



MaCSIS

Università degli Studi di Milano-Bicocca

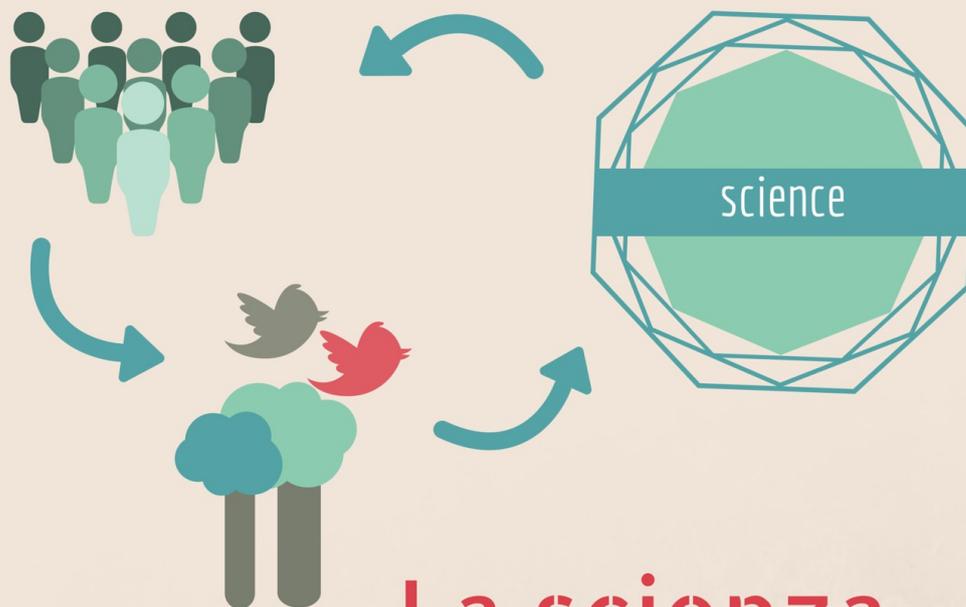
Centro Interuniversitario MaCSIS

MaCSIS Working Paper Series

**LA SCIENZA DI TUTTI
INIZIATIVE DI CITIZEN SCIENCE NEL MONDO**

Sara Magnani

Working Paper n.4/2014



La scienza di tutti

Iniziative di citizen science nel mondo

Sara Magnani

relatore Andrea Cerroni



MaCSIS - Master in Comunicazione della Scienza e dell'Innovazione Sostenibile

a.a. 2013-2014

Indice

Introduzione	3
1. Citizen science	5
1.1 Inquadramento storico	6
1.2 Bioinformatica e nuove tecnologie	7
1.3 Motivazione dei partecipanti	8
2. Progetti nel mondo	10
2.1 Cornell Lab of Ornithology	10
2.2 Open Air Laboratories, OPAL	12
2.3 Programmi @home	13
2.4 Zooniverse	15
2.5 Salute e cura della persona	16
2.6 Altri progetti	18
2.7 Giochi	22
3. Analisi e prospettive	25
3.1 Criticità	25
3.2 Proposta metodologica	27
Conclusioni	31
Bibliografia e sitografia	34

Introduzione

A che punto è oggi la citizen science? Se il concetto a livello accademico pare essere ormai riconosciuto, il termine è stato inserito nella lista delle parole nuove del dizionario Oxford English solo lo scorso giugno 2014¹, come «la raccolta e l'analisi di dati relativi al mondo naturale da parte di un pubblico, che prende parte a un progetto di collaborazione con scienziati professionisti». Per «citizen science» si intende oggi il complesso di attività o progetti di ricerca scientifica condotti, in parte o totalmente, da scienziati dilettanti o non professionisti. Viene definita anche come una «sistematica raccolta e analisi di dati, sviluppo di tecnologia; verifica di fenomeni naturali; e la distribuzione di queste attività da parte di ricercatori su una base costituita per la maggior parte da non professionisti²». Oppure anche una «partecipazione del pubblico nella ricerca scientifica», che diventa, specialmente per l'ambito ambientale, un «far diventare i non esperti parte integrante del processo scientifico³». Alcuni usano il termine «civic scientist» per riferirsi agli scienziati che partecipano attivamente nel dibattito pubblico su questioni scientifiche e tecnologiche e altri ancora, come Alan Irwin, intendono la citizen science come una partecipazione, sempre dei non esperti, nella governance della società su tematiche tecniche e scientifiche⁴. Non è semplice districarsi nella miriade di definizioni del termine.

Sebbene «la scienza dei cittadini» sia considerata un fenomeno recente, l'idea che qualcuno, semplice appassionato o *amateur*, possa partecipare alla ricerca scientifica, è molto antica. Il primo antecedente di quello che possiamo considerare citizen science è forse il Christmas Bird Count, il conteggio degli uccelli fatto ogni anno, dal 1900 in avanti, il giorno di Natale, promosso dalla National Audubon Society negli Stati Uniti. Comunque la maggior parte degli studi sull'ambiente naturale, inclusi gli effetti del climate change, derivano da dati che sono stati raccolti, trascritti ed elaborati nel tempo dal pubblico dei non esperti. Forse è per questo che, se si pensa ai progetti di citizen science, la connessione immediata è con l'ambiente e la biodiversità. A differenza del passato, però, oggi i progetti in corso si sono allargati a ogni ambito immaginabile, dall'astrofisica alla medicina, dalla biologia alle neuroscienze, dall'informatica all'astronomia, coinvolgendo persone di tutte le età e provenienze.

Durante gli ultimi due decenni, il numero delle iniziative di citizen science, d'ora in poi CS, è cresciuto in modo incredibile, così come la disponibilità di accedervi per tutti i cittadini e i report scientifici e gli articoli peer-reviewed risultanti dai dati raccolti⁵. A febbraio 2015, a San Jose, in California, è in programma la prima conferenza mondiale indetta dalla Citizen Science Association (CSA), per condividere idee, prospettive, best practice; anche altre associazioni, consorzi o network sono nati e si stanno sviluppando, soprattutto in Europa e in America, per fare un po' di ordine e decidere quali progetti possono inserirsi nella citizen science e quali strumenti e metodologie adottare⁶.

¹ Oxford English Dictionary List of New Words, in Oxford English Dictionary, 13 September 2014.

² «[...] the systematic collection and analysis of data; development of technology; testing of natural phenomena; and the dissemination of these activities by researchers on a primarily avocational basis», da openscientist.org.

³ B.V. Lewenstein (2004), «What does citizen science accomplish?», prepared for meeting on citizen science, Draft, 27 May 2004, Paris.

⁴ Vedi A. Irwin in H. Riesch e C. Potter (2014), «Citizen Science as seen by Scientists: Methodological, Epistemological and Ethical Dimensions», *Public Understanding of Science*.

⁵ Vedi www.citizenscience.org, per un elenco dei progetti.

⁶ Se ne parlerà nel cap. 3 nella parte metodologica.

La CS oggi è investita di un'importanza particolare, come se in essa si vedesse il futuro impegno del pubblico dei cittadini, dei non esperti, nella scienza e la responsabilità degli scienziati nelle questioni di policy e democratiche. Uno dei modi migliori, in effetti, per avvicinare gli individui al mondo della scienza, è coinvolgerli, facendoli partecipare nella ricerca e nella sperimentazione scientifica: tale è la considerazione di Societize, il programma di buone prassi sulla citizen science fondato nel 2012 nell'ambito della Comunità Europea⁷.

La citizen science potrebbe essere vista come un microcosmo dei cambiamenti che stanno avvenendo nella società e nella scienza, sicuramente causati anche dall'esplosione dell'uso di Internet e dei social web nella vita quotidiana; per questo di difficile classificazione. Cercheremo, qui, di affrontarla sotto i diversi aspetti. Dopo un breve excursus sulle origini, lo sviluppo e alcune teorie sulla citizen science, nel secondo capitolo sarà fatta una lista di alcuni dei progetti di CS esistenti, per la maggioranza web-based, per concludere con un'analisi delle criticità e una proposta metodologica.

⁷ Cfr. societize.eu, di cui si parlerà nel capitolo 3, par. 3.1.

Capitolo 1

Citizen science

Il termine proprio di citizen science è stato coniato in modo indipendente nella metà degli anni Novanta da Rick Bonney negli Stati Uniti e da Alan Irwin nel Regno Unito. Secondo l'americano Bonney il termine si doveva riferire all'impegno di partecipazione pubblica e ai progetti di comunicazione della scienza, combinando con successo le attività pubbliche e il raggiungimento degli obiettivi con gli scopi scientifici posti dagli scienziati stessi. Secondo l'accezione inglese, invece, nel concetto di CS rientra lo sviluppo di cittadinanza scientifica, che pone in primo piano la necessità di aprire il mondo della scienza e le policy dei processi scientifici al pubblico. In realtà nel tempo i due concetti si sono fusi l'uno nell'altro influenzandosi a vicenda, tanto che oggi è difficile riuscire a distinguere le visioni all'interno dei circoli scientifici e ambientali⁸.

La CS può essere un modo per attrarre gli scienziati in modo da rendere partecipe il pubblico al processo di scienza e dall'altra parte servire a una crescita del *public understanding of science* ed entusiasmare i non esperti alla ricerca scientifica. Devono entrare quindi, nei progetti, le scienze sociali, le esperienze dei partecipanti, il loro apprendimento, come prodotto e come metodo.

Chi sono i *citizen scientists*, quindi? Vecchi e giovani, insegnanti, giornalisti, studenti, persone di varie provenienze con un forte interesse nell'oggetto di studio in comune, una curiosità sul mondo intorno e il desiderio di progredire alla ricerca. Sono individui che scelgono di usare il loro tempo libero per impegnarsi nel processo scientifico, così li definiscono Janis Dickinson e Rick Bonney⁹, membri del Cornell Lab of Ornithology, che vanta moltissimi progetti di CS, soprattutto di birdwatching. Di solito sono progetti sviluppati e gestiti da università, centri di ricerca, enti, musei o organizzazioni, con un interesse diretto a usare i dati per la ricerca e con una predisposizione per l'ambito ambientale e di tutela della biodiversità, che però si sta allargando ovunque, dalla biologia all'astrofisica, dalla matematica alla medicina. Per avere successo e raggiungere i diversi obiettivi in ricerca, tutela e educazione, il team di un progetto di CS deve pianificare protocolli, reclutare i partecipanti, gestire i dati, divulgare i risultati e poi fare una valutazione in maniera ponderata. In più, dato che tantissimi dei progetti su larga scala sono ormai web-based, si richiede una grande attenzione alle best practice nello sviluppo di siti web e nel management. Importante, poi, non cadere nel rischio della divulgazione top-down, che impedisce la diffusione e va contro l'ideale di partecipazione che porta avanti. Insomma, dicono Dickinson e Bonney, la CS, in quanto prassi emergente, è costantemente alla ricerca dell'innovazione: nuovi linguaggi per parlare tra le varie discipline, nuovi modelli di comprensione per il design dei progetti e per i risultati dei progetti e nuovi strumenti per avvicinare le persone, la natura e i computer in modi significativi¹⁰.

⁸ Cfr. H. Riesch e C. Potter (2014), cit.

⁹ J.L. Dickinson and R. Bonney (2012), *Citizen Science. Public Participation in Environmental Research*, Cornell University Press, London.

¹⁰ R. Bonney, J.L. Shirk, T.B. Phillips, A. Wiggins, H.L. Ballard, A.J. Miller-Rushing, J.K. Parrish (2014), «Citizen Science. Next Steps for Citizen Science. Strategic investments and coordination are needed for citizen science to reach its full potential», *Science*, vol. 343, AAS, 28 march 2014.

E che funzione avrebbe questa «nuova» scienza? Nella contea di San Diego¹¹, dove abita Richard Louv, quattrocento volontari hanno aiutato a compilare l'atlas degli uccelli della contea, appena prima che un incendio bruciasse il 20% di quel territorio, sterminando quasi tutti gli uccelli. Gli scienziati cittadini raccolgono qualcosa in più dei dati, dice Louv, raccolgono significati e comprensioni del mondo. Il progetto FeederWatch del Cornell Lab of Ornithology ha aiutato i ricercatori, nel corso degli anni, a capire il movimento della popolazione degli uccelli in inverno, grazie agli occhi dei birdwatcher appassionati. Secondo Bonney le attività di CS sono vitali per scoprire l'impatto dell'inquinamento ambientale, del cambiamento dell'uso della terra, gli effetti del climate change sulle specie in estinzione, della distribuzione, composizione e salute del nostro ecosistema. Non solo. Ogni ambito d'osservazione e di scienza può avvantaggiarsi di questa nuova modalità, come vedremo dagli esempi del prossimo capitolo e nelle conclusioni dell'ultimo. La CS serve anche, soprattutto, direbbero alcuni, per creare partecipazione e conoscenza e per avvicinare la società alla scienza. Vediamo ora, in breve, il suo percorso storico.

1.1 Inquadramento storico

Nel Nord America, le prime informazioni pubblicate su ecologia e storia naturale erano state scritte soprattutto da alcuni appassionati, naturalisti non professionisti, come Henry David Thoreau, John Muir, John Burroughs. Oggi, mentre diversi *amateur* ancora dedicano le loro vite alla ricerca di scoperte scientifiche o invenzioni, la CS ha iniziato a sfruttare internet per coprire aree geografiche di vasta scala e combinare l'osservazione di migliaia o anche centinaia di migliaia di appassionati di storia naturale in database che possono dare risposte a importanti domande sull'abbondanza e la varietà, la distribuzione, i movimenti, i cicli annuali, i comportamenti, la storia naturale di varie piante e animali. Nei dieci anni appena passati c'è stato un cospicuo incremento dei progetti di CS, ma l'impegno pubblico nella scienza non è nuovo, e anche quello su larga scala ha una lunga storia. I sondaggi fatti da volontari sugli uccelli sono nati in Europa nel XVIII secolo e alcuni documenti datano al 1880¹² la raccolta di osservazioni sui comportamenti degli uccelli nel Nord America. Un gruppo di astronomi amatoriali iniziò l'Astronomical Society of the Pacific nel 1889 e nel 1900 la National Audubon Society iniziò il suo «conteggio di uccelli di Natale», la *Christmas Bird Count*, che a distanza di più di cent'anni si svolge ancora in centinaia di posti negli Stati Uniti e in Canada.

Negli anni Venti in USA viene lanciata la nuova agenzia, la Science Service, che avrebbe dovuto avvicinare la scienza agli individui. Sono gli anni in cui si inizia a dare alla scienza un'importanza centrale e ad avvicinarla alla società, in un crescendo tra la prima e la seconda guerra mondiale. Si sviluppano nuovi modelli: la Public Scientific Literacy (PSL) per prima, poi il Public Engagement of Science and Technology (PEST) e infine il modello di Co-produzione e la Citizen Science, oggetto di questo paper.

Warren Weaver, nel 1951, dichiara che non è solo il pubblico ad aver bisogno della scienza, ma anche la scienza ad aver bisogno del pubblico¹³. Si parte dall'alfabetizzazione scientifica, iniziano le survey per misurare appunto la cultura scientifica pubblica, la Public Scientific Literacy, con il presupposto illuminista che un cittadino istruito nel campo scientifico sia parte fondamentale di una società democratica e gli scienziati siano missionari che educano i cittadini. Ci sono teorizzazioni che iniziano col mostrare una sorta di impatto terapeutico nel trasferire la conoscenza, si parla di segmentazione del pubblico perché si possano compiere scelte di educazione e trasferimento di informazioni più precise e meglio indirizzate, si fanno test di misurazione della conoscenza scientifica. Abbastanza ovvi, visti al giorno d'oggi, gli aspetti critici di un modello di questo tipo: la rilevanza e la pertinenza degli indicatori utilizzati,

¹¹ R. Louv, nell'introduzione a *Citizen science. Public participation in environmental research*, cit.

¹² *Ibidem*.

¹³ Vedi A. Cerroni e Z. Simonella (2014), *Sociologia della scienza*, Carocci, Roma.

il fatto che non siano dovutamente considerate le differenze tra Paese e Paese, che non si definisca un livello minimo di sapere scientifico. In ogni caso, questi sono i primi passi che spingono e parlano di alfabetizzazione scientifica, ma è tutto ben presto messo in crisi: siamo negli anni Cinquanta-Sessanta e iniziano a sorgere i vari movimenti ambientalisti, antimilitaristi e antinucleari. Chiedono più partecipazione dei cittadini alla governance e un principio di precauzione.

Arriviamo nella seconda metà degli anni Ottanta, al *Public Understanding of Science*, noto anche come modello del deficit. L'obiettivo di misurare il deficit di conoscenza viene rielaborato da questo nuovo modello, che si concentra sugli atteggiamenti e impiega scale di misurazione sviluppate mediando dalla psicologia sociale. Il PUS si pone il problema della legittimità della scienza: si pensa che l'atteggiamento dei cittadini verso i temi scientifici sia negativo per un'ignoranza nei confronti delle questioni, quindi se si aumenta il livello di conoscenza, allora dovrebbe crescere la predisposizione positiva. Con PUS si intende l'insieme di progetti americani della National Science Foundation e della Gran Bretagna della British Royal Society. Si usano questionari, la conoscenza scientifica viene misurata con i test, lo scienziato resta unico detentore del sapere e il cittadino un anonimo individuo privato del suo contesto e della sua esperienza. Un modello top-down, per questo gli studiosi parlano di Deficit Model¹⁴. Il PUS comunque, pur andando oltre il modello precedente, sarà superato da altri.

Ecco infatti il PEST, *Public Engagement of Science and Technology*, siamo negli anni Novanta e i modelli precedenti non hanno funzionato: non è cresciuta né la consapevolezza né è aumentata la conoscenza scientifica presso i cittadini. Miller (2001) parla di crisi pubblica di fiducia nella scienza¹⁵. Si sviluppa questo nuovo modello interattivo, i cittadini diventano parte dei processi decisionali e sono guidati dagli scienziati. Hanno insomma un ruolo attivo, valutano, discutono, partecipano in modi diversi, attraverso situazioni formalizzate quali le *surveys*, i referendum, i focus group, le *consensus conference*.

L'ultimo, attuale modello, che supera il PEST, viene chiamato da Jasanoff il Public Co-Production of Knowledge. L'attenzione al ruolo dei cittadini è forte, sono coinvolti nel processo di produzione e partecipano, spesso in situazioni ibride (dove confini tra esperti e non si confondono), portando alla ribalta il tema delle competenze, dell'expertise, tanto che si parla di una nuova ondata degli *Science Studies*, dopo un periodo nel quale la comunità scientifica era l'unica detentrica dell'expertise certificata e dopo l'età della democrazia, che voleva porre esperti e non esperti sullo stesso piano. In questa terza ondata, definita appunto l'età «dell'expertise», si distingue tra specialisti che possono avere determinate competenze e non specialisti, che magari hanno competenze in un segmento, ma non in un altro. Assume così importanza l'esperienza consolidata¹⁶. E nascono nuove forme di partecipazione: «sembra, insomma, necessario non solo creare meccanismi di partecipazione formali, ma anche un contesto in cui i cittadini sono incoraggiati ad attivare conoscenze, capacità, competenze per portare un contributo insostituibile alla risoluzione dei problemi¹⁷». Nasce la citizen science.

1.2 Bioinformatica e nuove tecnologie

L'interesse nella citizen science si è sicuramente sviluppato grazie all'unione tra ecologia e tecnologia dell'informazione, che ha aumentato la capacità di raccolta dei dati e reso possibile la ricerca ambientale su larga scala con modalità impensabili fino a poco tempo fa. Mentre gli scienziati si servono dei cittadini per produrre scienza, i cittadini, raccogliendo dati importanti, possono aiutare a interpretare e conser-

¹⁴ Cfr. B.V. Lewenstein (2003), «Models of Public Communication of Science & Technology», *Public Understanding of Science*, 16 June 2003.

¹⁵ In Cerroni, Simonella, *Sociologia della scienza*, cit., p. 143.

¹⁶ *Ibidem*, p. 144.

¹⁷ *Ibidem*, p. 149.

vare la biodiversità della terra, oppure anche avere splendidi colpi di fortuna. Un bell'esempio di queste scoperte per caso, rese possibile dalle nuove tecnologie, è quello dell'insegnante olandese Hanny Van Arkel, che, mentre analizzava centinaia di immagini di galassie, aprì una nuova area di indagine in astronomia scoprendo un'ombra verde, un fenomeno che ha preso il suo nome, ora noto come «Hanny's Voorwerp», l'oggetto di Hanny, in olandese.

Le nuove tecniche utilizzate in informatica creano opportunità di coinvolgimento dei volontari negli studi scientifici mai viste prima. Non si parla solo di Internet e dei web browser, ma anche dell'installazione ormai ovunque della fibra ottica, dello sviluppo dei linguaggi informativi, dei processi di data-management, delle applicazioni software. La *bioinformatica*, quella nuova branca che usa strumenti sviluppati nelle scienze informatiche per raccogliere, organizzare e analizzare dati biologici, è stata utilizzata e ha fatto i passi più importanti nella ricerca genetica e nella medicina e ora è usata in tutte o quasi tutte le scienze, dall'astronomia alla fisica delle particelle, dall'ambiente alle reti sociali. Il management dei dati è molto importante per le attività di CS, perché le informazioni raccolte dai partecipanti sono soprattutto un bene pubblico, e come tali vanno trattati. I dati di questi progetti andrebbero immagazzinati in database management systems (DBMS)¹⁸.

Un aspetto unico della CS è proprio che, tramite le nuove tecnologie, facilita la raccolta delle osservazioni di storia naturale in scale spaziali e temporali enormi, altrimenti sarebbe costosissimo avere dati di questo genere. Se usati correttamente, i dati su larga scala raccolti dai cittadini potrebbero aprire nuove frontiere. In genere, si deve riconoscere che lavorare con i dati rilevati da citizen scientist richiede abilità statistiche e di data management maggiori e sempre più avanzate e di difficile uso rispetto a qualsiasi altro tipo di ricerca ecologica. eBird, per esempio, fa raccogliere alla comunità di bird-watching più di 5 milioni di osservazioni di uccelli ogni mese, che saranno raccolte in un database dove saranno poi analizzati. Sono molti i progetti di data-processing per i quali i partecipanti classificano o interpretano file sonori, video o fotografie, milioni di immagini di galassie, crateri lunari, come vedremo nel prossimo capitolo.

1.3 Motivazione dei partecipanti

I progetti di CS sono per loro natura delle collaborazioni tra scienziati e volontari, ma quelli che hanno un alto tasso di partecipazione dovrebbero diventare molto di più, quasi una comunità, una famiglia di persone che partecipa insieme a una causa comune, che condivide i dati non solo attraverso gli strumenti del progetto ma con storie, immagini, foto e scambi delle proprie esperienze.

All'inizio nel Cornell Lab¹⁹ i partecipanti venivano reclutati con i tipici messaggi promozionali che gli chiedevano di entrare nel progetto per aiutare gli altri scienziati, per esempio «a raccogliere dati su un certo animale marino per aiutare la conservazione della specie». Poi ci si è resi conto, analizzando i risultati di alcune ricerche che, sebbene i volontari fossero motivati dal desiderio di aiuto, cercavano dei benefici per loro stessi, come la soddisfazione per essere stati produttivi oppure l'essersi divertiti nell'interagire con gli altri durante le attività. Il fare leva, quindi, anche sugli strumenti e risorse ricevuti, che servono per portare avanti i propri hobby e interessi, è stato un passaggio importante. Il reclutamento è un passaggio necessario, ma i ricercatori si sono resi conto che è ancora più essenziale riuscire a mantenere gli individui dentro ai progetti, specialmente perché i dati raccolti a lungo termine sono quelli

¹⁸ Oggi utilizzato da diversi progetti, il DBMS è un software progettato per consentire la creazione e manipolazione e l'interrogazione di più utenti di un database, o di collezione di dati strutturati.

¹⁹ Un noto progetto di citizen science, di cui si parlerà nel capitolo successivo.

di maggior valore scientifico²⁰. Da cosa sono motivati i volontari, quindi? Pare che siano due le tendenze: per altruismo e interesse nell'azione collettiva verso un obiettivo, oppure per la volontà di raccogliere dei dati che avessero un certo valore personale.

Non c'è nulla di più urgente, forse, oggi, di dover impegnare le persone in scienza e tecnologia. Con processi di comprensione pubblica della scienza così poco partecipati, ma di grande attualità, la CS ha un ruolo cruciale da giocare oggi e questo richiede studi e ricerche. I progetti che si svolgono entro il contesto del monitoraggio della biodiversità e del cambiamento ambientale, per esempio, creano un ponte naturale per connettere gli individui affascinati da scienza e tecnologia con i loro opposti, le persone che amano la natura, ma che sono spaventate dagli effetti sull'ambiente prodotti da scienza e tecnologia. Se d'accordo con Beck siamo in un periodo socio-culturale nel quale, per la prima volta, la nostra sopravvivenza dipende non da quanto veloce progrediamo, ma da come gestiamo il rischio²¹, allora la resilienza, la capacità di recupero, sarà cruciale per le prossime generazioni e se, di conseguenza, progetti di CS e altri modi di ripristinare la connessione uomo-natura possono far crescere la resilienza, come non pensare di investire su di essi.

²⁰ Per entrare più nel merito di chi sono i partecipanti e delle criticità per i volontari nella partecipazione ai progetti si veda par. 3.1.

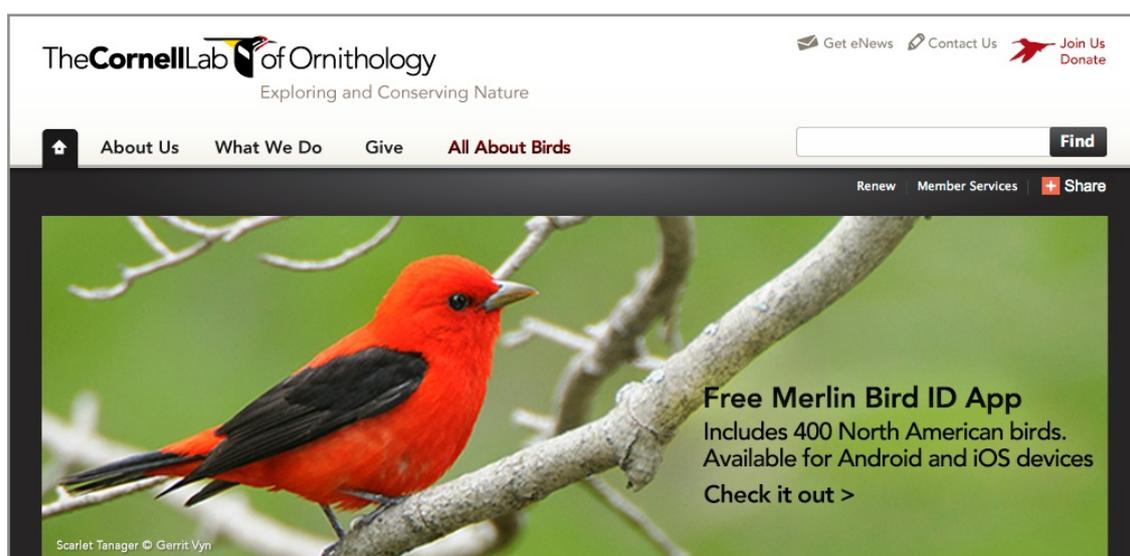
²¹ Cfr. U. Beck (1991), «Ecological enlightenment: Essays on the politics of the risk society», *Atlantic Highlands*, Humanities Press, NJ.

Capitolo 2

Progetti nel mondo

Il seguente capitolo rappresenta uno studio di alcuni tra i più significativi progetti di citizen science, qualcuno noto, qualcun altro meno. Non si ha la pretesa di compiere una rilevazione completa di tutti i progetti in corso nel mondo, poiché la CS è in rapidissima ascesa, ma il tentativo è stato quello di analizzarne alcuni per poi creare un campione rappresentativo delle varie tipologie, che vedremo nel capitolo successivo.

2.1 Cornell Lab of Ornithology



«Usiamo la scienza per capire il mondo» è la frase d'apertura del sito del Cornell Lab of Ornithology²², un'organizzazione ambientale non profit leader al mondo nello studio, apprezzamento e conservazione degli uccelli. Fondato nel 1915, il Lab è un'organizzazione supportata da circa 80mila membri, la loro comunità coinvolge 200mila partecipanti ai progetti di CS e 12milioni di appassionati di uccelli di ogni età. Scienziati, amatori, ingegneri, educatori e studenti lavorano insieme per comprendere la vita degli uccelli e di altri animali selvatici, coinvolgendo il pubblico nelle scoperte scientifiche e usando i loro saperi per proteggere il pianeta. La *mission* è interpretare e conservare la diversità biologica del pianeta attraverso delle ricerche, proposte educative e progetti di citizen science aventi come focus soprattutto gli uccelli. All'avanguardia per quanto riguarda la citizen science, dal 1966 continua a rinnovarsi. Oggi la comunità dei birder, degli appassionati di uccelli, inserisce milioni di dati. Di seguito sono affrontati tre loro progetti.

²² Cfr. birds.cornell.edu

Progetto FeederWatch, PFW

Nasce nel 1976 in Ontario, dall'ornitologa Erica Dunn dell'Osservatorio Long Point Bird LPBO. Già undici anni dopo contava più di 500 partecipanti, così l'LPBO aveva chiesto al Cornell Lab of Ornithology di diventare partner ed espandersi nel progetto che hanno poi chiamato FeederWatch²³, per monitorare i cambiamenti in inverno della popolazione degli uccelli in tutto il Canada e negli Stati Uniti. Nei vent'anni successivi i partecipanti sono diventati circa 15mila all'anno, con circa 110mila liste presentate. Dal 1987 si sono iscritte 45mila persone.

I volontari solitamente selezionano un periodo d'osservazione di due giorni una volta a settimana dall'inizio di novembre all'inizio di aprile. Convinti che la comunicazione tra lo staff e i partecipanti sia essenziale per la buona riuscita del progetto, FeederWatch invia metodicamente per mail aggiornamenti, promemoria, notizie ai volontari. Lo staff richiede poi ai partecipanti di fare domande per telefono e inviare email relative all'identificazione degli uccelli, al loro nutrimento, ai protocolli, all'inserimento dei dati e la conferma di osservazioni inusuali o inaspettate che sono state inserite.

Ai partecipanti viene per prima cosa distribuito un kit di ricerca che include diversi tipi di informazioni e oggetti: un numero di identificazione e dati e importanti promemoria, un libretto di istruzioni, dove è spiegato quali sono i tipi principali di uccelli e dove sono descritte le loro abitudini alimentari, ci sono le immagini degli uccelli, i colori ecc. e un video di istruzioni, incluse tabelle degli uccelli più comuni riportati per stato, provincia o regione, mappe animate che mostrano il trend della popolazione e foto che riportano uccelli rari o in via di estinzione.

A differenza del passato oggi è attiva l'*online data entry*: nel 2011 più dell'80% dei volontari ha inserito direttamente i dati nel web. Questo inserimento online è comodo sia ai partecipanti sia ai ricercatori: se un volontario inserisce un dato insolito, per esempio la presenza di un uccello particolare non visto in quella zona, viene messo un flag sul dato e viene inviato direttamente a un esperto per la verifica, che chiederà informazioni aggiuntive come descrizioni, fotografie ecc. FeederWatch è un progetto unico nel suo genere per la sostenibilità: il suo finanziamento deriva quasi interamente dalle quote e donazioni fatte dai partecipanti.

Un buon risultato è che più di dodici pubblicazioni scientifiche peer-reviewed sono state fatte con l'utilizzo dei dati di FeederWatch, dimostrando l'utilità e la scientificità dei dati raccolti.

Progetto Monarch Larva Monitoring, MLMP

In Minnesota. Coinvolge volontari degli Stati Uniti e del Canada ed è stato sviluppato per raccogliere dati a lungo-termine su farfalle monarca immature (uova e larve) e habitat botanico.

I partecipanti scaricano i modelli, gli strumenti di inserimento dati e le direttive varie dal sito²⁴, e conducono due attività una volta l'anno: la prima è di comporre la descrizione di un luogo, l'altra è misurare la densità dell'asclepiade, che è la pianta che ospita le larve di farfalla monarca, in quel determinato luogo.

Ogni partecipante può scegliere dove effettuare la rilevazione, in un parco vicino casa, in campi abbandonati, nel proprio giardino, in luoghi dove c'è la monarca (principalmente nella parte est degli Stati Uniti e nel sud-est del Canada); l'unico requisito è che sia presente appunto l'asclepiade, la pianta che ospita le larve di farfalla monarca. Il livello di interazione dipende molto dai partecipanti, che interagisce mandando mail, richieste, telefonando, chi partecipa più attivamente, chi meno. I partecipanti, ovviamente, conteranno le uova, le larve, controlleranno le piante, per cercare di scovare tutte le monarche. Facile che avvengano errori di valutazione e di misurazione o di osservazione, ma lo staff del pro-

²³ Vedi feederwatch.org

²⁴ Vedi dal sito mlmp.org

getto controlla tutti i dati prima di usarli nelle pubblicazioni. Per esempio, molti volontari MLMP non vedono le uova ma molte larve e questo fa sorgere un dubbio: la presenza di larve in assenza di uova è impossibile, così serviranno ulteriori controlli. Questi dati sono stati poi usati in diverse pubblicazioni riguardo per esempio l'impatto del climate change e il tasso di incidenza dei parassiti sulla vita e la biodiversità delle farfalle monarca.

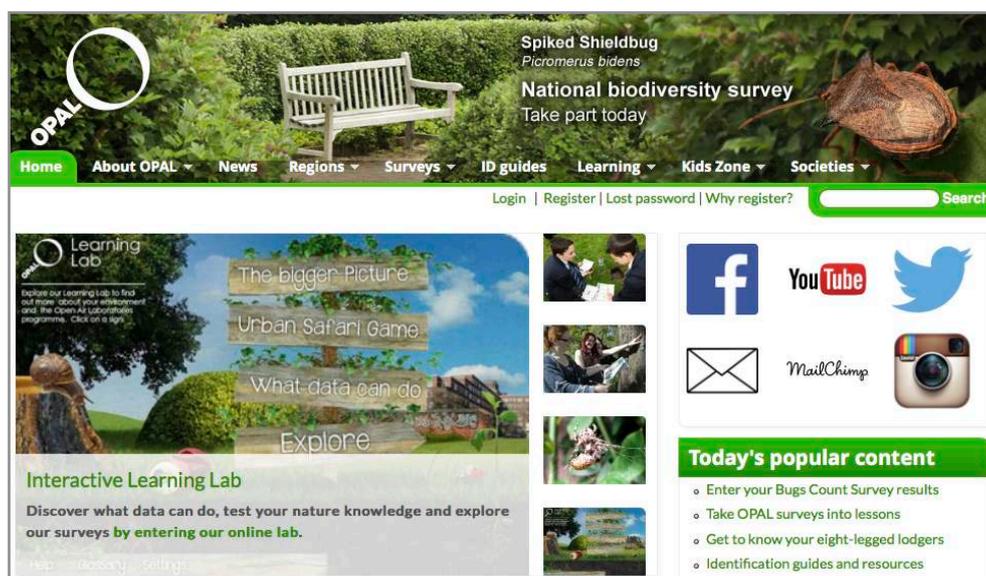
Neighborhood Nestwatch, NN, sul contesto urbano

Considerato che in questo mondo in continua trasformazione, ogni anno circa un milione di acri di terra negli Stati Uniti sono convertiti in terre urbanizzate, la distruzione dell'habitat è una seria minaccia alla popolazione animale nel nord America, oggi. Si conosce molto poco della biologia della fauna selvatica nelle aree urbanizzate, per cui gli scienziati della Cornell che hanno creato questo progetto si sono focalizzati sulla riproduzione degli uccelli nei giardini o cortili delle case dei cittadini volontari a Washington DC-Baltimora, nel Maryland e in regioni metropolitane. Lo scopo è duplice, educativo e scientifico. Scientifico perché cerca di capire come l'urbanizzazione colpisce la riproduzione e la sopravvivenza dei comuni uccelli da giardino. Educativo perché promuove le relazioni tra scienziati, citizen, la fauna selvatica e l'ambiente che li circonda. I dati raccolti serviranno ad avere informazioni aggiornate e su larga scala degli uccelli urbani.

A oggi sono stati pubblicati una dozzina di articoli in journal peer-reviewed, usando i dati raccolti dai partecipanti e dagli scienziati. Oltretutto uno dei risultati è stato sorprendente per i ricercatori: la sopravvivenza dei nidi (allo stadio di uova e pulcini) è maggiore nelle regioni urbane che nelle aree forestali; benché infatti sia vero che gatti e corvi sono più presenti nelle aree urbane, nelle foreste i predatori sono maggiori.

eBird, per esempio, è un'interfaccia web molto intuitiva, lanciata nel 2002 dal Cornell Lab of Ornithology e dalla National Audubon Society, dove i partecipanti possono inserire le loro osservazioni. Fornisce fonti di dati per informazioni di base sulla distribuzione e sulla ricchezza di uccelli in diverse scale spaziali e temporali²⁵.

2.2 Open Air Laboratories, OPAL



²⁵ Vedi ebird.org

Con OPAL si intende un network di progetti di CS, una realtà di impegno pubblico su larga scala tra le più vaste e strutturate oggi esistenti. È nato in Inghilterra nel 2007, si è poi espanso in Scozia, Galles e Irlanda del Nord. Nell'autunno del 2013, ha vinto un grant di 3 milioni di sterline dal Big Lottery Fund per lanciarsi nel Regno Unito. La rete OPAL è gestita dall'Imperial College di Londra e include musei, università e organizzazioni ambientali in UK quali il Cofnod, La Glasgow City of Science, l'University of York, l'University of Nottingham ecc.

Esplorare l'ambiente e conoscere di più dei diritti della natura che ti sta di fianco, aiutare gli scienziati UK a fare ricerche entusiasmanti; volere, in sostanza, accrescere la propria conoscenza della natura e contribuire alla ricerca scientifica: questi gli obiettivi della rete OPAL espressi sul sito²⁶.

I dati presenti nel loro database sono più di 55mila e a ottobre 2014 sono sei le indagini in corso. Il sito è stato lanciato nel 2009, poi è arrivato il website *iSpot*, che permette alle persone di condividere e identificare le fotografie della natura che fanno. Una survey nazionale ha per esempio misurato l'inquinamento locale esaminando i licheni e le macchie di catrame di Sycamore. Sempre nel 2009 nasce *Indicia*, il set di strumenti online per registrare gli animali selvatici. Un altro progetto è stato quello di misurare la qualità dell'acqua dei loro laghi locali e degli stagni, una Water Survey, sempre con l'University College di Londra. Un'altra survey è sulla Biodiversità, un'altra ancora sul Climate, che coinvolge le persone a guardare le scie di condensazione nel cielo e misurare la velocità del vento. Un altro sugli insetti: i partecipanti dovevano contare i comuni insetti e inserire i dati in un database di raccolta.

L'OPAL ha condotto il lancio dell'European Citizen Science Association (ECSA), di cui si parlerà nell'ultimo paragrafo²⁷. Il lavoro dell'OPAL si basa sul modello di CS, dove individui raccolgono dati su una grande varietà di argomenti ambientali che sono poi usati dagli scienziati per proseguire nelle loro ricerche e monitoraggi. La filosofia è portare gli scienziati nella comunità e dare un importante contributo alle scienze ambientali. Ha due tipi di progettazioni, nazionali e regionali, su inquinamento suolo, aria, acqua, climate change e biodiversità. Fanno diversi progetti nazionali sulla salute degli alberi. Sono coinvolti attori della comunità locale e altri soggetti istituzionali e non, Agenzie ambientali, il Network di biodiversità nazionale ecc.

I dati raccolti saranno inviati al sito, monitorati, riguardati e confrontati dagli scienziati. Gli scienziati OPAL promuovono anche diverse giornate tematiche, mini-eventi o bioblitz per portare avanti le ricerche, sensibilizzare e creare un senso di comunità tra gli individui. I progetti regionali sono soprattutto costituiti da team universitari, e oltre a cercare di portare avanti le ricerche attraverso un coinvolgimento diretto con le comunità locali, lavorano sul rapporto diretto persona *ad personam*, individuo e scienziato, per aumentare la partecipazione.

2.3 Programmi @home

SETI@HOME
Needs your Help
Donate to SETI@home
Click Here for More Information

Cos'è SETI@home?
SETI@home è un'esperimento scientifico che utilizza i computer connessi ad Internet per la Ricerca di Intelligenze Extraterrestri. Puoi partecipare eseguendo un programma gratuito che scarica e analizza i dati raccolti da radio telescopi.

PARTECIPA Scarica Ottieni aiuto Dillo a un amico Fai una donazione Porting e ottimizzazione ...altro	INFORMAZIONI Informazioni su SETI@home Informazioni su Astropulse Notizie scientifiche Novità tecniche Stato del server Stato della ricerca Sponsor ...altro	COMUNITA' Forum Domande & risposte Profil Ricerca utenti Team Siti web e IRC Immagini e musica	IL TUO ACCOUNT Il tuo account Preferenze Certificati	STATISTICHE I migliori partecipanti I migliori computer I migliori team Top GPU models Top CPU models Web Site Shopping Search Lingue
---	---	--	--	--

²⁶ Cfr. opalexplornature.org

²⁷ Vedi par. 3.1 p. 27.

Gli @home sono progetti di calcolo distribuito: scaricando un programma gratuito e collegandosi alla Rete, si mette automaticamente a disposizione la capacità di calcolo del proprio computer a favore di scienziati e ricercatori. Più computer collaborano e più il calcolatore virtuale in rete sarà potente. Ecco un elenco dei più importanti trovati sul web.

Seti@home

SETI (acronimo di Search for Extraterrestrial Intelligence) è un'area di ricerca scientifica il cui scopo è quello di individuare la vita intelligente al di fuori della Terra. Il fine è di analizzare segnali radio, utilizzando i radiotelescopi per captare i segnali a banda stretta provenienti dallo spazio. Tali segnali non sono di origine naturale, quindi una loro individuazione fornirebbe la prova evidente dell'esistenza di una tecnologia extraterrestre. Per partecipare basta andare sul sito²⁸, scaricare gratis il programma e avviarlo. Il proprio computer si collegherà autonomamente allo Space Sciences Laboratory dell'Università di Berkeley per analizzare i dati del radiotelescopio di Arecibo, nell'isola di Porto Rico.

SETI è un'organizzazione no profit nata in seno alla NASA, con un istituto fondato nel 1984. I progetti precedenti a SETI hanno utilizzato dei supercomputer dedicati, ubicati presso il telescopio, per eseguire la maggior parte dell'analisi dei dati. Nel 1995, David Gedye propose di fare radio SETI utilizzando un supercomputer virtuale composto da un largo numero di computer connessi a Internet, e organizzò il progetto SETI@home per esplorare questa idea. Dal 17 maggio 1999 viene lanciato Seti@home: chiunque può partecipare alla ricerca, purché disponga di un computer. Nel 2005 il software originario (che portava lo stesso nome del progetto) è stato sostituito dall'applicazione Berkeley open infrastructure for network Computing, o BoinC, piattaforma ora utilizzata per decine di progetti @home nati negli ultimi anni, con aree di competenza molto varie, dalla matematica alla chimica o alla biologia, all'astrofisica alla climatologia. BoinC mette a disposizione dei ricercatori la potenza enorme di calcolo di computer sparsi in tutto il mondo.

LHC@home

È la piattaforma di calcolo distribuito per i volontari per aiutare i fisici del Cern di Ginevra, partito nel 2004 e ora entrato in una nuova fase 2.0., dove è possibile mettere a disposizione la potenza del proprio computer nel simulare la dinamica delle collisioni di protoni di alte energie.

MilkyWay@home

Progetto volontario di calcolo distribuito in astrofisica che usa la piattaforma BoinC. Con più di 38mila computer per 27mila volontari attivi da novembre 2011, il progetto ha come scopo quello di generare un modello dinamico tridimensionale di flusso stellare nelle immediate vicinanze della galassia della Via Lattea. Una grande parte del progetto costruito sulla tesi di Nathan Cole²⁹ e pubblicati nell'*Astrophysical Journal*³⁰, in congressi di calcolo e astrofisica.

Einstein@home

Altro progetto di calcolo distribuito che ha come scopo primario l'investigazione di fenomeni nello spazio interstellare, in particolare cerca onde gravitazionali. Lo scopo è poi di sviluppare algoritmi per il calcolo distribuito. Il progetto viene lanciato nel 2005 e analizza i dati che vengono dagli interferometri degli osservatori astronomici LIGO, negli Stati Uniti, e GEO600, in Germania, cercando segnali che possa-

²⁸ Cfr. setiathome.ssl.berkeley.edu

²⁹ Cole N. (2009), Maximum Likelihood Fitting of Tidal Streams with Application to the Sagittarius Dwarf Tidal Tails, Rensselaer Polytechnic Institute, Retrieved January 27, 2012.

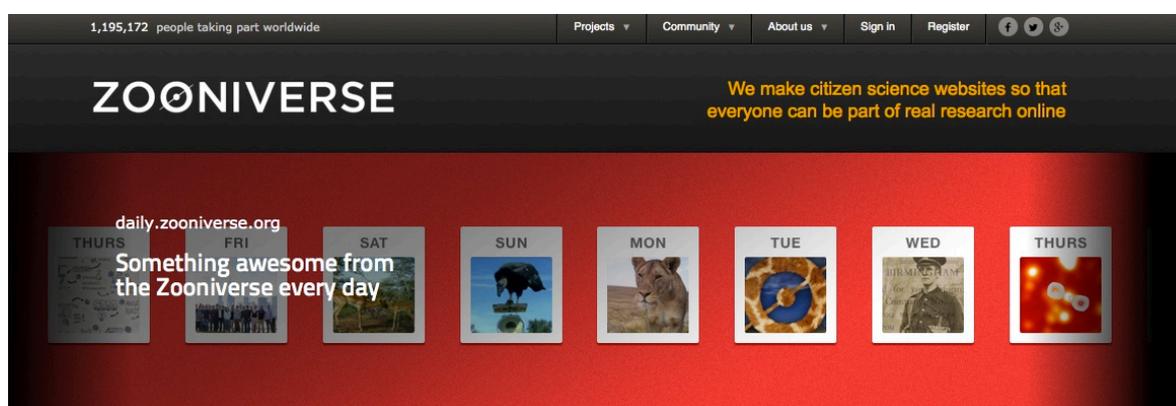
³⁰ AA.VV. (2008), «Maximum Likelihood Fitting of Tidal Streams with Application to the Sagittarius Dwarf Tidal Tails», *The Astrophysical Journal*, 683 (2), pp. 750-766.

no evidenziare la presenza di onde gravitazionali da buchi neri, pulsar o altri particolari tipi di stelle. A gennaio 2010 i volontari erano 248mila e le nazioni che hanno partecipato al progetto 214, ponendolo tra le prime venti posizioni della lista dei TOP500 supercomputer³¹.

SimOne@home

Simone Conti, che si occupa di chimica computazionale, insieme alla comunità BoinC Italy, ha creato nel gennaio del 2012 il primo progetto BoinC italiano per lo studio di una trasformazione chimica, la denaturazione di proteine. Si chiama SimOne, da *simulation*. Serve per mettere a disposizione di gruppi di ricerca universitari un server già pronto all'uso. In pochi giorni hanno reclutato 1.600 partecipanti, anche se il programma funziona solo su piattaforma Linux, non per Windows.

2.4 Zooniverse



Zooniverse è un portale web di progetti di citizen science di astronomia³². Con circa 480mila volontari, è una delle community online più grandi che esistono attualmente. Riunisce Galaxy Zoo e altri progetti come Icehunters per l'identificazione degli oggetti e dei meteoriti della fascia di Kuiper, appena terminato perché sono stati raccolti abbastanza dati; Milkywayproject per aiutare gli scienziati a esaminare e misurare la nostra galassia attraverso le immagini a infrarossi dello Spitzer Space Telescope³³; MoonZoo, che mira a descrivere la superficie lunare con dettagli mai conosciuti prima (la comunità di Moon Zoo ha classificato 3milioni e 800mila immagini dal Lunar Reconnaissance Orbiter della NASA)³⁴; o il progetto sulle tempeste solari³⁵ dove vengono esplorati diagrammi interattivi per capire qualcosa in più sul Sole e le astronavi che lo monitorano.

Poi c'è Planethunters³⁶, che cerca i pianeti extrasolari mettendo a disposizione dei volontari i dati del telescopio spaziale Kepler. Il sito proietta immagini e i grafici dei dati raccolti, gli utenti analizzano le variazioni della curva di luce delle stelle osservate dal telescopio, in base a schemi interattivi, cercando dei cambiamenti di luminosità dovuti a un transito planetario. Gli utenti salvano nel database l'elaborato grafico dell'analisi fatta, ed eventuale segnali vengono poi discussi e analizzati dagli astronomi del Kepler, utilizzando strumenti professionali. Il primo pianeta scoperto da due astronomi amatoriali è avvenuto nel 2012, a ottobre: PH1 o Kepler-64 b, un pianeta di taglia nettuniana. Poi un altro pianeta giovia-

³¹ Holger, Pletsch (2009), «The Einstein@Home search for periodic gravitational waves in early S5 LIGO data», *LIGO Scientific Collaboration*, 11 maggio 2009.

³² Vedi zooniverse.org

³³ Cfr. milkywayproject.org

³⁴ Cfr. moonzoo.org

³⁵ Vedi solarstormwatch.com

³⁶ Vedi planethunters.org

no è stato scoperto nel gennaio 2014. Dal sito della NASA si legge come l'eccezionale abilità umana nel riconoscere i segnali non sia neppure da paragonare a quella svolta da un computer. Il cervello dell'uomo è particolarmente abile nel discernere segnali o anomalie, e gli esperimenti hanno mostrato che quando tanti individui lavorano insieme, l'accortezza, l'esperienza e la competenza del pubblico può essere migliore di quella di un esperto³⁷.

Sono tanti anche gli altri progetti, che non si approfondiranno in questa sede. Per citarne solo due: il primo è Planet four, dove il volontario amatoriale aiuta a scoprire com'è il tempo su Marte. 118mila circa i partecipanti in tutto il mondo, 4milioni e più le immagini MRO classificate. Cercare macchie e chiazze sulla superficie di Marte, che indicano la direzione e la velocità del vento, con costanza nel tempo aiuta gli scienziati a capire meglio il clima su Marte stesso. Oppure Radio Galaxy Zoo, dove si comparano infrarossi e dati radio per individuare buchi neri nell'universo.

Galaxy Zoo

Forse il più noto esempio di citizen science, Galaxy Zoo è un progetto astronomico internazionale, dove i membri devono classificare milioni di galassie³⁸. Lanciato nel 2007, ora è alla sua terza fase, chiamata Hubble, che usa appunto i dati del telescopio spaziale Hubble. Si avvale della collaborazione di facoltà prestigiose come l'Università di Oxford, Yale, la John Opkins. Nasce da un'idea di un gruppo di astronomi e cosmologi che, convinti che, nonostante la specializzazione, i software non sono tutt'oggi in grado di classificare galassie, decidono di chiedere a dei volontari sul web di guardare delle immagini, estratte da una banca dati del telescopio Sloan Digital Sky Survey, e classificarle come ellittiche, spirali, stelle o in aggregazione. Nelle sole prime ventiquattr'ore il sito riceverà una media di 70mila classificazioni all'ora. Un enorme successo, sono tutti stupefatti, nel primo anno le classificazioni arrivano a 50 milioni e 150mila i membri che partecipano. Per poter essere coinvolti nel progetto non sono richieste conoscenze particolari, sebbene nella prima versione di Galaxy Zoo sia invece necessario il superamento di un test di ingresso. Un'insegnante olandese, Hanny Van Arkel ha scoperto un oggetto insolito, l'Hanny's Voorwerp (l'oggetto di Hanny, in olandese), che ha preso il suo nome. Una nube di gas e polveri illuminata da una pulsar è stata ritrovata proprio grazie a questi progetti.

2.5 Salute e cura della persona

Citizen Scientist Salford

Citizen Scientist di Salford è un sistema web-based che offre tantissimi progetti di CS della comunità di Salford e Manchester³⁹ su come migliorare la salute pubblica. Ricercatori, medici, scienziati, nutrizionisti, neurologi, centri per la salute, cliniche mediche cercano di coinvolgere individui in progetti di ricerca. Per esempio un progetto riguarda l'influenza del cancro sulla capacità di memoria dei malati giovani: si coinvolgono famiglie, giovani malati, si sottopongono a dei test, dei trial, si chiede loro di prendere diverse informazioni in un determinato lasso di tempo. Le ricerche sono moltissime così come gli ambiti medici di cui si occupa: malati di Alzheimer, disagi cardio-vascolari, tumori, problemi neurologici, dermatologici, malattie come diabete, infezioni e malattie immunitarie o gastrointestinali.

³⁷ «[...] Planet Hunters are betting that there will be a number of surprises in the data that the computer algorithms will miss; that that there will be planets which can only be found via the remarkable human ability for pattern recognition. The human brain is particularly good at discerning patterns or aberrations and experiments have shown that when many people work together, the collective wisdom of the crowds can be better than an expert. Planet Hunters is an online experiment that taps into the power of human pattern recognition. Participants are partners with our science team, who will analyze group assessments, obtain follow up observations at the telescope to understand the new classification schemes for different families of light curves, identify oddities, and verify transit signals [...]», da kepler.nasa.gov/education/planethunters.

³⁸ Cfr. galaxyzoo.org

³⁹ Cfr. citizenscience.org

American Gut

Il progetto American Gut è un'opportunità per gli «scienziati cittadini» di lavorare con un team di ricercatori e nei laboratori in tutti gli Stati Uniti per capire come uno stile di vita e una dieta di un certo tipo possono contribuire alla salute di ognuno, attraverso l'analisi di trilioni di piccoli microbi presenti negli intestini. In American Gut i ricercatori vanno alla scoperta di microbi per comprendere meglio la diversità microbica dell'intestino del mondo. Chi si iscrive, quindi, si sottopone a certe analisi e deve rispondere a dei quiz per dare informazioni utili sullo stato del suo intestino⁴⁰. Nel sito di riferimento è presente una mappa georeferenziata con i risultati dei partecipanti che sono stati inseriti.

Flusurvey

Flusurvey⁴¹ è un sistema online che misura il trend di influenza nel Regno Unito, che raccoglie dati e informazioni sullo stato influenzale della popolazione direttamente dagli individui oppure anche tramite gli ospedali o via GPS. È importante avere dati di questo tipo perché molte persone che hanno l'influenza non vanno dal medico, così non compaiono nelle statistiche tradizionali. Il progetto è nato nel 2009 durante la prima ondata di influenza suina e ora è parte di un grande progetto di monitoraggio in tutto il mondo. Tutta l'analisi si basa sull'iscrizione sul sito, una descrizione dei sintomi influenzali e altre informazioni richieste. Viene anche chiesto ai partecipanti chi sono i membri della famiglia e le persone con le quali sono venuti in contatto, così da avere un'idea dei potenziali possessori del virus.

Africa@home

È un sito per progetti volontari di calcolo computazionale che permette di contribuire con il proprio computer alle cause umanitarie in Africa, soprattutto per fronteggiare problemi di salute e di ambiente. Uno, per esempio, è il controllo della malaria, così da aiutare a prevedere e controllare l'infezione in molti paesi africani⁴².

Eyewire

⁴⁰ Cfr. microbio.me/americangut

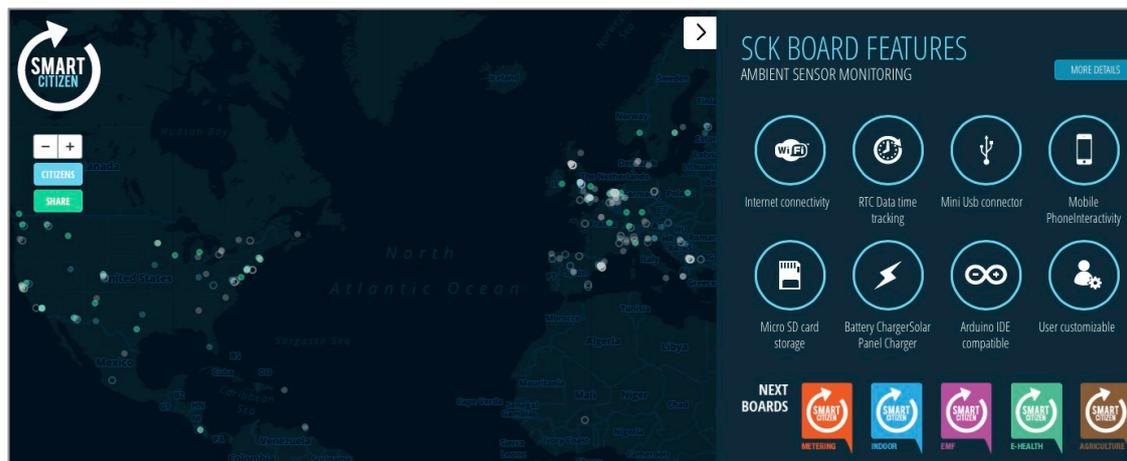
⁴¹ Vedi flusurvey.org.uk, oppure thinktank.ac

⁴² Vedi malariacontrol.net

È un gioco fondato dall'Istituto Nazionale di Salute e sviluppato dagli scienziati del MIT e altre università, grazie al quale il computer fa una mappa delle cellule presenti sotto la retina oculare. Dato che è un software che però fa diversi errori di misurazione e valutazione, il volontario che partecipa ha il compito di trovare gli errori e correggerli. Il fine è lo sviluppo di un'accurata mappa oculare⁴³.

2.6 Altri progetti

Smart Citizen Project e Arduino



Prima di parlare del progetto Smart Citizen è bene introdurre *Arduino*, una scheda elettronica open-source di piccole dimensioni utile per creare prototipi. Spesso usata per scopi hobbistici e didattici, è stata sviluppata presso l'Interaction Design Institute di Ivrea fondato da Olivetti e Telecom Italia, la versione hardware è realizzata da Smart Project ma i cloni possono essere realizzati da chiunque e dovunque nel mondo⁴⁴.

Il progetto era stato avviato nel 2005 in Italia e a Ottobre 2008 erano già state vendute 5mila schede. Dal 3 al 7 Ottobre 2014 la Maker Fair di Roma ha visto la presentazione di cinquecento modelli provenienti da tutto il mondo e la partecipazione di 90mila persone. Arduino fornisce sul web tutorial, istruzioni per il montaggio, ha forum multilingue. Se collegato a un apparato di rete come un computer o uno smartphone, può trasmettere dati in rete in tempo reale: questa è una sua grande peculiarità. Non è difficile immaginare come una tecnologia del genere, rivoluzionaria in molti ambiti, possa essere utile alla citizen science.

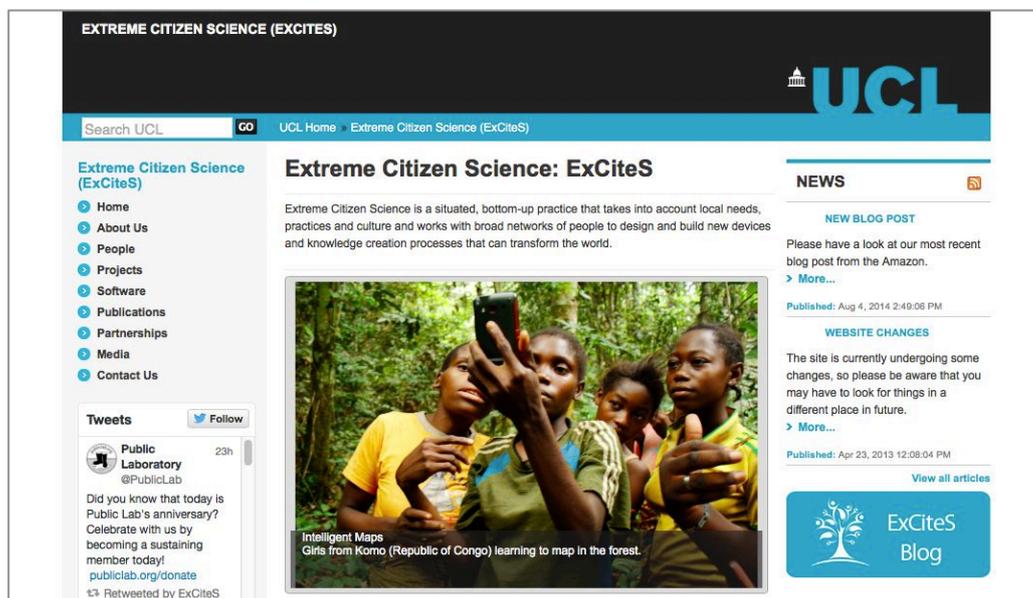
Infatti la scheda Arduino è stata di recente (nel giugno 2012) integrata nel progetto Smart Citizen formulato a Barcellona, che parte dal concetto che *smart cities* devono essere fondate da *smart citizens*, per promuovere il crowdsourcing sull'ambiente, grazie a un kit, appunto chiamato lo «smart citizen kit», che è un insieme di sensori di rilevazione di parametri ambientali quali la temperatura, l'umidità, la pressione, la velocità di reazione del vento, l'inquinamento, la misurazione delle polveri, di sostanze presenti nell'aria, come per esempio CO₂ e NO₂. Vantaggi: costa 168 euro ed è piccolo, oltre che facilmente implementabile. Con questo strumento si possono vedere in tempo reale, quindi, come cambiano i parametri, per esempio, dell'inquinamento e poter così intervenire immediatamente con decisioni di policy

⁴³ Cfr. eyewire.org

⁴⁴ Vedi kickstarter.com e arduino.cc

per affrontare i problemi. Ovviamente più rilevazioni avvengono, migliori sono le previsioni. I dati sono inviati in tempo reale e sono georeferenziati⁴⁵, quindi è facile fare comparazioni.

Extreme Citizen Science, ExCiteS



È una pratica di «scienza popolare», che prende in considerazione i bisogni locali, le pratiche e le diverse culture di Paesi in via di sviluppo e lavora con loro e con reti di persone per costruire e progettare insieme nuovi strumenti e processi di creazione di conoscenza che possano essere utili a loro e ai loro stili di vita⁴⁶. Extreme CS, progetto della University College of London (UCL), cerca di estendere il contesto abbastanza ristretto dei progetti più tradizionali di CS a un pubblico non letterato e non alfabetizzato. Mette insieme studiosi di diversi campi disciplinari per sviluppare e contribuire a teorie, strumenti e metodologie che permettono a qualsiasi comunità di iniziare un progetto di CS, indipendentemente dal proprio livello culturale. Un approccio di ricerca interdisciplinare dove a ogni utente, a prescindere dal livello di alfabetizzazione o al background, viene fornita una serie di strumenti che possono essere usati per raccogliere, analizzare e prendere informazioni secondo il metodo scientifico. Ha un obiettivo più sociale e innovativo rispetto ad altri progetti.

CSMON-LIFE (Citizen Science MONitoring), Italia

È iniziato il primo progetto del programma Life+ di Citizen science in Italia finanziato dalla Commissione Europea. Nel Lazio e nelle acque del Salento i cittadini sono stati e saranno coinvolti in attività di monitoraggio per la protezione della biodiversità italiana, guidati e formati da esperti che a loro volta li faranno diventare «citizen expert», figure speciali che svilupperanno competenze tali da poter valutare la qualità dei dati raccolti dagli altri cittadini⁴⁷. CSMON, che ricalca gli esempi già attivi in nord Europa, soprattutto dell'OPAL, vede coinvolte l'Università degli Studi di Trieste, L'Agenzia dei Parchi del Lazio, Comunità Ambiente, il CTS, l'Istituto Agronomico di Bari, Divulgando, il Dipartimento di Biologia Vegetale della Sapienza e quello di Zoologia di Torvergata. I cittadini saranno impegnati in attività di monitoraggio di specie aliene, minacciate dai cambiamenti climatici o dalle attività antropiche. Nel progetto,

⁴⁵ Si può facilmente vedere sul sito smarcitizen.me, dove è presente la mappa di dove avvengono, in tempo reale, le rilevazioni. Sopra nella foto.

⁴⁶ Cfr. ucl.ac.uk

⁴⁷ Vedi csmmon-life.eu

oltre ai cittadini adulti saranno coinvolti anche i ragazzi delle scuole tramite i loro insegnanti. Lo scopo è quindi raccogliere dati e di sensibilizzare chi partecipa rendendolo più consapevole sui temi di ecologia e partecipe delle sorti della biodiversità nel Paese.

Nel Parco regionale della Maremma, sotto la guida di Andrea Sforzi, anche membro dell'ECISA, l'associazione di CS europea nata da poco⁴⁸, è stata creata un'app per la biodiversità. Tecnologia e natura applicate per chi visita il parco: attraverso il proprio cellulare, si avranno a disposizione delle informazioni esaurienti e precise, come se si avesse la guida di uno scienziato e di un esperto di educazione ambientale. È possibile anche inserire dati in tempo reale, se dovessero presentarsi nuove specie o nidificazioni. Ci sono nell'app più livelli, alcuni indirizzati ai non esperti e altri per i ricercatori scientifici, su qualsiasi tipo di flora o fauna presente nel Parco. È stato da poco creato anche un social dove gli individui interessati si possono iscrivere, condividere dati, commentare, inserire informazioni, sempre per contribuire alla salvaguardia dell'ambiente⁴⁹.

Si è concluso lo scorso maggio 2014 il *Bioblitz* nell'oasi di San Felice: il direttore del Parco, Sforzi, dice che dati i rapidissimi cambiamenti e un numero limitato degli esperti, il modo migliore per sensibilizzare i cittadini ai problemi dell'ambiente che li circonda è metterli in contatto diretto con le piante e con gli animali. Per *Bioblitz* si intende un periodo limitato, in genere 24 ore, realizzato da un gruppo di ricercatori, naturalisti, cittadini che lavorano assieme per registrare il numero più alto possibile di informazioni (in questo caso piante, animali, funghi, licheni) in una data area. Possono prendervi parte famiglie, anziani, bambini, adulti, senza nessun limite. Vengono divisi in gruppi, coordinati da ricercatori esperti e raccolgono dati scientifici e informazioni su varie specie, per esempio facendo censimenti di uccelli, rilevamenti sulla vegetazione, campionamenti di insetti, luoghi degli avvistamenti, quantità. Al termine si ritorna al Campo base, dove avviene l'identificazione delle specie. Dai risultati è possibile sviluppare un modello che parla di ogni singola specie nel dettaglio.

EBN Italia, birdwatching

EBN Italia è un progetto che non si può qualificare esattamente nell'ambito della CS, ma porta avanti programmi di osservazione e rilevamento dell'avifauna rivolgendosi ai *birders* e richiedendo una quota di partecipazione. Per esempio realizza l'Atlante invernale, coinvolgendo dei *lister*, ossia dei catalogatori: un birdwatcher che si segna tutte le specie di uccelli che ha visto nella sua vita. Ci sono lister di una regione, di una nazione o del proprio giardino.

Nell'ottobre del 2001, EBN Italia diventa un'associazione apolitica senza finalità di lucro, che si propone «la diffusione dell'attività di osservazione e di riconoscimento in natura degli uccelli (birdwatching) anche nell'intento di acquisire conoscenze utili per la tutela, valorizzazione e protezione della natura, dell'ambiente e dell'avifauna». Finalità quindi di tutela, valorizzazione e protezione della natura, dell'ambiente e dell'avifauna.

Atlas of Living Australia, ALA

ALA⁵⁰ contiene le informazioni su tutte le specie esistenti conosciute in Australia, dati ricevuti e condivisi da un'enorme gamma di enti e organizzazioni quali musei, gruppi di comunità, dipartimenti governativi, individui e università. Per l'Atlas la citizen science è un'importante fonte di dati sulla biodiversità. Ai progetti si può partecipare direttamente oppure installare un software FieldData, dove si possono condividere informazioni e foto, usandolo anche come profilo dove è possibile inserire i propri interessi, condividere contatti e altre notizie, come fosse un social.

⁴⁸ Della quale si parlerà a p. 27.

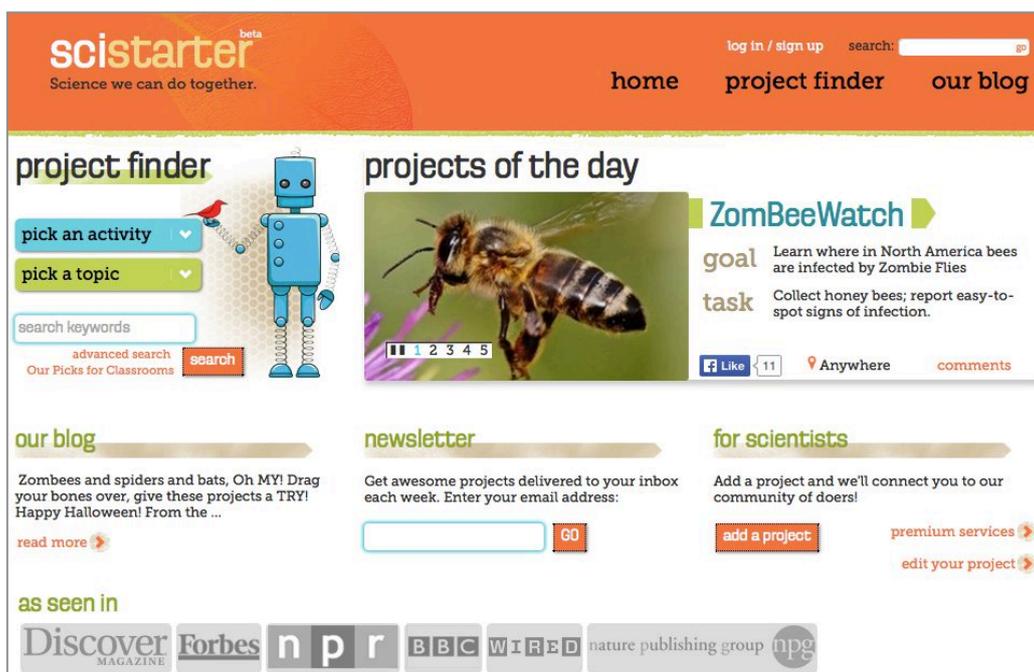
⁴⁹ Il nome del social è Naturae Social Mapping, il sito naturaesocialmapping.it

⁵⁰ Cfr. ala.org.au

Xerces Society

The Xerces Society è un'organizzazione no-profit⁵¹ per la conservazione degli invertebrati. La Xerces lavora con agenzie federali per includere le osservazioni e ricerche svolte grazie agli appassionati citizen scientist nei programmi di conservazione nazionale.

Scistarter: science we can do together



Enorme il numero di attività di CS raggruppate sotto questo indirizzo⁵² che fanno riferimento non solo al controllo dell'acqua nei torrenti o nel mare, ma anche a molte specie di pesci, granchi, balene, orche, ecosistemi della costa e oceanici, temperature marine, uccelli, insetti, migrazioni di libellule e anche rimozione di relitti. Le ricerche vengono proposte per il mar Rosso, Canada, Australia, Alaska e vari stati degli Stati Uniti, Main, Idaho, Virginia, Carolina. Ogni sito di riferimento ai programmi riporta che non vi sono spese da sostenere, che il programma è appropriato per i bambini e che non vi sono materiali didattici a parte per alcuni casi dei test-kit molto semplici da usare.

Water Monitoring

World Water Monitoring Day⁵³ (WWMD) fu stabilito nel 2003 dall'America's Clean Water Foundation. È un programma di educazione internazionale che contribuisce alla creazione di una partecipazione cosciente per la protezione della risorsa acqua nel mondo, impegnando i cittadini a condurre un monitoraggio di base dell'acqua nei luoghi di provenienza. Con un semplice kit si possono rilevare la temperatura dell'acqua, la sua acidità, la quantità di ossigeno che contiene e la limpidezza: tali misurazioni vengono condivise sul website.

Progetti di CS dell'Environmental Protection Agency, EPA

⁵¹ Vedi xerces.org

⁵² Cfr. shistarter.com

⁵³ Vedi worldwatermonitoringday.org

EPA, l'agenzia per la protezione dell'ambiente in USA⁵⁴, ha programmi per il clima, l'ecosistema, la salute, i rifiuti, i pesticidi, pratiche sostenibili e l'acqua. Molti progetti che promuovono di CS si occupano di educazione e ambiente attraverso la partecipazione di cittadini scienziati e volontari in attività di campo, quali la raccolta di campioni dell'ambiente o la documentazione di abitudini critiche. La chiave del successo di tutti i progetti dell'EPA è di saper comunicare in modo aperto e coordinato, rispondendo alle domande sull'ambiente poste dai cittadini e dalle organizzazioni scientifiche come agenzie governative o ONG. Il programma sull'acqua, per esempio, coinvolge scienziati, cittadini scienziati e volontari in New Jersey, a New York, Puerto Rico, US Virgin Islands e in qualche altro Paese, oltre che agenzie e istituzioni accademiche.

Volunteer Water Quality Monitoring, California

Community Clean Water Institute (CCWI) è dedicato alla protezione della qualità dell'acqua e della salute pubblica nella California del nord attraverso l'identificazione delle fonti inquinanti tramite raccolta e analisi di dati. Il CCWI condivide le informazioni ricevute con le agenzie governative e il pubblico e si impegna nell'educazione e nelle attività rivolte alla comunità.

NatureWatch, Canada

Ecological Monitoring and Assessment Network è un gruppo ambientale di CS del Canada, supportato dal Canadian Museum of Nature, che ha adottato un programma, il NatureWatch, che si propone di svolgere l'osservazione di quattro target: Frogwatch, Plantwatch, Icewatch e Wormwatch. I dati raccolti saranno usati per fare previsioni e stime sul climate change e diversi studi sulla biodiversità⁵⁵.

Evolution Megalab: alla ricerca della *Cepaea nemoralis*

Un progetto dove sono stati presenti quindici Paesi europei, Italia compresa, è stato Evolution Megalab, che si è concluso da poco. L'obiettivo era di documentare la variabilità del colore di una piccola chiocciola, *Cepaea nemoralis*, per correlarla a certe caratteristiche ambientali. Poiché si tratta semplicemente di osservare, prendere nota e riportare online, gli scienziati – che da soli non avrebbero mai potuto portare a termine un'osservazione così estesa in breve tempo – hanno deciso che i comuni cittadini di qualsiasi età avrebbero potuto dare una mano. Così, nel 2009, Evolution Megalab è partito, e i suoi risultati sono stati pubblicati su *Plos one*.

2.7 Giochi

EteRNA

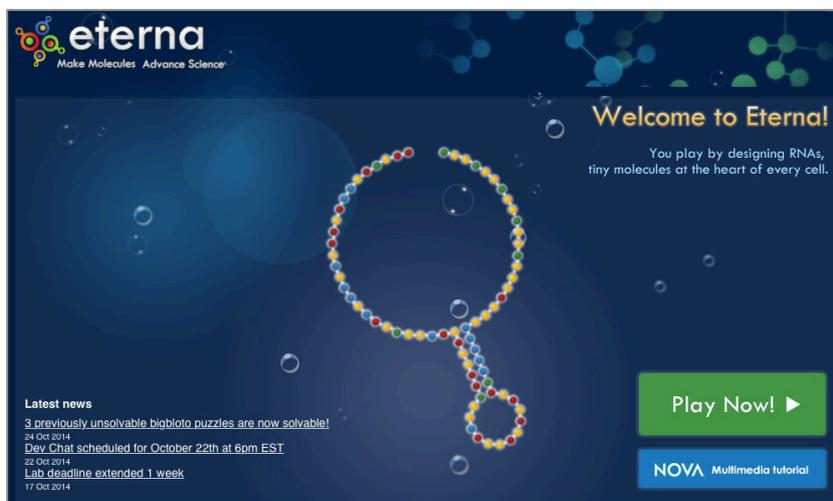
Sviluppato dagli scienziati dell'Università di Carnegie Mellon e di Stanford, EteRNA coinvolge gli utenti a risolvere dei puzzle relativi al ripiegamento delle molecole di RNA. Il progetto è fondato dalla National Science Foundation. Un citizen-science game simile a Foldit, di cui si parla appena più avanti, che si avvale dell'ottima capacità umana per risolvere i puzzle.

I volontari disegnano e progettano piccole molecole di RNA. Sembra che le soluzioni più diverse proposte dai giocatori, spesso non biologi, migliorino i modelli di predizione del computer sull'RNA. Alcuni disegni sono oggi infatti sintetizzati per valutare le dinamiche di ripiegamento delle molecole e

⁵⁴ Vedi anche su epa.gov/region2/citizenscience

⁵⁵ Cfr. naturewatch.ca

direttamente confrontati con i modelli informatici. Alcuni risultati, a gennaio 2014, sono stati pubblicati nel PNAS journal, con i partecipanti di Eterna citati nella lista dei co-autori del paper⁵⁶.



Phylo, Puzzle

In questo gioco i volontari paragonano sequenze di genomi umani, con lo scopo finale di mappare le mutazioni responsabili di alcune malattie genetiche: «non lasciatevi spaventare dal nome», rassicura immediatamente una frase in homepage⁵⁷, «è solo un gioco interattivo che permette di contribuire alla scienza». È un videogame sperimentale sull'ottimizzazione dell'allineamento multiplo sequenziale. Sviluppato dal McGill Centre for Bioinformatics, è nato nel 2010. I giocatori devono risolvere dei puzzle che rappresentano le sequenze di nucleotidi generate da Phylo, che sono ottenute da vere sequenze di dati dal UCSC Genome Browser. Chi gioca deve allineare insieme ogni sequenza di nucleotidici, rappresentata da blocchi colorati in modo diverso, in questo modo i giocatori tentano di creare il punteggio più alto per ogni sequenza combinando quanti più colori possibile e minimizzando i buchi. Gli allineamenti dei giocatori che hanno raggiunto il punteggio più alto sono raccolti come dati e inviati al McGill Centre per essere valutati con un algoritmo sui punteggi.

Individuando i tratti ricorrenti che formano delle regioni del genoma chiamate promotori, si cerca di capire meglio quelle che sono le origini delle mutazioni e, possibilmente, individuare la causa delle malformazioni genetiche. Questo gioco online sfrutta il potere computazionale del cervello per decifrare l'origine di malattie genetiche. Anche per questo Jerome Waldispuhl della McGill University, uno dei leader del progetto Phylo, dice «Ci sono alcune attività che gli uomini fanno meglio dei computer, come risolvere puzzle»⁵⁸.

Citizen science, puzzle game

In quest'altro puzzle game, fondato dalla National Science Foundation, chi gioca viene portato indietro nel tempo alla ricerca delle cause che hanno determinato per esempio l'inquinamento del lago. *Citizen Science* è un gioco d'avventura, dove il giocatore appunto viaggia nel tempo per aiutare a fermare l'inquinamento di un lago locale. La sfida non è solo quella di imparare qualcosa sulla sovrapposizione

⁵⁶ Si veda J. Lee, W. Kladwang, M. Lee, D. Cantu, M. Azizyan, H. Kim, A. Limpacher, S. Yoon, A. Treuille, R. Das, and Eterna Participants (2013), «RNA design rules from a massive open laboratory», University of Washington, Seattle, WA.

⁵⁷ Cfr. phylo.cs.mcgill.ca

⁵⁸ «There are some tasks that humans can do better than computers, like solving puzzles», said bioinformatics expert Jerome Waldispuhl of McGill University, one of Phylo's project leaders», da *Wired*, novembre 2010.

delle diverse cause dell'inquinamento dell'acqua del lago, ma anche prendere in considerazione i fattori sociali e culturali che hanno un ruolo nel causare certi inquinamenti (comportamenti sbagliati, convinzioni culturali ecc.).

In CS i giocatori incontrano i personaggi ciascuno dei quali ha un ruolo diverso nell'inquinamento del lago. Per cambiare il corso della storia, si raccolgono prove esplorando l'ambiente e facendo domande, interrogando il sindaco della città piuttosto che la polizia locale. Tutte le prove raccolte possono essere usate per creare delle strategie che diventano la chiave da usare per cambiare il futuro. Inoltre i giocatori a turno devono raccogliere dati con diversi strumenti scientifici per contribuire al progresso della storia. Ciò permette ai giocatori di unire un contesto reale alla ricerca che viene compiuta per comprendere la scienza dell'acqua potabile.

PiggyDemic

Dall'università di Tel Aviv, creato da Gai Almgoy e Nir Ben-Tal, PiggyDemic è un software nato per essere usato su Facebook. Il programma infetta i nostri contatti di fb con il virus biologico virtuale dell'influenza, tramite una vera simulazione dell'infezione virale, diffondendola. È possibile segnalare poi se si è stati davvero infettati o meno dal virus, per controllare come un virus possa espandersi senza confini territoriali, tramite contatto o interazione social tra le persone. Con PiggyDemic si riesce a monitorare la malattia e si forniscono dei dati su eventuali contagi, aiutando i ricercatori a capire come questo muti e si diffonda attraverso le interazioni umane. I moderni algoritmi alla base dei modelli di propagazione di un'infezione, infatti, fanno fatica a tenere conto di questo aspetto⁵⁹.

OldWeather

Il progetto, lanciato nel 2010 all'interno della rete Zooniverse⁶⁰, chiede agli utenti di viaggiare indietro nel tempo sino ai primi anni del XX secolo, di cercare tra i diari di bordo della marina inglese e trovare dati che riguardano il clima di quell'epoca. Questi dati storici potrebbero migliorare i modelli climatici. Uno dei dati più difficili da rilevare per la comunità scientifica e poter testare i modelli che servono a prevedere il clima del futuro, è di ottenere buoni dati storici. A bordo delle navi gli ufficiali annotavano le informazioni sul clima più volte al giorno, quindi i climatologi hanno pensato di chiedere ai volontari di raccogliere dati e renderli comprensibili per i loro computer e i sistemi informatici di catalogazione. Il progetto è una collaborazione tra la Citizen Science Alliance, l'Università di Oxford e diversi enti pubblici meteorologici e navali. A luglio 2012 c'erano 16.400 volontari che hanno trascritto i dati da 1 milione di pagine dei diari di bordo di 302 navi. Questa parte del progetto ha generato 1,6 milioni di osservazioni sul clima.

FoldIt!

Un esempio di un videogioco (online e di grande successo) creato appositamente per dare una mano ai ricercatori, ideato dal biologo David Baker dell'Howard Hughes Medical Institute⁶¹. Lo scopo è trovare la forma di proteine di cui è nota la sequenza ma non, appunto, la struttura. Riguarda il ripiegamento proteico e la progettazione di nuove proteine. Sviluppato dall'Università di Washington (collaborazione tra dipartimento di Scienza e Ingegneria informatiche e Biochimica), è iniziato in via sperimentale nel 2008. Il gioco prevede dei tutorial dove l'utente è chiamato a manipolare delle proteine semplici, ma ogni tanto vengono lasciati dei buchi tali per cui il volontario, giocando come fosse un puzzle, deve sistemarli e aggregarli. Ciò aiuta i ricercatori nella ricerca contro malattie importanti, il ripiegamento proteico e la progettazione di nuove proteine.

⁵⁹ Cfr. scientificamerican.com/citizen-science/piggydemic-tel-aviv

⁶⁰ Vedi oldweather.org

⁶¹ Vedi fold.it

Capitolo 3

Analisi e prospettive

Al mondo oggi ci sono milioni di individui, la maggioranza non formati come scienziati, impegnati in altrettanti progetti di ricerca che raccolgono, categorizzano, trascrivono o analizzano dei dati scientifici. Non è facile riassumerli, catalogarli, studiarli e proporre una classificazione, così come non è semplice decidere cosa è citizen science, cosa si intende per progetti di scienza partecipata, che livello di comunicazione pubblica richiede, quali sono i pregi e i limiti.

Infatti, nonostante l'indubbia ricchezza dei dati che emergono e che sono usati, la pratica non è universalmente accettata come un valido metodo di investigazione scientifica. Succede, qualche volta, che paper scientifici che presentano dati e informazioni raccolti dai volontari trovino più difficoltà a essere revisionati e quindi pubblicati e vengano invece posizionati in sezioni esterne o marginali sia nei journal sia nei meeting scientifici⁶².

I progetti di «scienza cittadina» hanno obiettivi scientifici, a volte educativi, altre sociali o di policy che variano nei loro equilibri. Essendo un campo di recente sviluppo, soprattutto grazie all'evolversi delle nuove tecnologie che hanno reso possibile una connessione con la comunità scientifica in precedenza impossibile, i cittadini potrebbero giocare un ruolo più attivo anche in quello che è definito lo sviluppo sostenibile. Attraverso la collaborazione con gli scienziati nei progetti di ricerca, i citizen potrebbero contribuire alla creazione di informazioni di valore per sviluppare e costruire policy, migliorare la comprensione e rispondere a tante delle sfide che la società di oggi si trova ad affrontare.

Sebbene i procedimenti di raccolta dati siano sempre più sofisticati e siano usati strumenti statistici, tecniche computazionali, metodologie quantitative affidabili, alcuni contestano la pratica di scienza cittadina facendo riferimento proprio alla qualità dei dati. Non basta che scienziati e ricercatori si dotino di strumenti per ridurre gli errori, quali la campionatura, il rilevamento, la misurazione degli errori, l'identificazione e il clustering. Basterebbe guardare a progetti come eBird⁶³, dove i dati raccolti sono stati usati in almeno il 90% degli articoli peer-reviewed e in pubblicazioni che parlano di ornitologia, ecologia, climate change, oppure a Zooniverse, per rendersi conto di quanto, in realtà, la qualità dei dati sia alta. Capire però l'impatto scientifico che può avere questa scienza è difficile, il campo forse non è maturo, dicono gli scienziati. La citizen science soffre di un problema di credibilità e di immagine e non è ancora condivisa e accettata come una scienza convenzionale, che produce dati seri e affidabili.

3.1 Criticità

L'entusiasmo nel parlare di citizen science è spesso molto alto e vi si ripongono le migliori speranze per una più aperta partecipazione dei cittadini: lo scienziato affronta problemi ai quali altrimenti non sa-

⁶² R. Bonney, J.L. Shirk, T.B. Phillips, A. Wiggins, H.L. Ballard, A.J. Miller-Rushing, J.K. Parrish (2014), «Citizen Science. Next Steps for Citizen Science. Strategic investments and coordination are needed for citizen science to reach its full potential», *Science*, vol. 343, AAS, 28 march 2014.

⁶³ Vedi par. 2.1, quando si parla di Neighborhood Nestwatch, un progetto del Cornell Lab.

prebbe far fronte e il cittadino partecipa direttamente ai processi scientifici e impara procedimenti, una situazione vantaggiosa per entrambi. Ma cosa pensano gli scienziati di questi progetti? Nella letteratura esistente sono ancora state affrontate poco le difficoltà sia dei citizen sia degli scienziati stessi, che restano abbastanza silenziosi a proposito.

Riesch e Potter, in una ricerca pubblicata su PUS, hanno approfondito la questione⁶⁴, intervistando alcuni scienziati dell'OPAL⁶⁵. Tra ottobre 2011 e marzo 2012, hanno fatto quarantuno interviste semi-strutturate con scienziati e comunicatori della scienza che lavorano a progetti regionali e nazionali, ma poi si sono concentrati solo sui trenta intervistati che erano o scienziati che lavoravano ai progetti (inclusi i ricercatori) oppure che avevano avuto un'educazione scientifica, almeno un PhD. Si è chiesto loro che percezione avessero dell'impegno richiesto in questi progetti.

Il primo problema emerso, come prevedibile quando si parla di scienza dal basso, è quello metodologico-epistemologico sulla *qualità dei dati*, sia per quanto riguarda l'accuratezza delle informazioni raccolte sia per la reazione della comunità scientifica. Gli scienziati dell'OPAL, in realtà, non sono molto preoccupati della validità dei loro dati, che sanno essere corretti e validi e sui quali, volendo, possono lavorare per rendere più affidabili, per esempio tramite la semplificazione dei compiti richiesti, una stretta supervisione e training ai partecipanti, controlli incrociati con la letteratura scientifica esistente, comparazioni e quiz finali. Temono invece molto la reazione della comunità scientifica, magari la parte più conservatrice. Sebbene sia importante notare che le reazioni delle accademie e delle università siano in realtà state più spesso positive che negative, riemerge il problema di *affidabilità* della citizen science.

Un secondo problema riguarda la dimensione etica della *proprietà*: i membri del gruppo diventano co-produttori delle informazioni, co-proprietari dei dati, si pone allora la questione del diritto di autore, della titolarità. Gli scienziati si sentono unici titolari dei loro dati e dall'altra parte i partecipanti vogliono un valore di ritorno. Il ritorno è spesso visto e promosso dai ricercatori come un impegno pubblico, oppure come un'occasione per imparare, per toccare da vicino la ricerca scientifica, per divertirsi insieme ad altre persone. Ma non è sempre abbastanza, il pubblico ha anche bisogno di ricevere qualcosa in cambio di tangibile. Il management OPAL, per esempio, cerca di evitare l'uso del termine volontario, perché implicherebbe lavoro gratis, ma in realtà è proprio un lavoro volontario, per cui è difficile aspettarsi una continuità del lavoro e una presenza costante, fatto che causa diversi problemi agli scienziati stessi e alle loro ricerche.

Un'altra dimensione critica è il *reclutamento*. Se a livello nazionale è più facile avere volontari, localmente lo è meno, per esempio è successo che alcuni gruppi abbiano abbandonato per intero un programma di citizen science per mancanza di entusiasmo, probabilmente dovuto anche al problema precedente del ritorno di valore in termini tangibili. I volontari poi, hanno spesso un background molto simile, interessi comuni e sono già cittadini che a qualche titolo partecipano alla vita pubblica. Ci sono casi di CS che in questo senso sono riusciti a realizzare significativi risultati sociali e hanno offerto occasioni di sviluppo partecipato per cittadini con background diversi. La rete di monitoraggio delle tartarughe Gruppo Tortuguero, per esempio, supporta un corpo di lavori scientifici di ipotesi-guidate, che includono investigazioni nella dieta delle tartarughe, i loro movimenti nei luoghi attraverso il nord-ovest del Messico. La collaborazione tra biologi, agenzie e comunità ha aiutato nell'organizzazione di aree marine protette che sono sensibili alle popolazioni delle tartarughe. Oppure in Congo, scienziati dell'University College London hanno usato le capacità degli smartphone di accumulare dati per lavorare con individui non letterati, così che si documentassero gli impatti ambientali di alcune zone, come il bracconaggio o disboscamento illegale. O ancora, il Progetto Indicatori Ambientali del West Oakland ha delegato gli individui che vivono nei quartieri poveri a raccogliere dati di qualità dell'aria e di salute per documentare il grado di inquinamento che colpisce i residenti locali.

⁶⁴ Cfr. Riesch e Potter (2014), cit.

⁶⁵ Vedi capitolo 1, par. 1.2.

La letteratura esistente è da una parte troppo entusiasta e ottimista e nello stesso tempo ambigua su cosa realmente siano questi progetti di citizen science. Forse porre troppe ambizioni in questo nuovo sviluppo di partecipazione è pericoloso, dicono i due autori, perché si tenderebbe a screditarla in maniera eccessiva se dovesse fallire. Meglio avere obiettivi modesti, consigliano⁶⁶, e considerare i problemi posti dagli scienziati, etici e metodologici, altrimenti il rischio sarebbe di rafforzare ancora di più i confini tra esperti e non esperti, confini che la scienza cittadina era nata per superare. In più potrebbero nascere risentimenti da parte dei giovani scienziati, che si sentirebbero tolte le risorse del loro lavoro.

Per aiutare e facilitare lo sviluppo, l'organizzazione e l'innovazione nel campo, un consorzio di individui e organizzazioni ha creato un'Associazione internazionale di CS, la Citizen Science Association (CSA)⁶⁷. Gli obiettivi sono la promozione e il supporto di best practice in aree quali il management dei dati, il rigore scientifico, l'etica e la valutazione dei progetti. CSA lavora anche vicina a organizzazioni regionali come l'appena formata European Citizen Science Association (ECSA), nata a fine 2012, all'Imperial College di Londra, dove si sono riuniti membri di dieci Paesi europei⁶⁸ per costituire un'associazione a livello europeo che promuovesse e tutelasse appunto i progetti di CS.

È anche da poco stato pubblicato il *Green Paper on Citizen Science* da Societize⁶⁹, un progetto fondato dall'Unione Europea nel 2013, che mira a creare un forum comune per la collaborazione tra i provider alle infrastrutture e i progetti di citizen science, incluso chiunque desideri contribuire ai processi scientifici. È un network tematico dove tutti i partner contribuiranno con le loro conoscenze e risorse, l'obiettivo è di promuovere interazione e collaborazione tra tutti gli attori di CS: ricercatori, provider, amministratori di sistema, volontari. Sarà creata un'interfaccia comune per offrire strumenti e spazi di lavoro condivisi per tutti, sviluppando la ricerca e presentando i risultati in modo obiettivo. Vogliono integrare le soluzioni che già oggi esistono e condividere esperienze, così come le sperimentazioni su topic specifici.

Certo ora il problema sarà di trovare investimenti, scienziati e fondi. La sfida è che i progetti si coordinino nel mondo sintetizzando e analizzando i loro diversi data-set per comprendere meglio questioni di rilevanza scientifica e sociale. Molte iniziative infatti oggi lavorano in modo indipendente e contengono dati e informazioni sconosciute o non disponibili ai decision-maker. Questo ruolo sarà facilitato dai centri e dalle associazioni di CS attorno al mondo, che in questo modo potrebbero aiutare la citizen science a entrare a pieno titolo nel *mainstream* e a essere considerata a tutti gli effetti uno strumento scientifico.

3.2 Proposta metodologica

L'ECSA, l'associazione europea di CS, definisce la citizen science un campo sperimentale che adotta modelli alternativi di democrazia e produzione di conoscenza pubblica. I progetti introducono nuovi dati, informazioni, partnership e così nuove prospettive, creando domini di conoscenza prima inesistenti. I cittadini creano quindi conoscenza e la conoscenza crea i cittadini⁷⁰.

Una delle questioni che si pone allora è rispetto al contributo che i cittadini daranno sulle informazioni di valore: diretto o indiretto? C'è la consapevolezza da parte dei cittadini di contribuire diret-

⁶⁶ Vedi Riesch e Potter (2014), cit.

⁶⁷ Cfr. citizenscienceassociation.org

⁶⁸ Il Direttore di OPAL, Linda Davies, Johannes Vogel, Direttore generale del Museo di storia naturale di Berlino, Andrea Sforzi, direttore del Museo di storia naturale della Maremma, Peter Singleton, coordinatore dei progetti di Citizen Science in Scozia e Cigdem Adem, il responsabile Citizen Science dell'Agenzia Europea per l'Ambiente.

⁶⁹ Vedi Societize (2014), «Green paper on Citizen Science. Citizen Science for Europe», European Commission, 21st January 2014.

⁷⁰ Cfr. ecsabi.biodiv.naturekundemuseum-berlin.de

tamente ai progetti di ricerca? Viene loro spiegato esattamente a cosa servono i dati raccolti oppure i linguaggi, gli strumenti e il fine della loro collaborazione sono troppo complessi da poter spiegare? Bonney e Dickinson del Cornell Lab dicono che è fondamentale che i ricercatori facciano capire ai partecipanti la finalità della raccolta e la certezza che i dati andranno pubblicati, altrimenti il progetto stesso perde una delle sue importanti funzioni, quella appunto di partecipazione pubblica alla scienza.

Kevin Schawinski, astrofisico di Yale e fondatore di Galaxy Zoo, uno dei progetti di citizen science più noti, dice che il calcolo distribuito e progetti come @home, per esempio, andrebbero semplicemente ritenuti una forma di *crowdsourcing*⁷¹, mentre in Galaxy le persone sono chiamate a studiare le immagini di galassie provenienti dalla banca dati di alcuni telescopi e classificarle a seconda della morfologia, cosa che i software da soli non sono ancora in grado di fare. Sono cittadini attivi, dice Schawinski⁷². In effetti, se pensiamo a progetti come @home, dove l'utente mette a disposizione la potenza di calcolo del proprio computer per ricerche scientifiche di cui conosce poco o nulla, non si può dire certo che il ruolo del cittadino sia attivo e propositivo.

Ci sono iniziative che non richiedono particolari conoscenze scientifiche né uno specifico interesse alla scienza in sé (come PiggyDemic, software che simula un'infezione virale diffondendola attraverso i contatti facebook) e quelli con finalità più di policy e un ruolo più attivo come OldWeather⁷³, che chiede agli utenti di cercare dati sui diari di bordo della marina inglese del XX secolo e trovare dati sul clima dell'epoca, che serviranno per fare previsioni sul futuro. Il puzzle game Citizen Science, fondato dalla National Science Foundation, dove chi gioca viene portato indietro nel tempo alla ricerca di cause che hanno determinato l'inquinamento di un lago locale, ha finalità educative (sulle cause di inquinamento), ma anche sociali e di policy, oltre che ludiche.

Tutte le iniziative di osservazione su flora e fauna, come il FeederWatch sul movimento degli uccelli, il Water Survey dell'OPAL, l'Università College di Londra sulla misurazione della qualità dell'acqua dei laghi locali, l'italiana CSMON-LIFE sulla biodiversità e poi ancora tutti i progetti ATLAS australiani, della Xerces per la conservazione degli invertebrati certamente hanno, chi in misura maggiore chi minore, obiettivi sociali e educativi, di creazione di una comunità, di condivisione di valori e di sensibilizzazione a certi temi. Ma la finalità principale, per la comunità scientifica, per gli esperti, è la raccolta di dati su larga scala, altrimenti impossibile o troppo costosa da essere realizzata.

Lewenstein, nel suo «What does citizen science accomplish»⁷⁴, divide la citizen science in tre approcci: la partecipazione di non scienziati nel processo di raccolta di dati, secondo protocolli specifici scientifici e usando e interpretando i dati, il coinvolgimento dei non scienziati nei processi di decision-making sulle questioni di policy che hanno componenti tecnici o scientifici, e l'impegno degli scienziati stessi nei processi democratici e di policy.

Partendo dall'osservazione web dei progetti di citizen science descritti nel capitolo precedente, nella matrice viene sintetizzata un'analisi multidimensionale delle variabili di obiettivi e strumenti secondo le differenti intensità.

Per obiettivi si intendono gli scopi dei progetti, sia a livello esplicito e definito, sia nella loro accezione implicita e meta-funzionale. Molti progetti di citizen science hanno infatti finalità che in un secondo momento possono trasformarsi in varianti diverse. Si pensi, per esempio, alla raccolta di dati che servirà per costruire delle pubblicazioni sulle quali i policy maker baseranno le loro valutazioni e conseguenti decisioni. Gli obiettivi sono stati suddivisi secondo alcune variabili in cinque grandi gruppi. Il

⁷¹ Per «crowdsourcing» si intende un modello dove viene affidata la realizzazione di un progetto a un insieme di persone non organizzate in precedenza, utilizzando strumenti e tecnologie del Web 2.0, definizione adattata da wikipedia.en.

⁷² Cfr. K. Schawinski *et al.* (2011), «Galaxy Zoo 1: data release of morphological classifications for nearly 900.000 galaxies», *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Oxford University Press, Oxford.

⁷³ Vedi par. 2.7, Giochi di citizen science.

⁷⁴ Lewenstein B.V. (2004), «What does citizen science accomplish?», prepared for meeting on citizen science, Draft, 27 May 2004, Paris.

primo è quello di *raccolta dati*, poiché il cittadino nella sua partecipazione contribuisce alla CS raccogliendo dati altrimenti difficili da indagare con altre modalità. Due sono a dimensione individuale/personale: *educativa*, derivante dall'utilizzo del progetto da parte del citizen, soprattutto rivolta a utenti giovani nella loro fase formativa, e di *sensibilizzazione*, rivolta invece a un pubblico più eterogeneo per la costruzione di valori e di un pensiero critico rispetto all'oggetto di interesse. Un altro obiettivo è a dimensione socio-relazionale, la *creazione di comunità*, poiché durante lo svolgimento e la partecipazione viene stimolata l'interazione e la creazione di legami all'interno di una comunità, accrescendo il senso di collettività legato sempre all'attenzione al bene comune. L'ultimo, a dimensione più vasta, politica, sempre relativa alla collettività, è la *policy*. Si intende con policy la finalità del progetto di CS di entrare nell'agenda dei decision maker tramite l'apporto di dati, analisi, indagini, che contribuiscano alla costruzione di indirizzi socio-politici.

Gli strumenti utilizzati dai progetti di CS sono stati suddivisi secondo quattro variabili. Tre di queste riguardano il citizen come attore nell'agire delle sue potenzialità: la dimensione del sé e il mettere a disposizione il proprio tempo in modo volontario al servizio della scienza, il *tempo libero*; il mettere le proprie abilità e conoscenze tecnico-scientifiche al servizio dei progetti, ossia le proprie *competenze*; infine la condivisione delle proprie tecnologie e strumenti del Web 2.0, ossia l'utilizzo di ciò che possiede: il *crowdsourcing*. L'ultima variabile analizzata riguarda invece una modalità di utilizzo: il *gioco*. Si è ritenuta una variabile importante da prendere in considerazione perché è stata riscontrata in diversi progetti: un intelligente artificio che consente al partecipante di poter entrare e contribuire agli obiettivi attraverso la dimensione ludica.

A ogni variabile è stata attribuita un'intensità da 1 a 5, con 1 che sta per il grado minimo e 5 massimo, per poter creare una matrice di misurazione in cui le variabili siano valutate su una scala ordinabile omogenea.

Una dimensione della presente proposta metodologica, molto interessante, ma che purtroppo non è stato possibile affrontare, è il finanziamento dei singoli progetti di citizen science: pubblico, delle organizzazioni internazionali, universitario, privato, tramite fondi ecc. Speriamo di poter proseguire la ricerca nei mesi successivi.

PROGETTI	OBIETTIVI					STRUMENTI			
	educazione	raccolta dati	sensibilizzazione	creazione comunità	policy	crowdsourcing	gioco	tempo libero	competenze
Cornell Lab	●●●●●	●●●●●	●●●●	●●●●	●●●●●	●	●	●●●●●	●●●
OPAL	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●	●●●●	●	●	●●●●●	●●●
at home	●	●●●●●	●	●	●●●	●●●●●	●	●●	●●●
Zooniverse	●●●	●●●●●	●●	●●	●●●●	●●●	●●●	●●●●●	●●●●
CS Salford	●●●●	●●●●	●●●●●	●●●●	●●●●	●●●	●	●●●	●●●
American Gut	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●	●●●●	●●	●	●●●	●●●
Flusurvey	●●●	●●●●●	●●●	●●●	●●●●●	●●	●	●●●	●●●
Eyewire	●●	●●●●	●	●	●	●	●●●●	●●●●	●●●
Smart Citizen	●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●	●●●●●	●●●●●	●●	●●	●●●●
ExCites	●●●●●	●●●	●●●●●	●●●●●	●●●	●	●●●	●●●●●	●
CSMON	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●	●●●●	●	●●●	●●●●●	●●●
EBN Italia	●●	●●●●●	●●●	●●●●	●●	●●●	●●	●●●●●	●●●●
ALA Aus	●●●●	●●●●	●●●●	●●●	●●●	●	●●	●●●●●	●●●
Xerces Society	●●●	●●●●●	●●●	●●	●●	●	●●	●●●●●	●●●●
Scistarter	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●	●●●	●	●●●	●●●●●	●●●
Water Monitoring	●●●●●	●●●●●	●●●●	●●●●	●●●●	●	●●	●●●●●	●●●
EPA	●●●	●●●●	●●●●●	●●●	●●●●●	●	●	●●●●●	●●●
NatureWatch	●●●	●●●●●	●●●	●●●	●●●●●	●	●●	●●●●●	●●●
Evolution Lab	●●	●●●●●	●●	●●	●●●●●	●	●	●●●●●	●●
EteRNA	●●	●●●●●	●●	●●	●●●●	●●	●●●●	●●●●●	●●●●
Phylo	●●	●●●●●	●●	●●	●●●	●●	●●●●●	●●●●●	●●●●
CS game	●●●●●	●●●	●●●●●	●●●●	●●●	●●	●●●●●	●●●●●	●●●●
PiggyDemic	●●	●●●●●	●●	●●	●●	●●●	●●	●●	●●●
OldWeather	●●●●	●●●●●	●●	●●	●●●●	●●●	●●●●●	●●●●●	●●●
Foldit	●●	●	●	●	●●●	●●	●●●●●	●●●●●	●●●●

Conclusioni

«Ci sono cose in cui gli esseri umani sono più abili delle macchine» è la frase che molti scienziati e ricercatori continuano a ripetere quando parlano dei progetti di citizen science, con riferimento, per esempio, al comporre puzzle, riconoscere sequenze simili di pattern ricorrenti, osservare dei dati. Agli occhi dei non esperti il paragone può suonare un po' avvilente. Ci si può chiedere se con la diffusione del web e delle nuove tecnologie il mondo della comunità scientifica, anche se al momento è soprattutto quella americana e inglese, ha coinvolto i cittadini, i citizen, perché sono forza lavoro gratuita o perché ha interesse in una loro maggiore partecipazione ai processi scientifici. Saranno fattori compresenti, ma la domanda è lecita.

Considerati tutti i progetti analizzati c'è un'altra questione, legata alla precedente, che si pone all'attenzione: i progetti di citizen science contribuiscono davvero alla creazione di una nuova cittadinanza scientifica, avvicinando non esperti al mondo della scienza, oppure coinvolgono individui che già posseggono una certa predisposizione e un certo interesse? Al momento, analizzando chi viene reclutato nelle iniziative, sembra in misura abbastanza omogenea appartenere al secondo tipo, amatori, appassionati, interessati. I volontari hanno un background simile, la maggioranza ha titoli di studio superiori alla media, sono pochi gli idraulici e gli operai. Ci sono insegnanti che avvicinano studenti, genitori che portano i figli, ragazzi che studiano «scienze dure e molli», ma davvero chi non è già dentro a queste tematiche ne resta affascinato e cerca di farne parte?

Il numero crescente di progetti di CS nel mondo è stimolante. Dall'altro lato, parecchi dei nuovi progetti non sono davvero nuovi, molti raccolgono dati simili in luoghi simili, il che confonde il pool di potenziali partecipanti. Una soluzione per ridurre la ridondanza di progetti è, per gli scienziati e per chi sviluppa i progetti, di adottare, adattare o collaborare con le iniziative già fatte e di metterle insieme nella loro area di interesse. Dalla pubblicazione del *Sidereus Nuncius*, che secondo Greco rappresenta la nascita della comunicazione pubblica come comunicazione ai non esperti⁷⁵, la strada è stata tanta: il modello del deficit, quello contestuale, il Lay Expertise Model, quello della partecipazione pubblica. Il problema, forse, è che i modelli esistenti non affrontano i problemi da tutti i diversi punti di vista; serve una transdisciplinarietà, dice Lewenstein, per la comprensione del mondo ed è necessario iniziare a ragionare in termini trasversali, perché il livello di complessità è senza precedenti. L'approccio a tutto ciò che è rappresentato dalla comunicazione scientifica deve riuscire a co-evolvere assieme alle problematiche del mondo odierno, non restare dogmatico o rigido dentro ai propri confini, altrimenti non riuscirà a tenere il passo con la molteplicità degli aspetti odierni. L'invito, insomma, è di continuare a ragionare sulla scienza, sulla comunicazione pubblica, ossia la scienza rivolta ai non esperti.

D'accordo con il professor Lewenstein⁷⁶, si può ritenere, in ogni caso, che i progetti di questo tipo creano comunque una forma di partecipazione pubblica, tentano di colmare il deficit, il gap, aiutano gli individui a portare una conoscenza locale per risolvere i problemi locali. Nella società di oggi, comunicare con i non esperti è una necessità e occupa gran parte del lavoro degli scienziati, perché tutti chiedono informazioni. Per lo scienziato, trovare un canale di dialogo con il pubblico non è semplice, perché deve riuscire a adattare un registro stilistico differente dal suo. Avere invece il pubblico dentro alla sua

⁷⁵ P. Greco (2009), *L'idea pericolosa di Galileo*, UTET, Torino in Cerroni, Simonella, cit.

⁷⁶ Cfr. Bruce V. Lewenstein, «Models of Public Communication of Science & Technology», cit.

ricerca potrebbe essere un fattore molto importante per la comunicazione pubblica, perché si trovi questo registro comune.

Vero è anche che, se l'esperto vede certamente cose che sfuggono a un non esperto, succede anche il contrario. I non esperti, talvolta, riescono a riformulare, in termini innovativi, un problema o a trovare qualcosa proprio lì, dove lo scienziato non vedeva luce⁷⁷. Tant'è che grazie a loro si sono scoperti dei pianeti, si raccolgono dati che servono per progredire nella ricerca, si pubblicano paper sui maggiori journal del mondo, si aiuta la scienza a fare previsioni più accurate sul clima del futuro piuttosto che sul clima di Marte. Si cercano buchi neri nell'universo e poi ancora, chissà quante e quali sono le direzioni sconosciute che potrebbe prendere la scienza dei cittadini. Anche se chiamarla scienza dei cittadini, come se gli scienziati non fossero loro stessi cittadini, o come se fossero i cittadini a fare scienza e non gli scienziati a guidarli, potrebbe essere un po' fuorviante.

Sono tre i fattori che Silvertown, non privo di senso critico, riferisce essere responsabili della grande affermazione di progetti di «scienza popolare», come l'hanno chiamata alcuni cercando di tradurla in italiano⁷⁸: il primo è l'esistenza di strumenti tecnici che rendono possibile l'uso delle informazioni e la loro raccolta da parte del pubblico su larga scala, certamente internet, ma anche il *mobile computing*, altri strumenti e software. Il secondo fattore è l'aver compreso realizzato sempre più, tra gli scienziati professionisti, che il pubblico rappresenta una fonte gratis di lavoro gratuito, di abilità, di potere computazionale e anche finanziario non indifferente. Così la scienza ambientale, per poter essere fatta su larga scala, ha e avrà sempre più bisogno della citizen science. L'ultima considerazione è che la CS, per sua struttura e finalità, può beneficiare della condizione che i fondi di ricerca, per esempio la National Science Foundation in USA o il Natural Environment Research Council in Inghilterra, oggi impongono per concedere e assegnare i bandi e per promuovere la presenza di progetti relativi alla scienza. La CS è presente quindi come forma di responsabilità pubblica. Se si vuole continuare a spendere soldi dei contribuenti, dice Silvertown, è nell'interesse proprio degli scienziati assicurarsi che il pubblico apprezzi il valore di quello che sta spendendo. E sicuramente, il modo migliore per il pubblico di capire e apprezzare la scienza è di parteciparvi.

La modernità stessa si fonda su scienza e democrazia, su conoscenza e consenso, sulla partecipazione: i cittadini hanno bisogno degli esperti e la democrazia ha bisogno della scienza, diceva Calamandrei. La citizen science è un modo di avvicinare società e scienza, con tutte le sue critiche e i difetti, ma ha un grande potenziale. Le opportunità che questa «nuova scienza» può creare sono davvero enormi. Si potrebbero sviluppare progetti in modi irrealizzati e finora sconosciuti. Si pensi, per esempio, quando ci sono i disastri naturali o causati dall'uomo, dove occorrono urgenti opportunità di raccolta dati. Nel 2009, l'autorità giamaicana di Water Resource aveva richiesto dei dati sui livelli dell'acqua da luoghi remoti che non potevano essere monitorati subito da equipe. L'Autorità aveva ingaggiato dei volontari che leggessero le misurazioni dei fiumi e determinati luoghi, che servivano a prendere misure di protezione prima delle inondazioni. Oppure si prenda la Famine Early Warnings Systems Network, che assunse persone che monitorassero per raccogliere dati, come precipitazioni o prezzi degli alimenti di base, attorno al mondo, in modo da controllare la sicurezza alimentare. Pensiamo anche alle enormi potenzialità della tecnologia Arduino e delle sue implementazioni ambientali. Si potrebbero rilevare livelli di inquinamento in ogni strada della città, vicino a ogni fabbrica, oppure il livello di potabilità dell'acqua in casa o di tossicità in ogni ambiente. O ancora, si pensi all'importanza di avere la possibilità di appassionare studenti e studentesse delle scuole di ogni età, che portati dagli insegnanti potrebbero toccare con mano cosa significa analizzare la natura, studiare le stelle, parlare con gli scienziati o con chi della ricerca ha fatto la propria vita. O ancora i progetti di citizen science relativi alla salute: quanto potrebbero avvantaggiarsene per esempio le famiglie dei malati di Alzheimer, che si potrebbero riunire in comu-

⁷⁷ Vedi Cerroni e Simonella, cit., p. 176.

⁷⁸ J. Silvertown, «A new dawn for citizen science», *Trends in Ecology and Evolution*, vol. 24, n. 9.

nità virtuali insieme a ricercatori e scienziati? Come potrebbero influire sulla creazione di policy, invece di ritrovarsi in forum tematici online che non sempre sono guidati da istituti ed «esperti» seri e affidabili?

Negli anni Settanta lo slogan adottato dagli attivisti era «Scienza per le persone», *science for people*. Ora si parla di *science by people*, scienza delle persone e, grazie a tutte le condizioni proprie della contemporaneità, le nuove tecnologie, le consapevolezze e le esigenze emergenti, sta diventando un fenomeno distintivo del XXI secolo, da guardare, comunque, con grande fiducia.

Bibliografia e sitografia

- AA.VV. (2008), «Maximum Likelihood Fitting of Tidal Streams with Application to the Sagittarius Dwarf Tidal Tails», *The Astrophysical Journal*, 683 (2), pp. 750-766.
- Beck U. (1991), «Ecological enlightenment: Essays on the politics of the risk society», *Atlantic Highlands*, Humanities Press, NJ.
- Bonney R., Shirk J.L., Phillips T.B., Wiggins A., Ballard H.L., Miller-Rushing A.J., Parrish J.K. (2014), «Citizen Science. Next Steps for Citizen Science. Strategic investments and coordination are needed for citizen science to reach its full potential», *Science*, vol. 343, AAS, 28 march 2014.
- Bourdieu P. (2001), *Il mestiere di scienziato*, Feltrinelli, Milano.
- Cerroni A. e Simonella Z. (2014), *Sociologia della scienza. Capire la scienza per capire la società contemporanea*, Carocci editore, Studi Superiori, Roma.
- Dickinson J.L. and Bonney R. (2012), *Citizen science. Public participation in environmental research*, Cornell University Press, London.
- Lee J., Kladwang W., Lee M., Cantu D., Azizyan M., Kim H., Limpaecher A., Yoon S., Treuille A., Das R. and EteRNA Participants (2013), «RNA design rules from a massive open laboratory», University of Washington, Seattle, WA.
- Lewenstein B.V. (2003), «Models of Public Communication of Science & Technology», *Public Understanding of Science*, 16 June 2003.
- Lewenstein B.V. (2004), «What does citizen science accomplish?», prepared for meeting on citizen science, Draft, 27 May 2004, Paris.
- Pletsch H. (2009), «The Einstein@Home search for periodic gravitational waves in early S5 LIGO data», *LIGO Scientific Collaboration*, 11 maggio 2009.
- Riesch H. e Potter C. (2014), «Citizen Science as seen by Scientists: Methodological, Epistemological and Ethical Dimensions», *Public Understanding of Science*.
- Schawinski K. *et al.* (2011), «Galaxy Zoo 1: data release of morphological classifications for nearly 900.000 galaxies», *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Oxford University Press, Oxford.
- Silvertown J. (2009), «A new dawn for citizen science», *Trends in Ecology and Evolution*, vol. 24, n. 9.
- Socientize (2014), «Green paper on Citizen Science. Citizen Science for Europe», European Commission, 21st January 2014.
- Sullivan B. *et al.* (2013), «The eBird enterprise: An integrated approach to development and application of citizen science», *Biological Conservation*, Elsevier.

ala.org.au
arduino.cc
birds.cornell.edu
boinc.berkeley.edu
brainpop.com/games/citizenscience
ccrec.ucsc.edu
citizenscience.org
citizensciencealliance.org
citizenscienceassociation.org
citsci.org
csmon-life.eu
ebird.org
ebnitalia.it
ecsa.biodiv.naturekundemuseum-berlin.de
epa.gov/region2/citizenscience
eterna.cmu.edu
evolutionmegalab.org
eyewire.org
feederwatch.org
flusurvey.org.uk
fold.it
frogwatch.org
galaxyzoo.org
galileonet.it
gamesforchange.org/play/citizen-science
icehunters.org
kepler.nasa.gov/education/planethunters
kickstarter.com
lhathome.wen.cern.ch
malariacontrol.net
microbio.me/AmericanGut
milkywayproject.org

mlmp.org
moonzoo.org
museonaturalemaremma.it
naturaesocialmapping.it
nature.ca/explore/di-ef/hpwe_cs_e.cfm
naturewatch.ca
oldweather.org
opalexplornature.org
openscientist.org
phylo.cs.mcgill.ca
planetfour.org
planethunters.org
pnas.org
sciencedirect.com/science
sciencegamecenter.org/games/citizen-science
scientificamerican.com/basic-science/biology
scientificamerican.com/citizen-science
scistarter.com
scoop.it/t/citizen-science
seti.org
setiathome.ssl.berkeley.edu
shistarter.com
smartcitizen.me
societyize.com
solarstormwatch.com
thinktank.ac
ucl.ac.uk
ucl.ac.uk/excites
worldwatermonitoringday.org
xerces.org
zooniverse.org