Environment Institute. <<https://www.sei.org/publications/citizen-science-sustainable-development-goals/>> (2025-04-23).
- Wiggins, Andrea, and Kewin Crowston. 2011. "From Conservation to Crowdsourcing: A Typology of Citizen Science." In *44th Hawaii International Conference on System Sciences*, 1-10. Kauai, USA: IEEE. <https://doi.org/10.1109/HICSS.2011.207>
- Wiggins, Andrea, and Kewin Crowston. 2012. "Goals and Tasks: Two Typologies of Citizen Science Projects." In *45th Hawaii International Conference on System Sciences*, 3426-35. Maui, USA: IEEE. <https://doi.org/10.1109/HICSS.2012.295>
- Wiggins, Andrea, Greg Newman, Robert D. Stevenson, and Kevin Crowston. 2011. "Mechanisms for Data Quality and Validation in Citizen Science." In *IEEE Seventh International Conference on e-Science Workshops*, 14-9. Stockholm: IEE. <https://doi.org/10.1109/eScienceW.2011.27>
- Wikimedia Italia. s.d. "Home page." <<https://www.wikimedia.it/>> (2025-02-06).
- Wikipedia Statistics. 2024. "Wikipedia:Statistics." <<https://en.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Statistics>> (2025-04-23).
- Wikipedia. s.d. "CitizenScience." <[https://en.wikipedia.org/wiki/Citizen_science#:~:text=Citizen%20science%20\(similar%20to%20community%20science,%20crowd%20science,#:~:text=Citizen%20science%20\(similar%20to%20community%20science,%20crowd%20science](https://en.wikipedia.org/wiki/Citizen_science#:~:text=Citizen%20science%20(similar%20to%20community%20science,%20crowd%20science,#:~:text=Citizen%20science%20(similar%20to%20community%20science,%20crowd%20science)> (2024-10-03).
- Wilsdon, James, Brian Wynne, and Jack Stilgoe. 2005. *The public value of science. Or how to ensure that science really matters*. London: Demos. <<https://archiwum.pte.pl/pliki/2/21/5.%20Vinnova%20Public%20Value%20of%20Science%202005.pdf>> (2025-04-23).
- Wilson, Matthew, and Mark Graham. 2013. "Neogeography and Volunteered Geographic Information: A Conversation with Michael Goodchild and Andrew Turner." *Environment and Planning A: Economy and Space* 45, 1: 10-8. <https://doi.org/10.1068/a44483>
- Wilson, Sacoby, Chris Heaney, and Omega Wilson. 2011. "Use of community-owned and -managed research to assess the vulnerability of water and sewer services in marginalized and underserved environmental justice communities." In *ISEE Conference Abstracts*. <https://doi.org/10.1289/isee.2011.00095>
- Wright, Dale R., Les G. Underhill, Matt Keene, and Andrew T. Knight. 2015. "Understanding the Motivations and Satisfactions of Volunteers to Improve the

- Effectiveness of Citizen Science Programs.” *Society & Natural Resources* 28, 9: 1013-29. <https://doi.org/10.1080/08941920.2015.1054976>
- Youth Mappers. s.d. “Home page.” <<https://www.youthmappers.org/>> (2025-04-23).
- Youth Mappers. s.d. “Youth Mappers - Let Girls Map.” <<https://www.youthmappers.org/letgirlsmap>> (2025-02-12).
- Zhang, Yuchao, Ronghua Ma, Minqi Hu, Juhua Luo, Jing Li, and Qichun Liang. 2017. “Combining citizen science and land use data to identify drivers of eutrophication in the Huangpu River system.” *Science of The Total Environment* 584-85: 651-64. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.01.093>
- Zook, Matthew, Mark Graham, Taylor Shelton, and Sean Gorman. 2010. “Volunteered Geographic Information and Crowdsourcing Disaster Relief: A Case Study of the Haitian Earthquake.” *World Medical & Health Policy* 2, 2. <https://doi.org/10.2202/1948-4682.1069>
- Zooniverse. s.d. “Galaxy Zoo: Classify Galaxies.” <<https://www.zooniverse.org/projects/zookeeper/galaxy-zoo/>> (2025-02-08).
- Zooniverse. s.d. “What is the Zooniverse?” <<https://www.zooniverse.org/>> (2025-02-03).
- ZSL. s.d. “Home page.” <<https://www.zsl.org/>> (2025-02-12).

Indice dei nomi e delle cose notevoli

- Accuratezza
 - Dei dati 69, 72, 107, 109-110, 119
 - Posizionale 72, 110-111, 139
 - Tematica 110
 - Temporale 111
- ACTION Project 60, 131, 149
- Agenda 2030 31, 138
- America latina 23, 28
- America settentrionale 28
- Analisi
 - Dei dati 17, 19, 27, 29, 38, 45-46, 49, 59, 72-73-74, 76, 79, 92, 109, 111, 115-116, 149, 154
 - Degli stakeholder 36-37, 40
- ARPA 120
- ARPAT 154
- Audubon Society 15, 22-23
- Australia 27, 95

- Banca Mondiale 140
- Barcellona 74, 147-149, 152-153
- Barriere architettoniche 92, 161-162
- Beni comuni/*Commons* 84, 86, 91-92, 116, 159
- Bentham Papers Transcription Initiative 48, 51, 78

- Big data 86
- Biodiversità 22-23, 25, 27-28, 36, 42, 49-50, 61, 73, 77, 92, 104, 112-114, 121, 126, 135, 138, 140, 144-145, 151, 154-155
- Brasile 153

- Cambiamento/i climatico/i 22, 42, 73, 81, 92, 103, 133, 136, 138, 143, 154
- Camerun 159
- Christmas Bird Count 22-23
- Citizen Design Science 147-149
- Citizen Science for Rivers 64, 70, 75, 78, 141, 151, 154-155
- Citizen scientist*/Cittadini scienziati 16-17, 24-25, 36, 46, 48-49, 56, 61, 67-68-69, 72, 74, 78, 80, 82, 90, 98, 104, 118-119, 123-124, 125-126, 129, 131, 137, 139, 142-143, 144, 146, 155
- Citizen Science/CS
 - Attori 35-37
 - Definizione/i 15-20
 - Dieci principi 23-25, 46, 92
 - E partecipazione 46-53
 - Etica della 117, 122-133
 - Extreme* 44-46, 61, 74, 156, 159

FUP Best Practice in Scholarly Publishing (DOI 10.36253/fup_best_practice)

Venere Stefania Sanna, Cristina Capineri, Giacomo-Maria Salerno, Michela Teobaldi, Citizen Science, *territorio e comunità. Prospettive geografiche per la ricerca e azione*, © 2025 Author(s), CC BY-SA 4.0 published by Firenze University Press and USiena PRESS, ISBN 979-12-215-0698-3, DOI 10.36253/979-12-215-0698-3

- Fasi 59-75
 Motivazioni 53-57
 Nella pianificazione territoriale 142-149
 Per le scienze sociali 150-162
 Pratica transdisciplinare 133-136, 142, 151
 CitSciStarter 27
 CoAct 151-153
 CocòZap 78, 152-153
 Co-creazione 42, 135, 152
 Co-design 78, 149
 Commissione Europea 18, 25, 27, 33, 116, 138
 Contatore Geiger 65, 158
 Cornell Lab of Ornithology 100
 Crowdsourcing 29, 44, 78, 80, 86, 90-91, 96-97, 113, 120-121, 147, 149, 158-159

Data-driven 137, 142, 160-161
 Data_labe 153
Data mining 73, 112, 115, 143
 Dati
 Accuratezza 109, 111
 Affidabilità 24, 31, 79, 114, 116
 Analisi 17, 19, 27, 29, 38, 45-46, 49, 59, 65, 73-74, 78-79, 109, 111, 115-116, 149, 154
 Completezza 110-111, 116
 Condivisione 24-25, 33, 59-60, 89, 92, 116, 122, 124, 128
 Crowdsourced 89-93
 FAIR Data 33
 Fitness for use 111
 Interoperabilità 61, 92, 109, 116-117
 Metadati 23, 38, 116-117
 Protezione dei 122-124
 Pulizia 112, 158
 Qualità 24-25, 31, 52, 79, 84, 90, 92, 100, 107-111, 150
 Standardizzazione 92, 107, 115, 116-117
 User-generated 89, 96, 147
 Validazione 62, 72-74, 84, 108, 111-115, 119-121
 Decidim 78, 148
 Decoro Urbano 78
 Diritti delle donne 84, 151, 156
 Disastri naturali 27, 65, 80, 97
 Diseguaglianze 46-51, 118, 133, 153, 160-161
 Diversità 26, 33, 46, 51, 92, 122, 125, 127
 D-NOSES 155
Doing It Together science 27

 eBird 36, 77-78, 91, 100, 114-115, 137
 ECSA 23-24, 26-27, 104
 EmoMap 101-102
Empowerment 18, 24, 147, 155
 Empower Shack 149
 Epicollect 125
 Equità 16, 33, 46-47, 91, 122, 125, 127, 151-152
 Europa occidentale 28, 95
 European Citizen Science Association 23-24, 26-27, 104
 Eurostat 47
 ExCiteS 159

 FAO 67
 Favela Maré 153
 FixMyStreet 78
 Flu Near You 78
 Focus group 67-68, 160
 Folding@home 48
 FoldIt 48, 78
 Formazione/Training 25, 30, 41, 45, 52, 67-68, 69-71, 72, 77, 79, 110-111, 113-115, 118, 119-120, 121, 124, 154, 157
 Train the Trainer (TIT) 71
 FreshWater Watch 64, 72, 77-80, 119-121, 154

 Galaxy Zoo 45, 47, 51, 77-78, 117
 Geolocalizzazione 72, 121
 Giustizia ambientale 130, 151-152
 Governance
 Del progetto 29-30, 38, 104
 Urbana 142
 Gran Bretagna 126

 Heatmap 99
 Human Development Index 153
 Humanitarian OpenStreetMap Team 83-84, 156
 Hush City 62, 101, 115

 Immagini satellitari 82-83, 85

- iNaturalist 25, 36, 78, 95-96, 98, 112, 119-121
 Inclusione 46-47, 51, 122, 125, 127-129, 135, 150
 Innovazione sociale 35-36, 41, 67, 92, 142-143
 Inquinamento
 Acustico 98-100, 149
 Da odori 155-156
 Intelligenza
 Artificiale 65, 86, 115
 Collettiva 86, 87-89, 143, 149
 Connettiva 87-89
 Italia 27, 47, 98-99, 129, 131

 Let Girls Map 151, 156
 Libano 160
 Linee guida 24, 33, 62, 110, 117, 123, 128, 131-132, 155
 Living Lab 130, 147-148
 London City Airport 152, 157

 Madrid 74, 147-148
 Map Kibera 83
 Matrice potere/interesse 38-40
 Metadati 23, 38, 116
 Ministero delle Foreste e della Fauna Selvatica 160
 mit:forschen! 77
 Modello a Quintupla Elica 40-41
 Monitoraggio
 Alberi 144-145
 Civico 78
 Fauna selvatica 159
 Livelli di comfort 82, 102-103
 Macroinvertebrati 154-155
 Odori 92, 155-156
 Ornitologico 22-23, 91, 100, 114-115
 Plastiche 117, 151, 158
 Poseidonia 129
 Qualità delle acque 78-80, 119-121, 154-155
 Qualità dell'aria 91, 93, 138, 149, 151
 Radioattività 64-65, 151, 158-159
 Traffico 64-65, 74, 146-147
 Vegetazione riparia 154-155
 Zanzare 98-99, 129

 Mosquito Alert 77, 98-99
 Museo di Storia Naturale della Maremma 27, 63

 NASA Globe Observer 78
 New York 22, 143-144
 Noisebusters 99
 NoiseMaps 149

 Obiettivi di Sviluppo Sostenibile 31, 108, 134, 136, 138-142, 152, 154, 156, 160-161
 OpenAccess 19, 23, 33, 137, 142, 148, 158
 Open Science 24, 31, 33, 81, 92, 130
 Open Air Laboratories 51, 63
 OpenLitterMap 151, 158
 OpenStreetMap 48-49, 78, 81-84, 90, 92, 156-158

 Partecipazione 42-43, 126-127
 E tipologie progetti di CS 29-31, 36, 104
 Scale della 43-46
 Disuguaglianze 46-47
 Motivazioni 53-57
 User-generated data 94-96
 Participatory science 29, 44-45
 Participatory sensing 43, 104
 Pianificazione territoriale 43, 94, 142-143, 145, 147-149
 Pianificazione territoriale e urbana 142-143, 147-149
 Policy 16, 46, 75, 136, 141, 147, 154, 160-161
 Policy maker 127, 132, 138, 148, 151, 154-155
 PolliBright 63, 72, 118
 Protocollo/i 17, 30, 62-65, 71, 72, 79, 90, 92, 107-108, 112, 116, 117-119, 121, 141, 144, 152, 159
 Public Lab 65, 78

 Regno Unito 26, 47, 50-51, 57
 Riferimento geografico 93-94
 Rio de Janeiro 153

 Safecast 64-65, 151, 158-159
 Salute 22, 27, 54, 78, 136, 140, 144, 149, 151, 152-153, 156, 160-161

- Sapelli 159-160
 Scala/e 22, 29, 42, 46, 67, 71, 77, 94-96, 97, 100, 102, 103-105, 137, 138-139, 141, 143, 146, 148, 150, 152, 154, 155, 158, 160
 Scalabilità 61, 94, 139
 Scala di Arnstein 43-44, 46
 Scienza
 Aperta 33
 Democratizzare/Democratizzazione 16, 18, 88, 92, 96, 129, 151
 Partecipata 23, 42, 66
 Scienze sociali 25, 37, 43, 87, 131, 134-135, 150-151
 SeagrassSpotter 129
 Siena 82-83, 98-99, 102-103, 154
 Soundscape 78, 149
 Stakeholder 35, 38
 Analisi 30, 37-39
 Individuazione/Identificazione 35-37, 59-60, 66-69
 Mappatura 40-42, 59-60
 Condivisione dei risultati 74-76
 Stati Uniti 23, 27, 33, 43, 50, 138, 144
 Sustainable Development Goals/SGD 31, 108, 134, 136, 138-142, 152, 154, 156, 160-161

 Tana River 81
 The Baltimore Mosquito Study 129-130
 The Citizen Scientist 632 Toolbox 141
 The Hamra Neighbourhood Profile 160
 Toscana 63, 141, 154

Training/Formazione 25, 30, 41, 45, 52, 67-68, 69-71, 72, 77, 79, 110-111, 113-115, 118, 119-120, 121, 124, 154, 157
Train the Trainer (TTT) 71, 79
 Transdisciplinarietà 134-136
 TreesCount 143-144
 Tucson Bird Count 144-145

 UNEP 140-141
 UNESCO 19-20, 33, 47
 UN-Habitat 160
 Unione Europea 33, 47, 116, 122-123, 152, 155
 Unione internazionale per la Conservazione della Natura 140
 UNISDR 140
 Università di Siena 99, 102, 154
 University College London 48, 159
 US Environmental Protection Agency 19-20, 27
 Ushahidi 80-81

Volunteered Geographic Information/VGI 90-94, 96-97, 113-114

 WeCount 64-65, 74, 146-147
 WeGlad 152, 161-162
 Wikimapia 113
 Wikipedia 20, 49, 85, 89-90, 95, 114, 129
 WWF 67

 Zoological Society of London 159
 Zooniverse 25, 51, 77

OPEN GEO - GEOGRAFIA, ESPERIENZE E SOCIETÀ

TITOLI PUBBLICATI

1. Venere Stefania Sanna, Cristina Capineri, Giacomo-Maria Salerno, Michela Teobaldi, Citizen Science, *territorio e comunità. Prospettive geografiche per la ricerca e azione*, 2025

Open Geo

Geografia, esperienze e società

Chi ha detto che la scienza è solo per gli esperti? In un mondo in cui la partecipazione attiva è più cruciale che mai, la *Citizen Science* sta rivoluzionando il modo in cui raccogliamo dati, generiamo conoscenza, costruiamo politiche pubbliche più informate e formiamo cittadini più consapevoli. Dai progetti di monitoraggio ambientale all'analisi dei dati *crowdsourced*, dalla pianificazione urbana partecipativa alla democratizzazione dell'informazione scientifica, questo volume – primo nel panorama della ricerca scientifica in lingua italiana – esplora i pilastri della *Citizen Science* e il suo impatto su società e ambiente. Attraverso esempi pratici e riferimenti a casi innovativi, gli autori guidano il lettore alla scoperta di un ecosistema in cui cittadini, scienziati, istituzioni e comunità collaborano per affrontare le sfide globali.

Venere Stefania Sanna è geografa e ricercatrice presso l'Università di Siena. Tra le più recenti pubblicazioni *Citizen Science for Transition to Sustainability and SDG Monitoring in an Italian River Basin* (2024).

Cristina Capineri è professoressa di Geografia all'Università di Siena, direttrice del Laboratorio Ladest e vicepresidente della Società di Studi Geografici.

Giacomo-Maria Salerno è ricercatore in Geografia presso l'Università di Siena. Autore di *Per una critica dell'economia turistica. Venezia tra museificazione e mercificazione* (2020).

Michela Teobaldi è assegnista presso l'Università di Siena, membro del progetto CS4Rivers e ricercatrice del Laboratorio Ladest.

ISBN 979-12-215-0697-6 (Print)
ISBN 979-12-215-0698-3 (PDF)
ISBN 979-12-215-0699-0 (ePUB)
ISBN 979-12-215-0700-3 (XML)
DOI 10.36253/979-12-215-0698-3

www.fupress.com