



**Dipartimento di Impresa e Management
Cattedra di Progettazione Organizzativa**

La Citizen science ed i Big Data: benefici e metodi per aumentarne la diffusione

RELATORE

Prof. Luca Giustiniano

CORRELATORE

Prof. Giuseppe Francesco Italiano

CANDIDATA

Martina Frascaria

Matr . 697361

ANNO ACCADEMICO 2017-2018

Indice dei contenuti

CAPITOLO 1: Introduzione	4
CAPITOLO 2: La <i>Citizen science</i>: un fenomeno crescente	9
2.1 Da dove viene e in cosa consiste	9
2.2 Le caratteristiche dei progetti di <i>citizen science</i>	11
2.2.1 I dieci principi di <i>citizen science</i>	14
2.2.2 Le principali fasi di un progetto.....	15
2.2.3 Impatto dell'ICT sulla <i>citizen science</i>	18
2.3 Principali modelli per la classificazione dei progetti	21
2.3.1 Classificare i progetti in base al modello di <i>governance</i>	22
2.3.2 Classificare i progetti in base al livello di coinvolgimento dei volontari	24
2.3.3 Classificare i progetti in base al tipo di attività svolto dai partecipanti	26
2.3.4 Classificare i progetti in base all'approccio ed agli obiettivi.....	26
2.3.5 Classificare i progetti in base a <i>mass participation</i> e <i>degree of investment</i>	30
2.4 Conclusioni	31
CAPITOLO 3: La <i>Citizen science</i> ed i <i>Big Data</i>	34
3.1 I <i>Big Data</i>: definizione	35
3.1.1 Classificazione dei <i>Big Data</i>	37
3.1.2 La “ <i>Big Data Value Chain</i> ”	39
3.1.3 Impatto dei <i>Big Data</i>	40
3.2 La <i>Citizen science</i> ed i <i>Big Data</i>	43
3.2.1 Raccogliere dati nei progetti e collezionare <i>insights</i> aggiuntivi	44
3.2.2 La qualità dei dati.....	48
3.2.3 La quantità dei dati.....	51
3.3 Due <i>case study</i>: “enviroCar” e “eBird”	53
3.3.1 “enviroCar”: collezionare <i>insights</i> aggiuntivi.....	53
3.3.2 “eBird”: gestire la quantità e la qualità dei dati	54
3.4 Conclusioni	57
CAPITOLO 4: Motivare i <i>citizens</i> per ottenere maggiori quantità di dati	59
4.1 Le principali teorie della motivazione	59
4.1.1 Motivazioni e volontariato	60
4.1.2 Motivazioni e “ <i>community involvement</i> ”	61
4.1.3 Motivazioni intrinseche ed estrinseche.....	61
4.1.4 Motivazioni a partecipare nei movimenti sociali.....	61
4.1.5 Due <i>case study</i> sulle motivazioni: Foldit e Galaxy Zoo	62
<i>Foldit</i>	62

<i>Galaxy Zoo</i>	64
4.2 Incrementare le motivazioni: <i>gamification</i>, interazioni sociali e <i>rewards</i>	65
4.2.1 La “ <i>Gamification</i> ”	66
4.2.2 Le “ <i>social interactions</i> ”	67
4.2.3 I “ <i>rewards</i> ”	69
4.3 Evoluzione temporale delle motivazioni ed <i>engagement</i>	71
4.3.1 Motivazioni nel breve e nel lungo termine	71
4.3.2 Classificazione dei <i>citizens</i> in base ai profili di <i>engagement</i>	73
4.4 Conclusioni	75
CAPITOLO 5: Conclusioni	77
Bibliografia	84
Riassunto dell’elaborato	96

CAPITOLO 1: Introduzione

Negli ultimi venti anni il mondo è stato interessato da una rapida e profonda trasformazione che ha coinvolto tutti i settori della vita sociale, da quello del commercio a quello produttivo, dell'informazione, della pubblicità, della politica e così via. L'affermazione delle *Innovation and Communication Technology* (ICT), sulla spinta di una globalizzazione non più confinata al mondo produttivo ed economico ma sempre più socialmente includente, ha rivestito un ruolo determinante nell'imporre nuove modalità di comunicazione nelle quali la connessione e la condivisione *online* giocano un ruolo decisivo. La possibilità di poter rapidamente e continuamente condividere idee, emozioni e conoscenze con un numero enorme di persone (conosciute e non) superando le barriere geografiche, temporali e sociali del preesistente modello comunicativo, ha determinato una vera e propria rivoluzione culturale e sociale, coinvolgendo praticamente tutti, senza grandi distinzioni di età, sesso, stato sociale etc.

Un così imponente e rapido sconvolgimento del modo di comunicare non poteva non interessare la comunità scientifica, da sempre sistematicamente ed istituzionalmente vocata alla divulgazione, condivisione e confronto dei risultati della sua attività di studio e ricerca.

In tale ottica è possibile inquadrare e comprendere facilmente l'evoluzione della *Citizen Science*: fenomeno dalle radici "*antiche*" risalenti ai primi anni del XIX secolo, ma che da qualche decennio, parallelamente all'avvento e all'affermazione della rete *Internet*, che ne ha esaltato e ampliato le potenzialità, sta attirando un crescente interesse da parte del mondo della ricerca.

Una "*scienza democratica*" secondo la sintetica e rappresentativa definizione di Irwin (1995) che, pur nel diverso livello di coinvolgimento dei *citizens* (da semplici raccoglitori più o meno consapevoli di informazioni a ruoli di maggior peso ed importanza che ne prevedono la partecipazione anche nelle fasi di analisi ed interpretazione dei dati), non può prescindere dalla loro partecipazione. Quest'ultimo aspetto innesca tra l'altro un processo di vera e propria alfabetizzazione scientifica, un *learning by doing* che combina l'attività di ricerca con l'educazione e la sensibilizzazione dei contributori (e non) nei confronti dei temi trattati. La originaria vocazione naturalistica del *Christmas Bird-Census*, antesignano del *Birdwatching* che prevedeva il censimento di volatili ed altra selvaggina, dovuta all'ornitologo F.M. Chapman e risalente ai primi anni del '900 si è, quindi, profondamente trasformata assumendo negli anni la connotazione, le caratteristiche e il rigore di una vera e propria attività di ricerca scientifica, che può essere indirizzata nei più svariati campi:

- **Biologia:** dalla classificazione dei pipistrelli sulla base dei versi emessi (progetto "*Bat Detective*"), alla osservazione e ripresa fotografica di uccelli selvatici (progetto "*eBird*"), alla registrazione della frequenza con cui gli insetti impollinano i vari fiori ("*Great Sunflower Project*") agli avvistamenti di uccelli in periodi di 15 minuti ("*Great Backyard Count*"), etc.;
- **Climatologia:** ad esempio osservazione e classificazione dei cicloni e delle tempeste (progetto "*Cyclone Center*"), etc.;

- **Genetica:** dalla identificazione e annotazione di biomolecole con effetti positivi (progetto “*Connect2 Decode: Cheminformatics and chemical mining*”), alla annotazione dei geni del *Mycobacterium tuberculosis* (progetto “*Connect2Decode (C2D)*”), etc.;
- **Astronomia:** dalla ispezione delle immagini satellitari della Luna e la segnalazione dei suoi crateri (“*Moon Zoo*”), alla ispezione e classificazione delle immagini delle galassie (“*Galaxy Zoo*”), alla ispezione di immagini del telescopio ed identificazione di possibili obiettivi per la missione spaziale *New Horizons* (progetto “*Ice Hunters*”), alla ispezione e classificazione delle macchie solari (“*Sun lab*”), etc.

nonché nella zoologia, nella paleontologia, matematica e così via.

Numerose risultano, comunque, anche le collaborazioni di noti istituti di ricerca con alcune piattaforme impegnate in diversi progetti di *citizen science*. Tra queste si evidenziano il caso del *Citizen Cyberscience Centre*, che vanta *partnership* con il CERN (l’Istituto delle Nazioni Unite per la Formazione e la Ricerca e l’Università di Ginevra) e la OPAL (Open Air Laboratories), che svolge la sua attività di ricerca sotto il controllo dell’Imperial College di Londra e del Museo di Storia Naturale del Regno Unito (Science Europe, 2018). In proposito, circa la diffusione e l’organizzazione della *Citizen Science* a livello internazionale, in Europa è attiva la ECSA (“*European Citizen Science Association*”), una associazione senza scopo di lucro nata con l’obiettivo di sostenere ed incoraggiare la scienza in più di 28 paesi. In Italia risale al 2015 la costituzione del gruppo “*Citizen Science Italy*” con l’obiettivo di incoraggiare lo sviluppo di questa particolare forma di scienza, più lento rispetto a quello di altri Paesi Europei come il Regno Unito, ed extraeuropei, come gli Stati Uniti dove le attività di *Citizen science* sono coordinate dalla “*Federal Community of Practice for Crowdsourcing and Citizen Science*” (CCS) (Science Europe, 2018).

Non a caso appartengono a piattaforme originarie di questi Paesi alcuni dei progetti di *Citizen science* che hanno ottenuto maggiore successo, in termini di numero di contributori coinvolti e di risultati ottenuti. È questo il caso del progetto “*Galaxy Zoo*” ([https:// www. galaxyzoo.org/](https://www.galaxyzoo.org/)), una ricerca astronomica citata più volte all’interno della presente trattazione che, lanciata nel luglio 2007 allo scopo di classificare le immagini *online* di oltre 930.000 galassie, grazie anche alla pubblicità dell’iniziativa veicolata attraverso la radio e il sito web della BBC, ha coinvolto fin dalle prime settimane decine di migliaia di volontari raggiungendo nell’aprile del 2009 oltre 100 milioni di classificazioni (Science Europe, 2018). Proprio in riferimento a detto progetto si ha, inoltre, modo di apprezzare altri due aspetti positivi peculiari della *citizen science*:

Il primo, che attiene alla attendibilità dei risultati conseguiti connessa all’elevato numero delle informazioni raccolte, deriva, nel caso di specie, dalle ripetute uguali classificazioni delle immagini delle galassie da parte di più partecipanti che validando in tal modo reciprocamente le loro attività individuali, accreditano *in toto* la validità scientifica del progetto, accrescendone la credibilità e, allo stesso tempo, incoraggiando gli *scientists* ad attingere dai dati raccolti ed a produrre (come nel caso del progetto “*Galaxy zoo*”) numerose pubblicazioni.

Relativamente al secondo aspetto, si evidenzia come proprio mettendo assieme ed elaborando i

numerosi contributi dei singoli cittadini partecipanti sia stato possibile per gli *scientists* partecipanti a “*Galaxy zoo*” scoprire il primo pianeta orbitante intorno ad un sistema stellare quadruplo, denominato “*30 Arietis*” e distante circa 136 anni luce dalla Terra (Science Europe,2018). L’ esempio di cui sopra evidenzia come questi progetti possano essere considerati un mezzo efficace per ottenere *valuable insights*, cioè creare valore aggiunto estrapolando dalla grande quantità di dati raccolti dai contributori, interessanti intuizioni e spunti in grado di stimolare la curiosità degli *scientist* e di condurli a scoperte non perseguite o addirittura inattese.

Indubbiamente la economicità del reperimento di enormi quantità di dati utili alla ricerca nonché, nelle sue applicazioni più articolate e complesse, della loro elaborazione operata da *citizens* sempre più preparati e propositivi hanno rappresentato un formidabile volano per la *Citizen Science* e costituiscono tuttora un forte attrattore nei suoi confronti da parte di tutta la comunità scientifica.

In particolare, proprio alla partecipazione più attiva e “critica” dei *contributors* alle attività di ricerca si deve la valorizzazione delle reali potenzialità della *Citizen science*, non più relegata alla fase della mera raccolta e catalogazione degli aspetti scientifici indagati, ma piuttosto coinvolta nelle problematiche di selezione e di valutazione dei dati reperiti, nonché nella loro elaborazione.

Chiaramente i progetti di *Citizen science* sono stati diversamente classificati utilizzando diversi criteri, come:

- a. il modello di *governance* (Bowser, Shilton, Preece & Warrick,2017);
- b. il livello di coinvolgimento dei volontari (Haklay,2015);
- c. il tipo di attività svolto dai partecipanti (Bonney, Phillips, Ballard & Enck ,2016);
- d. le finalità del progetto (Wiggins & Crowston,2011);
- e. la *mass participation* ed il *degree of investment* (Roy et al.,2012).

Benché la *citizen science*, rispetto alle tradizionali attività dei ricercatori “professionali”, paghi lo scotto di una minore credibilità generale, nel complesso essa viene, tuttavia, generalmente apprezzata e incoraggiata anche dai cittadini non partecipanti in particolare laddove affronta temi di più ampio impatto sociale (inquinamento ambientale, monitoraggio specie animali e vegetali a rischio di estinzione etc.). Prendendo ad esempio la classificazione basata sul livello di coinvolgimento dei partecipanti (b), è interessante notare come l’attività dei *citizens* si è nel tempo qualificata fino a quella propositiva di completa gestione della ricerca nella fattispecie di progetti conosciuta come *Community / Civic science*. Un sintetico ma esaustivo *excursus* relativo ai temi sin qui accennati con particolare riferimento a quelli della classificazione e della metodologia dei progetti di *Citizen science* è rinvenibile al Capitolo due del presente elaborato.

Dopo aver fornito una definizione del concetto di *Big Data*, delle peculiarità che li caratterizzano (*Volume, Variety, Velocity, Veracity, Value*) e della rilevanza (Curry,2016; Chen, Mao & Liu, 2014; Tiwari, Wee & Daryanto,2018; Côte-Real, Oliveira, & Ruivo, 2017; Kiron & Shockley ,2011; Müller, Fay & vom Brocke ,2018) che hanno per le organizzazioni che riescono, attraverso le fasi della *Big Data Value Chain*, a creare valore dal flusso indistinto e non strutturato di informazioni rilevate, il Capitolo tre della presente trattazione si pone l’obiettivo di indagare il legame tra *Citizen science* e *Big Data*. Il flusso incessante di dati

generati continuamente da *smartphone* e altri *mobile device* sottopone le organizzazioni ad una grande sfida: riuscire ad interpretare un'enorme quantità di dati non strutturati e provenienti da un'ampia varietà di fonti per creare valore, sfruttando nuove opportunità emergenti. Allo stesso tempo, la grande diffusione di *smartphone* dotati di un'ampia varietà sensori (come sensori di prossimità, fotocamera, microfono, sensori GPS) permette ai *citizen scientists* di rilevare non solo i dati strettamente legati alla ricerca scientifica ed all'oggetto del progetto, ma anche un'enorme mole di informazioni generate "implicitamente" durante le interazioni sociali che, se opportunamente integrate, possono portare a scoperte inaspettate. Questa possibilità rappresenta una nuova opportunità per la *citizen science*. Certamente, affinché sia possibile estrapolare *insights*, ma anche più in generale, per garantire la riuscita del progetto scientifico, deve essere assicurata una grande quantità di dati di qualità: si instaura quindi un *trade-off* tra qualità e quantità dei contributi.

L'ultimo tema indagato è quello che attiene alla problematica motivazionale connessa alla partecipazione dei *citizens*: trattandosi, infatti, di attività che abbracciano periodi temporali anche di lunga durata, oltre alla necessità di attirare inizialmente i partecipanti, si pone il problema di mantenere ingaggiati i *citizens* per tutta la durata del progetto, assicurando una "*long term participation*" mirata alla raccolta ed elaborazione di contributi di qualità.

A tal fine risulta utile adattare al contesto della *Citizen science* le principali teorie motivazionali legate al volontariato (Clary et al. 1998), al *community involvement* (Batson et al. 2002), alla distinzione tra motivazioni intrinseche ed estrinseche (Ryan & Deci, 2000) ed ai movimenti sociali (Klandermans, 2003), in modo da inquadrare le motivazioni che spingono gli individui a scegliere di partecipare anche facendo riferimento a due *case study* ("*Foldit*" e "*Galaxy Zoo*").

Come riferito da Cappa et al. (2016) l'esiguo numero di partecipanti e/o la scarsa durata del loro *engagement* continuano ad essere una frequente causa del fallimento di numerosi progetti di *Citizen science*, quindi è stato analizzato l'effetto positivo che la *gamification*, le *social interaction* e l'utilizzo dei *rewards* (intesi come incentivi monetari e riconoscimento pubblico *online*) hanno sulle motivazioni, evidenziando il potenziale di questi tre strumenti per garantire non solo un *engagement* duraturo e affidabile, ma anche contributi innovativi e di rilievo. Inoltre, partendo dall'intuizione di Rotman et al. (2014) è stato dimostrato che le motivazioni iniziali a partecipare (primo tra tutti l'interesse personale) differiscono da quelle responsabili della "*long term participation*", fortemente influenzata dalle relazioni interne (che si instaurano tra i singoli volontari o tra volontari e scienziati) e dalle relazioni esterne (che si creano con i soggetti estranei al perimetro del progetto). Infine, attraverso l'adozione delle metriche proposte da Aristeidou et al. (2017) per misurare l'*engagement* dei *citizens* sulla base, ad esempio, del lasso di tempo in cui i *contributors* rimangono legati al progetto e della loro partecipazione più o meno attiva all'interno dello stesso, si è fornita una classificazione dei partecipanti in cinque "*engagement profile*".

Le notevoli potenzialità della *Citizen science* nella generazione e diffusione della conoscenza offrono rilevanti applicazioni (non solo in ambito scientifico/naturalistico ma anche attinenti alla realtà economica, sociale e politica) e rappresentano il valido presupposto per una sua futura più intensa applicazione anche in questi campi. In considerazione di tutto quanto sin qui argomentato, l'obiettivo del presente elaborato è, quindi, quello di fornire uno strumento agile che consenta, attraverso la descrizione sintetica ma organica di questa innovativa tipologia di ricerca, di rimarcare le peculiarità positive e le principali criticità per i ricercatori ed i cittadini e di evidenziarne le metodologie attraverso le quali è possibile motivare maggiormente i cittadini a parteciparvi.

Il grande valore della *citizen science*, infatti, non è solo quello di portare avanti, attraverso il contributo dei citizens, progetti di ricerca che necessitano della collezione e dell'analisi di numerosi dati: l'attività dei *citizens* può rivelarsi anche un valido strumento per collezionare *Big Data* che, se ben interpretati possono essere la fonte di ulteriori *insights* per i ricercatori ed i *policy makers*.

CAPITOLO 2: La *Citizen science*: un fenomeno crescente

Lo scorso decennio è stato caratterizzato da una rapida evoluzione del modo in cui le persone esterne agli istituti di ricerca pubblici e privati possono partecipare alle ricerche scientifiche. Per comprendere la portata di questo cambiamento, basti pensare che dal 2007 al 2014 oltre un milione di persone hanno partecipato alla classificazione di immagini di galassie, alla trascrizione di alcuni diari risalenti alla prima Guerra Mondiale, all'identificazione di diverse specie animali, alla raccolta ed all'analisi di dati interessanti per i più disparati campi della ricerca scientifica, ecologica ed ambientale (Hacklay, 2015). La crescente collaborazione tra i membri del pubblico e la scienza per la produzione di accurati dati scientifici in modo abbastanza rapido ed economico ha dato origine ad una vera e propria forma di *open innovation* che, sollecitando la partecipazione civica a tutti i livelli, è in grado di generare nuove forme di *knowledge* e di rispondere a specifiche questioni scientifiche (Bowser & Shanley, 2013).

“*Citizen science*” è il termine comunemente utilizzato per denominare questa collaborazione tra scienziati e persone di ogni ceto sociale, che nel tempo ha ricevuto un forte riconoscimento da parte dei *media* e dei ricercatori (Hacklay, 2015). Nel primo paragrafo di questo capitolo verrà esposto un breve *excursus* storico per comprendere l'evoluzione del concetto di *citizen science*, la sua connotazione attuale ed i dieci principi che la definiscono. Successivamente, il secondo paragrafo si concentrerà sulla descrizione del metodo tipico dei progetti di *citizen science*, evidenziando nel contempo come il progresso tecnologico degli ultimi decenni abbia contribuito a plasmare le diverse fasi che si susseguono nei progetti di questo tipo. Infine, il terzo paragrafo offrirà una raccolta dei principali modelli di *citizen science*, che saranno classificati in base a cinque criteri (modello di *governance*, livello di coinvolgimento dei volontari, tipo di attività svolto dai partecipanti, approccio ed obiettivi, partecipazione di massa e grado di investimento).

2.1 Da dove viene e in cosa consiste

Nei dizionari, nelle enciclopedie e nelle pubblicazioni accademiche è possibile riscontrare diverse interpretazioni del concetto di *Citizen science*, definito dall' Oxford English Dictionary (OED) come " *lavoro scientifico intrapreso da membri del pubblico in generale, spesso in collaborazione con o sotto la direzione di professionisti scienziati e istituzioni scientifiche*" (Eitzel et al., 2017). Questa definizione è abbastanza recente e venne inserita nell'OED nel 2014, ma alcuni aspetti della *Citizen science* discendono dalle osservazioni meteorologiche e naturalistiche dei primi tempi della scienza moderna. Infatti, prima della creazione di istituzioni dedicate alla ricerca scientifica (come ad esempio la Royal Society nel 1660) ad occuparsi dei progetti scientifici erano prevalentemente scienziati “*non professionisti*”.

Durante il XIX secolo, con l'avvento e la successiva crescita della scienza come istituzione consolidata, la partecipazione degli *amateurs* subì un arresto e si limitò ai campi della meteorologia e della natura. È nell'ultimo decennio del XX secolo che si assiste ad un'evoluzione della capacità del pubblico di contribuire ai progetti scientifici, sostenuta dai forti cambiamenti sociali e tecnologici, primo tra tutti l'aumento dei livelli

di istruzione (Hacklay, 2015). Questa nuova forma di coinvolgimento pubblico nella scienza prende il nome di *Citizen science* e differisce sia qualitativamente che quantitativamente dalla sua forma storica, in quanto è un'attività potenzialmente disponibile a tutti, non solo a pochi privilegiati (Silvertown, 2009).

La prima iniziativa di questo tipo risale al 1900, quando l'ornitologo Frank M. Chapman propose sulla sua rivista "*Bird-Lore*" di sostituire il tradizionale "*Christmas Side Hunt*" (un evento diffuso in Nord America in cui i partecipanti si sfidavano sul numero di uccelli ed animali selvatici che riuscivano ad uccidere durante il giorno di Natale) con il lancio di un nuovo evento, il *Christmas Bird-Census*, che si proponeva di contare gli animali anziché dargli la caccia (Allan & Redden, 2017). In quest'occasione, Chapman collaborò con alcuni volontari presenti in venticinque siti del Nord-est degli USA (ognuno dei quali ricopriva un'area circolare di quindici miglia) con l'obiettivo di contare il numero di uccelli e di raccogliere dettagli sulle specie animali. Negli anni successivi il "*Christmas Bird-Census*" si diffuse rapidamente nel resto del Paese (Centro e Sud America, Canada, Caraibi ed alcune isole del Pacifico), sostenuto dalla "*National Audubon society*" e dal "*Bird-Lore magazine*", successivamente rinominato "*Audubon*". Per comprendere la rilevanza che questo evento ha ancora oggi, basti pensare che nel 2015-2016 il *Christmas Bird Count* ha permesso a 76669 osservatori appartenenti a 2505 circoli di conteggio di registrare quasi 59 milioni di uccelli di 2607 specie diverse (Allan & Redden, 2017).

In realtà, l'introduzione del termine *Citizen science* per descrivere questo tipo di progetti non deriva dall'iniziativa di Chapman del 1900, ma da una successiva campagna della *Audubon Society* del 1989, alla quale parteciparono 225 volontari americani con l'obiettivo di aumentare la consapevolezza sulle piogge acide, raccogliendo campioni di pioggia e controllandone l'acidità (Hacklay, 2015). Successivamente, negli anni Novanta questo termine venne utilizzato in Inghilterra dal sociologo Alan Irwin per enfatizzare la responsabilità della scienza nei confronti della società e negli USA dall'ornitologo Rick Bonney per descrivere il contributo dei *citizens* alle osservazioni ed i loro sforzi verso le iniziative scientifiche (Science Europe, 2018). Iniziative che, nello scorso decennio, sono state protagoniste di un rapido aumento nel numero e nella portata, estendendo il concetto di *citizen science* ad una serie di pratiche sempre più originali (Hacklay, 2015).

Fino al 2005, però, mancava una appropriata definizione di *Citizen science* e fu Wikipedia a esplicitare il termine ed a evidenziarne l'ambito applicativo, definendolo come "*un progetto che mira a fare scoperte scientifiche, verificare ipotesi scientifiche o raccogliere dati utilizzabili a fini scientifici e che coinvolge un gran numero di persone, molte delle quali non hanno una formazione scientifica*" (Hacklay, 2015). Infine, nel 2014 il termine venne accettato ed introdotto nell'*Oxford English Dictionary* nell'accezione che conosciamo oggi¹.

La definizione inserita nell'OED coglie perfettamente alcuni aspetti della *Citizen science* descrivendola come uno strumento che permette ai ricercatori provenienti da diverse discipline di porre dei problemi e di risolverli attraverso il valido contributo della comunità. Spesso si tratta di progetti che si sviluppano su grandi

¹ "*lavoro scientifico intrapreso da membri del pubblico in generale, spesso in collaborazione con o sotto la direzione di professionisti scienziati e istituzioni scientifiche*" (Hacklay, 2015)

aree geografiche e per lunghi intervalli di tempo, ma può riguardare anche il lavoro *online* svolto da milioni di persone che, ad esempio classificando ed etichettando le immagini, aiutano a gestire progetti che coinvolgono enormi quantità di dati (Bonney, Cooper & Ballard, 2016). Pur essendo un buon punto di partenza, secondo Eitzel et al. (2017) questa definizione non riesce a prendere in considerazione il senso più ampio del termine, che può essere sviluppato seguendo due principali filoni (Cooper & Lawenstein, 2016):

- “*Democratic Citizen science*” che, partendo dalla definizione di Irwin (1995), sottolinea la responsabilità della scienza nei confronti della società (Eitzel et al., 2017)
- “*Participatory Citizen science*” che, partendo dalla definizione di Bonney (1996), la considera come una pratica attraverso cui le persone collaborano con le istituzioni scientifiche facendo osservazioni ed altre opere.

Le diverse interpretazioni che nel Regno Unito (Irwin,1995) e negli USA (Bonney,1996) sono state date al concetto di *citizen science* derivano dalla tendenza nel promuovere, attraverso questi progetti, le scienze sociali o naturali. In particolare seguendo la tradizione di Irwin (1995), gli scienziati sociali collegano al concetto di *citizen science* tutte le loro speranze ed aspirazioni di un impegno che dia uguale voce alla collettività ed agli esperti e che dimostri che il divario tra la scienza e la società non è rigido come potrebbe sembrare (Riesch & Potter, 2014). In contrasto, altri studiosi seguendo la visione di Bonney (1996) riconoscono che la *citizen science* può essere interpretata come un più o meno tradizionale coinvolgimento della collettività che ha il valore aggiunto di trasmettere conoscenze e competenze scientifiche, ma per il resto lontano dalle aspirazioni democratiche di Irwin (Riesch & Potter, 2014).In particolare, la *Citizen science* include una grande varietà di progetti nei quali i volontari (da soli o in *team*) sono coinvolti in attività che vanno oltre la semplice analisi e raccolta dei dati: non solo progetti *ecologically-focused* ma anche *human-focused*, che possono nascere da questioni sollevate dalle comunità ed essere sviluppati con o senza la collaborazione dei ricercatori (Bonney et al., 2016).

Per questi motivi, la definizione dell’OED dovrebbe essere arricchita per evidenziare la diversità, la scala ed il valore dei progetti scientifici appartenenti ai due filoni, enfatizzando allo stesso tempo l’interpretazione della *citizen science* come uno strumento che incoraggia l’impegno democratico delle persone con l’obiettivo di far progredire la scienza e di risolvere i più complessi problemi della società moderna (Eitzel et al., 2017).

2.2 Le caratteristiche dei progetti di *citizen science*

Questo paragrafo inizia con la definizione dei due possibili ruoli che possono essere rivestiti dagli individui coinvolti nei progetti di *citizen science* (*scientists* o *citizens*) per poi confrontare tra di loro gli approcci di Cooper et al. (Cooper, Dickinson, Phillips & Bonney, 2007), Wilderman et al. (Wilderman, McEver, Bonney & Dickinson, 2007) e Bonney et al., che differiscono per la scelta di limitare il coinvolgimento dei *citizens* solo ad alcune fasi del processo di ricerca scientifica piuttosto che collaborare con loro in tutti gli stadi del progetto. Successivamente verrà riportato il metodo che generalmente viene seguito

nei progetti di *citizen science* e verranno descritte le fasi che lo definiscono, facendo particolare attenzione a come queste siano state modificate dall'avvento del progresso tecnologico.

Come già anticipato esistono diversi tipi di *citizen science* e, prima di poter descrivere le fasi che caratterizzano l'elaborazione e lo sviluppo dei progetti, è utile specificare quali sono i due ruoli che possono essere rivestiti dagli individui coinvolti e le rispettive peculiarità. I partecipanti ai progetti di *citizen science* si dividono in due diverse categorie: gli “*scientists*” ed i “*citizens*”. Gli *scientists* sono spesso i *leader* del progetto e possono essere definiti con una serie di termini, enfatizzando di volta in volta la loro professione (come ad esempio “*professional scientist*”), il loro impiego in un'istituzione accademica o in un'organizzazione non governativa (“*institutional scientist*”), la loro formazione scientifica (“*trained scientist*”), la loro volontà di creare opportunità per un maggiore impegno civico (“*civic educators scientist*”) etc. (Eitzel et al., 2017). Data la grande varietà di termini utilizzati per identificare questa categoria di individui, risulta evidente che non esiste una definizione univoca e, attraverso un'analisi più dettagliata, emergono facilmente le criticità di ognuna di queste definizioni. Ad esempio non è corretto utilizzare il termine “*professional scientist*” nelle situazioni in cui i *citizens* sono pagati per collaborare o sono dei professionisti in altri campi; “*institutional scientist*” non è appropriato per identificare gli scienziati se questi lavorano in un'azienda o come consulenti privati ed infine non è detto che lo scienziato alla guida del progetto abbia una formazione scientifica, in quanto potrebbe addirittura non avere alcuna qualifica universitaria (Eitzel et al., 2017).

La seconda categoria di individui coinvolti nei progetti è quella dei *citizens*, identificati anche come “*volunteers*”, “*amateurs*”, “*collaborators*”, “*participants*”, “*community researchers*”. Essere “*cittadino*” di uno Stato nell'accezione più elementare del termine significa “*essere un membro della collettività di un'area geografica ben definita*” (Eitzel et al., 2017), tuttavia è necessario esplicitare in modo più dettagliato il significato che questa definizione assume quando viene usata nel contesto dei progetti di *citizen science*. I *citizens*, infatti, sono attivamente coinvolti in uno o più aspetti del processo di ricerca (come ad esempio la *research design*, la raccolta dei dati, il reclutamento dei partecipanti, l'analisi, l'interpretazione e la pubblicazione dei dati (Riesch & Potter, 2014)) ed hanno l'opportunità di assistere la ricerca scientifica imparando di più sui metodi e sulle teorie scientifiche. A differenza degli scienziati, i *citizens* non sono ricercatori professionisti, anche se, in alcuni casi, possono essere formati attraverso particolari forme di *training* o essere pagati per il loro contributo (Resnik, Elliott & Miller, 2015). Quindi, nel definire i *citizens* ci si può imbattere in termini che ne sminuiscono il contributo (come “*non-academic*”, “*non-scientist*” o “*amateurs*”); che evidenziano l'esistenza di un obiettivo di ricerca comune (come “*collaborators*”, “*participants*” e “*community member*”) o, addirittura, nei casi più estremi, la parola con cui i partecipanti si identificano viene scelta con l'obiettivo di segnalare l'appartenenza ad uno specifico progetto (ad esempio “*Zooties*” per i partecipanti al progetto “*Zooniverse*”) (Eitzel et al., 2017). In sintesi, risulta evidente che esiste una grande varietà di possibili termini per definire le due categorie di partecipanti coinvolti (*scientists* e *citizens*) e ognuno dei vocaboli sopra elencati potrebbe essere appropriato per definire uno specifico progetto ma inadatto per un'iniziativa differente. Nonostante le numerose connotazioni che ciascuno dei due termini

può assumere, nel corso della presente trattazione per far riferimento alle due macro categorie di individui si utilizzeranno i termini più generali “*scientists*” e “*citizens*”.

La distinzione tra esperti e non esperti, generalmente basata sull’ottenimento di particolari requisiti attraverso forme di *training*, è determinante nell’esaminare i diversi approcci utilizzati per coinvolgere il pubblico nella ricerca (Wiggins & Crowston, 2011). Ognuno di questi approcci è caratterizzato da un livello di dettaglio diverso ed esamina la partecipazione dei volontari in base al loro coinvolgimento nelle diverse fasi della ricerca scientifica (Wiggins & Crowston, 2011). In questa sede verranno esaminati gli approcci teorizzati da Cooper et al. (2007), Wilderman (2007) e Bonney et al. (2009), messi a confronto dalla TABELLA 2.1.

Stage of Inquiry	Cooper et al.	Wilderman	Bonney et al.	Contributory	Collaborative	Co-created
Define question	✓	✓	✓			X
Gather information			✓			X
Develop hypotheses			✓			X
Design study	✓	✓	✓		(X)	X
Data collection	✓	✓	✓	X	X	X
Analyze samples		✓	✓		X	X
Analyze data	✓		✓	(X)	X	X
Interpret data	✓	✓	✓		(X)	X
Draw conclusions	✓		✓		(X)	X
Disseminate results			✓	(X)	(X)	X
Discuss results & ask new questions			✓			X

VOLUNTEER INVOLVEMENT IN ENVIRONMENTAL SCIENCE TYPOLOGIES, WITH DEFINITIONS OF PARTICIPATORY SCIENCE MODELS. ✓ = INCLUDED IN MODEL; X = PUBLIC INCLUDED; (X) = PUBLIC SOMETIMES INCLUDED.

TABELLA 2.1: Confronto tra gli approcci di Cooper et al., Wilderman e Bonney et al. sul coinvolgimento dei partecipanti nei diversi “stage of Inquiry”

Fonte: Wiggins & Crowston (2011)

La colonna “*stage of inquiry*” elenca le fasi che caratterizzano una ricerca scientifica, mentre le spunte presenti sulle successive colonne a destra servono per indicare in quali fasi, secondo i tre approcci, possono essere coinvolti o meno i “*non- experts*”. Cooper et al. (2007) analizzano l’evoluzione del modello tradizionale di ricerca scientifica includendo la partecipazione dei volontari non esperti nelle fasi precedentemente riservate unicamente agli scienziati professionisti. Così facendo, si passa dal “*citizen science research model*” in cui i *public participants* per risolvere i problemi scientifici avanzati dagli scienziati partecipano solo nella raccolta dei dati (su ampie aree geografiche e per lunghi periodi di tempo) a modelli più complessi, caratterizzati da una crescente partecipazione dei volontari nelle diverse fasi. Per Cooper et al. (2007) il punto di arrivo è il *Participatory action research model* che, come mostra la tabella, prevede il coinvolgimento dei partecipanti in quasi tutte le fasi del processo scientifico. Un aspetto rilevante di questo modello è la scelta di valutare anche la *management action*, il *geographic scope of the project*, la *research priority* e l’*education priority*.

Il secondo approccio sintetizzato dalla tabella è quello proposto da Wilderman (2007) e viene definito “*Community-based*” o “*Participatory Research Model*” in quanto prevede il coinvolgimento della *community* nelle fasi di elaborazione del problema, analisi del progetto, raccolta dei dati, analisi dei campioni ed interpretazione dei dati. Infine Bonney et al. (2009) propongono un modello dettagliato che prevede la classificazione dei progetti di *citizen science* in “*contributory*”, “*collaborative*” e “*co-created*” in base alla scelta di coinvolgere o meno i *contributors* nelle varie fasi. Come si può notare osservando la TABELLA 2.1, nei modelli *co-created* la collettività può essere coinvolta in tutte le fasi della ricerca scientifica, dall’elaborazione del problema fino al dibattito sui risultati.

2.2.1 I dieci principi di *citizen science*

Affinché si parli di *citizen science* è necessario specificare a cosa servono e per cosa saranno utilizzati i campioni biologici, il lavoro ed i dati raccolti dai partecipanti in quanto anche la trasparenza ed il consenso informato sono due elementi imprescindibili per definire il perimetro di questa particolare forma di ricerca scientifica (Eitzel et al., 2017). A ciò si aggiungono i dieci principi redatti dall’ “*European Citizen science Association*”, che definiscono gli impegni di coloro che prendono parte ai progetti di *citizen science* (Eitzel et al., 2017):

1. I progetti di *citizen science* coinvolgono attivamente i cittadini in attività scientifiche che generano nuova conoscenza o comprensione: i cittadini possono agire come contributori, collaboratori o responsabili di progetto e ricoprono un ruolo significativo nel progetto (Sforzi, 2015).
2. I progetti di *citizen science* producono un risultato scientifico originale: ad esempio, fornire una risposta ad un quesito di ricerca o mettere in pratica azioni di conservazione, decisioni gestionali o politiche ambientali (Sforzi, 2015).
3. Sia gli scienziati professionisti sia i cittadini coinvolti traggono vantaggio dal prendere parte ai progetti di *citizen science*: i vantaggi possono includere la pubblicazione dei risultati di una ricerca, opportunità di apprendimento, piacere personale, benefici sociali, soddisfazione per aver contribuito a fornire una evidenza scientifica (ad esempio possono trovare risposte a questioni di rilevanza locale, nazionale e internazionale e, attraverso queste, avere l’opportunità di influire sulle politiche di settore) (Sforzi, 2015).
4. Le persone coinvolte in progetti di *citizen science* possono, se vogliono, prendere parte a più fasi del processo scientifico: questo può includere lo sviluppo di quesiti di ricerca, mettere a punto un metodo, raccogliere e analizzare dati e comunicare i risultati (Sforzi, 2015).
5. Le persone coinvolte in progetti di *citizen science* ricevono dei *feedback*: ad esempio, come i dati raccolti vengono utilizzati e quali sono i risultati nel campo della ricerca, ma anche in quello politico e sociale (Sforzi, 2015).
6. La *citizen science* è considerata una metodologia di ricerca come qualunque altra, con limiti e margini di errore che devono essere considerati e tenuti sotto controllo. Tuttavia a differenza delle metodologie

tradizionali di ricerca, la *citizen science* fornisce opportunità di un ampio coinvolgimento del pubblico e di democraticizzazione della scienza (Sforzi, 2015).

7. Dati e metadati provenienti dai progetti di *citizen science* sono resi pubblicamente disponibili e, ove possibile, i risultati sono pubblicati in un formato di libero accesso (*open access*). La condivisione dei dati può avvenire durante o dopo il progetto, a meno che esistano motivi di sicurezza o *privacy* che lo impediscano (Sforzi, 2015).
8. Il contributo delle persone coinvolte in progetti di *citizen science* viene riconosciuto ufficialmente nei risultati dei progetti e nelle pubblicazioni (Sforzi, 2015).
9. I programmi di *citizen science* vengono valutati per il loro risultato scientifico, per la qualità dei dati, l'esperienza dei partecipanti e l'ampiezza dell'impatto sociale e sulle politiche di settore (Sforzi, 2015).
10. I responsabili dei progetti di *citizen science* prendono in considerazione aspetti legali ed etici relativi a *copyright*, proprietà intellettuale, accordi sulla condivisione dei dati, confidenzialità, attribuzione e impatto ambientale di ogni attività (Sforzi, 2015).

Questi dieci principi permettono di equiparare il contributo dei partecipanti non professionisti a quello degli scienziati professionisti per quanto concerne l'elaborazione, lo sviluppo, l'interpretazione e la pubblicazione dei risultati scientifici.

2.2.2 Le principali fasi di un progetto

Dopo aver descritto chi sono i protagonisti dei progetti di *citizen science* è possibile procedere con la descrizione delle fasi tipiche di questo tipo di progetti e di come queste ultime siano state trasformate dallo sviluppo tecnologico. Numerosi progetti di *Citizen science*, nel promuovere la conoscenza scientifica, spesso coinvolgono *network* intercontinentali e globali di partecipanti e si estendono su larga scala. Per facilitare lo sviluppo e l'implementazione di progetti di questo tipo, un gruppo di esperti provenienti dal Cornell Lab of Ornithology (CLO) ha elaborato un modello che garantisce agli sviluppatori di progetti di *Citizen science* di realizzare i principali obiettivi delle iniziative in termini di selezione, ricerca, tutela e istruzione (Bonney et al., 2009). Ad esempio, i partecipanti ai progetti del CLO devono seguire specifici protocolli che prevedono che ogni progetto venga gestito *full-time* da almeno una persona e che i dati raccolti vengano inviati al *database* del CLO, in modo da garantirne l'accesso tramite il *web* a tutti gli interessati. I risultati delle ricerche vengono successivamente esposti sul sito *web* del CLO (<http://birds.cornell.edu>) ed in altre pubblicazioni scientifiche e sono gratuitamente disponibili per chiunque (Bonney et al., 2009).

In sintesi, il modello per sviluppare un progetto di *Citizen science* proposto dal CLO è caratterizzato da nove principali fasi (Bonney et al., 2009):

1. Scegliere un problema scientifico
2. Costituire un *team* di scienziati/ docenti/tecnologi/periti
3. Sviluppare, sperimentare e raffinare i protocolli, la struttura dei dati e i materiali di supporto educativo

4. Reclutare i partecipanti
5. Formare i partecipanti
6. Ricevere, riesaminare ed esporre i dati
7. Analizzare ed interpretare i dati
8. Divulgare i risultati
9. Valutare gli esiti

Ognuna di queste fasi coinvolge uno o più protagonisti e prevede lo svolgimento di specifici processi che, a loro volta, hanno l'obiettivo di ottenere *output* ben definiti. Con il passare del tempo il modo in cui i volontari hanno preso parte a queste fasi si è fortemente evoluto, soprattutto a causa del progresso tecnologico. Diventa, quindi, fondamentale descrivere il contenuto di ogni fase ed allo stesso tempo esaminare come ognuno di questi processi potrebbe ulteriormente evolversi in futuro (Newman et al., 2012).

1. Scegliere un problema scientifico:

La *Citizen science* è particolarmente utile per progetti che si sviluppano su un ampio raggio spazio-temporale ma nello scegliere il problema scientifico da trattare è necessario considerare che i partecipanti al progetto non saranno professionisti. Di conseguenza è preferibile scegliere problemi basati su *skill* elementari, piuttosto che fare affidamento sul *training* dei volontari per permettere lo sviluppo di conoscenze e competenze avanzate. Inoltre, progetti troppo complicati rischiano di attirare pochi partecipanti, quindi per coinvolgere un maggiore numero di volontari è necessario che i *task* richiesti alla maggior parte dei volontari rimangano semplici e lasciare che le eventuali questioni più complicate vengano affidate ad un gruppo di partecipanti più ristretto (Bonney et al., 2009). L'argomento alla base della ricerca può derivare da un approccio *top-down* (o *scientist-driven*, cioè guidato dai ricercatori) oppure *bottom-up* (*community-driven*, cioè guidato dalla comunità). Le attuali tecnologie riescono a stimolare la creatività per entrambi gli approcci: da una parte i partecipanti, aiutati dalla visualizzazione dei dati, possono sviluppare nuovi problemi e dall'altra gli scienziati, approfittando del maggior numero di *citizen-sensor* e del dialogo in tempo reale garantito dall'utilizzo dei *social media*, possono riuscire a vincere anche le sfide più difficili (Newman et al., 2012).

2. Costituire un team di scienziati/ docenti/tecnologi/periti:

È necessario che il *team* di sviluppo del progetto sia costituito da individui provenienti da diverse discipline. In particolare, i ruoli che devono essere rivestiti dal team sono (Bonney et al., 2009):

- Ricercatore: per garantire l'integrità scientifica del progetto, per sviluppare protocolli che porteranno alla raccolta di dati di qualità e per analizzare e pubblicare i dati dopo che sono stati raccolti;
- Insegnante: per spiegare l'importanza ed il significato del progetto ai partecipanti, per guidare e testare i protocolli con i potenziali partecipanti, per sviluppare dei materiali di supporto al progetto chiari e completi e per garantire un *feedback* appropriato ai partecipanti;
- Informatico: per definire la struttura del *database* ed il procedimento per ricevere, archiviare, analizzare, visualizzare e divulgare i dati ed i risultati del progetto;

- Perito: per assicurarsi che il progetto si basi su obiettivi misurabili e per raccogliere i dati in modo da verificare il successo del progetto sulla base degli obiettivi prestabiliti, sia durante che dopo la realizzazione del progetto;

L'uso innovativo delle tecnologie esistenti può accelerare la creazione dei *team* migliorando la capacità degli organizzatori dei programmi di identificare i partecipanti, attribuire loro i ruoli più adatti all'interno del progetto e, soprattutto, fornire le risorse necessarie (Newman et al., 2012).

3. *Sviluppare, sperimentare e raffinare i protocolli, la struttura dei dati e i materiali di supporto educativo:*

La qualità dei dati è un problema critico per i progetti di *citizen science* e per assicurarsi che i partecipanti siano in grado di raccogliere e presentare dati accurati è necessario fornire protocolli di raccolta dei dati chiari e supportare i volontari, aiutandoli a capire come seguire i protocolli e come presentare le informazioni (Bonney et al., 2009). “*Citizen science Central*”, “*SciStarter*”, “*Citizen science Alliance*” sono solo alcune delle banche dati che forniscono informazioni su materiali di supporto e *best practices* che aiutano i partecipanti a trovare progetti, risorse e *partner*, a facilitarne le connessioni ed a fornire nuove opportunità per i progetti (Newman et al, 2012).

4. *Reclutare i partecipanti:*

Se il progetto è stato elaborato per un pubblico generico i partecipanti possono essere reclutati tramite pubblicità, comunicati stampa, *direct mailing*, articoli di giornale, volantini; se un progetto è stato sviluppato per un pubblico specifico (ad esempio gruppi di giovani) i materiali per il reclutamento devono essere progettati sulla base del segmento interessato (Bonney et al., 2009).

5. *Formare i partecipanti:*

È necessario aiutare i partecipanti a comprendere i materiali del progetto e ad acquisire sicurezza nella loro capacità di raccogliere i dati, ma è loro responsabilità impegnarsi nello studio dei materiali necessari per il progetto e chiedere aiuto in caso di necessità (Bonney et al., 2009).

6. *Ricevere, riesaminare ed esporre i dati:*

Tutte le informazioni devono essere ricevute, esaminate e rese disponibili per gli scienziati ed il resto del pubblico, in modo da incoraggiare i partecipanti a lavorare con i dati del progetto (Bonney et al., 2009). Secondo Newman et al. (2012), le nuove tecnologie (come i servizi di mappatura basati sulla geolocalizzazione ed i *network* di sensori *wireless*) miglioreranno la velocità e la qualità dei dati raccolti, ma è necessario che vengano sviluppate le giuste capacità di gestione dati richieste dai grandi volumi. Inoltre, il crescente utilizzo del *web* permetterà di automatizzare la generazione di metadati, l'interoperabilità tra le banche dati e di tenere traccia delle modifiche apportate ai dati nel corso del tempo, permettendo anche il riutilizzo dei dati e delle meta-analisi (Newman et al., 2012).

7. *Analizzare ed interpretare i dati:*

Nonostante spesso si tratti di dati grezzi difficili da analizzare ed interpretare, grazie all'ampia scala dei progetti di *Citizen science* possono evidenziarsi dei modelli di più facile interpretazione. Ad esempio, i

ricercatori possono stabilire degli *standard* per interpretare i dati affetti da errori sistematici o possono decidere di ometterli senza che ciò comprometta gli obiettivi del progetto (Bonney et al., 2009). La necessità di analizzare i dati su larga scala darà origine a nuovi modelli ed innovazioni, soprattutto per quanto riguarda la memorizzazione dei dati e la capacità di analisi (Newman et al., 2012).

8. Divulgare i risultati:

I risultati dei progetti di *citizen science* vengono diffusi attraverso riviste scientifiche, siti *web*, giornali, *newsletter* pubblicate da una grande varietà di organizzazioni. Le pubblicazioni sono importanti in quanto, nel mostrare al pubblico il contributo dei progetti di *citizen science* alla ricerca scientifica, riescono anche ad attirare nuovi individui (Bonney et al., 2009). Nonostante le innovazioni tecnologiche permettano ai partecipanti di ottenere dei *feedback* sui dati raccolti, su come sono stati utilizzati e sui risultati ottenuti, in alcuni casi questi approcci possono presentare degli errori in quanto diventa più difficile scindere le opinioni dei partecipanti dall'informazione scientifica vera e propria (Newman et al., 2012).

9. Valutare gli esiti:

Il successo di questi approcci dipende fortemente dai contributi delle parti interessate e dal mantenimento dell'integrità dei dati (Newman et al., 2012): se gli obiettivi scientifici e didattici sono stati raggiunti si elaborano dei modelli da seguire anche in futuro o, in caso di insuccesso, si riflette su come migliorare il progetto (Bonney et al., 2009). In genere, i partecipanti ai programmi di *Citizen science* dimostrano maggiori competenze e conoscenze scientifiche e maturano un atteggiamento positivo verso la scienza e l'ambiente. Per poter confrontare i risultati ottenuti da diversi progetti, è necessario utilizzare misure standardizzate ed elettroniche per valutare gli esiti quantitativi e qualitativi ottenuti ma anche per monitorare la partecipazione ai progetti (Newman et al., 2012).

2.2.3 Impatto dell'ICT sulla *citizen science*

Fin dagli anni Novanta l'uso del *web* e le innovazioni nell'ambito dell'*Information and Communication Technology* hanno favorito la crescita economica e lo sviluppo sociale, creando le basi per una società globale basata sulla conoscenza (Bendix, 2017). In questo contesto, essendo basata sulla conoscenza e sull'interazione, anche la *citizen science* beneficia e dipende dai progressi in campo tecnologico (Bendix, 2017) che, permettendo il superamento delle barriere sociali, geografiche, culturali e fisiche hanno allo stesso tempo stimolato la partecipazione di collaboratori esterni ai confini dell'organizzazione, sempre più indispensabili per la produzione e la diffusione di conoscenza (Cappa, Laut, Porfiri & Giustiniano, 2018). Quest'ultimo aspetto rappresenta un punto di contatto tra la *citizen science* ed il *crowdsourcing*, definito come “*la pratica di ottenere i servizi, le idee o i contenuti di cui si ha bisogno sollecitando la collaborazione di un folto gruppo di persone, soprattutto attraverso la partecipazione online*” (Eitzel et al., 2017). Si tratta, quindi, di un processo che coinvolge un grande numero di persone (non retribuite o marginalmente retribuite) nello svolgimento delle funzioni aziendali costose da implementare o difficili da automatizzare e che consente all'organizzazione di beneficiare di questo contributo (Hacklay, 2017). Certamente, non tutti i progetti di *citizen science* sono forme di *crowdsourcing* e viceversa, quindi è importante evitare che i due termini

diventino sinonimi. Mentre il *crowdsourcing* è caratterizzato da un basso coinvolgimento dei partecipanti e spesso si limita al semplice finanziamento dell'iniziativa, i progetti di *citizen science* possono essere contraddistinti da diversi livelli di *engagement* e tipologie di attività (Eitzel et al., 2017).

Lo sviluppo dell'*Information and Communication Technology* (ICT) ha drasticamente modificato il modo in cui gli scienziati gestiscono i progetti, reclutano i partecipanti, raccolgono ed integrano i dati per la creazione e la propagazione di nuove conoscenze. Allo stesso tempo, queste tecnologie (in particolare *blog*, siti *web*, *social media*) hanno modificato il modo in cui i ricercatori comunicano tra loro e con gli individui esterni alla comunità scientifica, coinvolgendo nuovi potenziali partecipanti e, nei casi più estremi, rivoluzionando il modo in cui sono generate nuove conoscenze (Nielsen, 2012). Inoltre, la possibilità di rimanere sempre *online*, lo sviluppo di numerose piattaforme (Wikipedia, YouTube o riviste *Open access*) che garantiscono l'accesso alle informazioni scientifiche condivise sulla rete e la grande diffusione di *smartphone* con capacità di calcolo e rilevamento hanno influito sulla capacità dei volontari di registrare (attivamente o passivamente) e condividere osservazioni in modo semplice e veloce (Hacklay, 2015). Osservando la TABELLA 2.2 è possibile comprendere come si sono evolute nel corso del tempo (passato, presente, futuro) le fasi che caratterizzano i progetti di *citizen science*.

	Passato	Presente	Futuro
Scegliere un problema scientifico [Fase 1]	Sviluppo di nuovi problemi attraverso un approccio top-down	Sviluppo di nuovi problemi prevalentemente con un approccio top-down, con la progressiva affermazione di procedimenti bottom-up	Sviluppo di nuovi problemi attraverso un approccio prevalentemente bottom-up, sfruttando la visualizzazione in tempo reale dei dati
Raccogliere risorse/ radunare team/ cercare un partner [Fasi 2-4-5]	Appassionati connessi da un comune interesse scientifico; si assiste a forme di collaborazione a livello locale	Gruppi di volontari locali che si aggregano partecipando a progetti su scala nazionale e globale	Marketing virale, reti di banche dati, infrastrutture virtuali guideranno lo sviluppo di community virtuali
Raccogliere e gestire i dati [Fasi 3-6]	Dati raccolti attraverso una procedura monitorata dagli scienziati, consegnati su fogli di carta e non disponibili in tempo reale	I dati partecipano al sistema di gestione dei dati online, con problemi per quanto riguarda l'integrazione e la qualità	Dati di elevata qualità integrati senza interruzioni all'interno di reti globali di banche dati
Analizzare ed interpretare i dati [Fase 7]	Dati analizzati ed interpretati dai ricercatori professionisti	Dati analizzati ed interpretati dai ricercatori professionisti, ma grazie all'ampia scala spaziale e temporale gli studi di macro ecologia diventano più fattibili	I datasets potranno affrontare nuovi problemi scientifici attraverso l'elaborazione dei dati ad alta prestazione
Divulgare i risultati [Fase 8]	Dati divulgati dagli scienziati attraverso le pubblicazioni	Dati divulgati dagli scienziati attraverso le pubblicazioni, ma anche disponibili online per tutti gli stakeholders	Maggiore condivisione di conoscenza tra le community virtuali, attraverso i social media e le valutazioni tra pari
Valutare gli esiti [Fase 9]	Minima valutazione dell'impatto dei progetti	Valutazione effettuata internamente con misure "project-specific", impossibilità di valutare le differenze tra i vari progetti	Misure di valutazione standardizzate per permettere confronti tra i progetti, standard comune per tracciare il comportamento degli individui

TABELLA 2.2: Evoluzione temporale delle fasi caratteristiche dei progetti di *citizen science*

Fonte: Ns elaborazione da Newman et al. (2012)

In sintesi, il progresso tecnologico ha semplificato e migliorato i progetti di *citizen science* grazie allo sviluppo di (Roy et al., 2012):

- Metodi *front-end* per la raccolta dei dati (ad esempio: siti *web*, *app* per *smartphone*, sensori) e per l'analisi (visualizzazione dei dati in tempo reale)
- Tecnologie *Back-end* (banche dati, *data management*, flussi e condivisione dei dati)
- *Crowdsourcing* (ad esempio attraverso il *citizen sensing*, il *crowdfunding*)
- Comunità virtuali (*forum*, *blogs*).

La TABELLA 2.3 evidenzia i principali siti *web* che forniscono *cyber*-infrastrutture, *tool* e informazioni per gli sviluppatori dei progetti e per i partecipanti.

Sito web	descrizione	Risorse
Citizen science Central <i>www.citizenscience.org</i>	Supporta ed aggrega risorse in favore di tutti gli attori coinvolti nei progetti (sviluppatori, educatori, ricercatori, partecipanti)	<i>Toolkit</i> per lo sviluppo dei progetti, database di riferimento, forum di discussione, <i>network</i> professionale
The Public Laboratory for Open Technology and Science <i>www.publiclaboratory.org</i>	<i>Community online</i> che sviluppa ed applica strumenti <i>open source</i> per l'esplorazione ambientale	Strumenti (anche " <i>do-it-yourself</i> ") e metodi, informazioni sulle conferenze
SciStarter <i>www.scistarter.com</i>	Aggrega informazioni, video e blog sui progetti di <i>citizen science</i>	Strumenti per la ricerca dei progetti e <i>blog</i> per permettere l'incontro tra i potenziali contributori ed i ricercatori

TABELLA 2.3: Principali siti web per i progetti di *citizen science*

Fonte: ns elaborazione, da Science Europe (2018)

Attraverso questi *tool* la partecipazione dei "*non scienziati*" ai progetti di ricerca scientifica sta gradualmente crescendo e, sempre di più, le innovazioni in campo IT stanno contribuendo alla diffusione di progetti basati sulla comunità che nascono da problemi o necessità locali (Science Europe, 2018). L'utilizzo della tecnologia in questo tipo di progetti, però, comporta anche dei rischi per il futuro. Tra questi, il pericolo più grande è escludere dai progetti coloro che non hanno accesso alla tecnologia, che non sono "*technology-savy*" o che non vogliono utilizzarla (Roy et al., 2012). Infatti, la necessità di accedere a *Internet* rappresenta un ostacolo in quanto a livello locale molte delle applicazioni *software* utilizzate nei progetti presuppongono una continua connettività *web* ed una copertura totale, che spesso non è garantita (Hacklay, 2015). Inoltre, nonostante le innovazioni tecnologiche abbiano notevolmente aumentato il potenziale dei progetti di *citizen science*, è necessario tenere sotto controllo i costi finanziari e l'impegno richiesto ai volontari, per evitare che

vengano sommersi da un numero eccessivo di progetti (Roy et al., 2012). Un ulteriore limite dello scenario corrente è che spesso non si verifica interazione e scambio di conoscenze tra un progetto e l'altro, per questo motivo Newman et al. (2012) hanno elaborato alcune linee guida che possano favorire il confronto, l'apprendimento e l'interazione tra i diversi progetti.

In particolare, l'autore evidenzia la necessità di scegliere strumenti tecnologici appropriati per i partecipanti, di valutare le nuove tecnologie in termini di affidabilità (anche facendo analisi di tipo *make or buy* e costi-benefici) e, dove possibile, di considerare soluzioni interoperabili, realizzate su misura e *open-source*. In conclusione, l'adozione di tecnologie ben consolidate, documentate e supportate insieme all'utilizzo di modalità di raccolta dei dati standardizzate garantiscono il supporto dei progetti di *citizen science* con un approccio più formalizzato, in grado di risolvere molti dei possibili problemi sopra elencati (Science Europe, 2018).

2.3 Principali modelli per la classificazione dei progetti

I progetti di *citizen science* coinvolgono i volontari in una grande varietà di iniziative, che possono riguardare il monitoraggio di animali selvatici e dell'ambiente, la classificazione di immagini, la trascrizione di antichi documenti, la gestione delle risorse naturali, la documentazione di osservazioni, la raccolta e l'analisi di dati, la creazione di contenuti e così via.

In poche parole, si tratta di “*progetti in cui i volontari collaborano con gli scienziati per rispondere alle domande del mondo reale*” (Riesch & Potter, 2014) che, data la grande varietà che li caratterizza, possono essere classificati utilizzando diversi modelli. La trattazione di questo paragrafo si focalizzerà su cinque principali modelli, che classificano i progetti in base a:

1. Modello di *governance*: si distinguono progetti del tipo “*Contributory*”, “*Collaborative*”, “*Co-created model*”;
2. Livello di coinvolgimento dei volontari: i progetti si classificano in “*Passive sensing*”, “*Volunteer computing*”, “*Volunteer thinking*”, “*Environmental and ecological observation*”, “*Participatory sensing*”, “*Civic-community sensing*”;
3. Tipo di attività svolto dai partecipanti: progetti del tipo “*Data collection*”, “*Data processing*”, “*Curriculum-based*”, “*Community science*”;
4. Approccio ed obiettivi: si distinguono progetti “*Action*”, “*Conservation*”, “*Investigation*”, “*Virtual*”, “*Education*”;
5. Partecipazione di massa e grado di investimento: le tipologie di progetto sono “*Simple local projects*”, “*Thorough local projects*”, “*Simple mass participation projects*”, “*Thorough mass participation projects*”.

2.3.1 Classificare i progetti in base al modello di *governance*

Una prima classificazione dei progetti di *citizen science* è basata sul tipo di coinvolgimento dei *citizens* e prevede tre diffusi modelli di *governance* (Bowser, Shilton, Preece, & Warrick, 2017):

- ***Contributory project model***: sono progetti *researcher-driven* che si concentrano sulla raccolta dei dati (Roy et al., 2012). Gli scienziati pongono dei problemi che per essere risolti necessitano di grandi quantità di dati raccolti su vaste aree geografiche o per lunghi intervalli di tempo e i membri della collettività raccolgono dati rilevanti seguendo dei protocolli prestabiliti dagli *scientists* (Bonney et al., 2009). Molti sono i progetti di *citizen science* che appartengono a questo modello e in alcuni casi i volontari riescono anche ad analizzare i dati utilizzando particolari strumenti, ma solo in rari casi i risultati sono esposti in modo che possano contribuire al processo di ricerca (Bonney et al., 2009).
- ***Collaborative project model***: i progetti sono programmati da scienziati professionisti ed i volontari contribuiscono non solo nella raccolta dei dati, ma anche nella loro analisi ed interpretazione, aiutando gli *scientists* nel *project design* (Roy et al., 2012). Esattamente come nei “*Contributory projects*”, gli scienziati pongono dei problemi ed i membri della collettività raccolgono numerosi dati per aiutarli a trovare delle risposte; ciò che cambia in questo modello è che i partecipanti sono attivamente impegnati in attività di ricerca parallele che comprendono l’interpretazione dei dati, la presentazione dei risultati agli altri membri della comunità ed il perfezionamento dei protocolli usati per la raccolta dei dati (Bonney et al., 2009).
- ***Co-created project model***: questo modello prevede che i progetti vengano creati dal lavoro comune di scienziati professionisti e volontari, in modo che entrambe le categorie di soggetti siano coinvolte in tutte le fasi del processo scientifico (Roy et al., 2012). Nei progetti “*co-created*” sono i membri della collettività a sollevare un problema e, successivamente, a lavorare con gli scienziati per suggerire possibili soluzioni. I partecipanti, quindi, sono incoraggiati a prendere parte a tutte le fasi del processo scientifico (definire il problema, trovare una soluzione, porre altri problemi) ed esercitano un forte potere in questo tipo di progetti (Bonney et al., 2009).

Esempi

Contributory project model	<p>“<i>Galaxy Zoo</i>” è un progetto che nasce da una grande sfida affrontata nel 2007 dall’astronomo Kevin Schawinski: classificare le immagini di più di 900000 galassie. Trattandosi di un problema di “<i>data deluge</i>” (cioè di “sommersione dei dati”) legato ad una enorme quantità di informazioni da analizzare, Schawinski e Lintott chiesero aiuto al <i>web</i>. La risposta fu travolgente: alla fine del primo anno più di 150000 volontari avevano fatto 50 milioni di classificazioni, portando a termine il compito in 6 mesi piuttosto che in diversi anni. Inoltre, vennero riscontrati anche effetti sociali ed educativi sui volontari: venne istituito un <i>forum</i> per poter discutere del progetto e rispondere alle domande degli “<i>Zooties</i>” e si creò così il primo nucleo della <i>Zooniverse community</i>, oggi considerata “<i>la piattaforma più grande e popolare al mondo per la ricerca basata sulle persone</i>”. A partire da ottobre 2016, sono state pubblicate 57 pubblicazioni scientifiche come risultato diretto di <i>Galaxy Zoo</i> e attualmente <i>Zooniverse</i> conduce progetti per scoprire o esaminare pianeti o anomalie stellari (Bendix, 2017).</p>
Collaborative project model	<p>“<i>Eyewire</i>” è un “<i>gioco di calcolo basato sull'uomo</i>” che è stato sviluppato al MIT utilizzando i dati generati dall'Istituto Max Planck per la ricerca medica, con l’obiettivo di mappare i neuroni della retina. A partire dal 2012, questo progetto ha coinvolto oltre 200000 persone in tutto il mondo. Dopo un <i>tutorial</i>, ai partecipanti viene mostrato un cubo tridimensionale (generato da immagini al microscopio elettronico) con all'interno un ramo di neurone retinico parzialmente ricostruito e gli viene chiesto di generare una ricostruzione volumetrica del neurone lavorando in gruppi su ciascun cubo. Per farlo non è richiesta alcuna conoscenza specifica della neuroscienza, ma basta semplicemente che i partecipanti imparino a “colorare” all'interno del contorno grigio di quel ramo di neuroni. Successivamente, i lavori svolti dai diversi gruppi vengono confrontati e i giocatori avanzati possono correggere le ricostruzioni, estendendo i rami o rimuovendo i segmenti errati. L’obiettivo di questo progetto di mappatura non è solo identificare specifici tipi di cellule, ma scoprire come i neuroni si connettono e processano le informazioni nella retina (Bendix, 2017).</p>
Co-created project model	<p>Nel 2009, il matematico Timothy Gowers pubblica sul suo <i>blog</i> un problema matematico con l’idea di raccogliere reazioni spontanee per vedere se fosse possibile trovare collettivamente una soluzione. La risposta del <i>web</i> fu positiva: il matematico riuscì ad attrarre commenti e <i>feedback</i> da altri matematici, studenti e insegnanti e nel giro di sei settimane il problema venne risolto. Dopo aver verificato il lavoro con l’aiuto di altri matematici, Gowers scrisse un articolo che venne pubblicato negli “<i>Annals of Mathematics</i>” sotto lo pseudonimo di D.H.J. Polymath (Bendix, 2017).</p>

2.3.2 Classificare i progetti in base al livello di coinvolgimento dei volontari

I progetti di *citizen science* possono essere classificati anche in base al livello di coinvolgimento dei volontari:

- ***Passive sensing***: si basa sui partecipanti che offrono al progetto una risorsa che gli appartiene (ad esempio il cellulare) per la percezione automatizzata. Le informazioni raccolte attraverso i sensori vengono poi utilizzate ed analizzate dagli *scientists* (Haklay, 2015).
- ***Volunteer computing***: è un modo in cui i partecipanti condividono le risorse computazionali inutilizzate (sul loro computer, *tablet* o *smartphone*), permettendo agli scienziati di far funzionare complessi *computer model* quando il dispositivo non è utilizzato (Haklay, 2015). Per fare ciò è richiesto un impegno minimo ai partecipanti, che devono semplicemente installare un *software* sui loro computer (Jennett et al., 2016).
- ***Volunteer thinking***: in questo tipo di progetti, i volontari offrono la propria capacità di riconoscere dei modelli o di analizzare delle informazioni che saranno utilizzate in un progetto scientifico. Di solito i compiti sono abbastanza standardizzati, in modo da semplificare la raccolta e la comparazione dei risultati provenienti da diversi partecipanti (Haklay, 2015). I partecipanti, quindi, sono impegnati ad un livello più attivo ed il loro compito spesso consiste nel visitare i siti *web* per analizzare numerosi dati applicando un protocollo di ricerca prestabilito (Jennett et al., 2016).
- ***Environmental and ecological observation***: si focalizza sul monitoraggio dell'inquinamento ambientale e sulle osservazioni di flora e fauna. Nonostante questo tipo di attività rappresenti un punto di contatto con le più antiche forme di *citizen science*, si è trasformata a seguito dei grandi cambiamenti sociali ed ambientali (Haklay, 2015).
- ***Participatory sensing***: questa attività differisce dalla precedente in quanto attribuisce ai partecipanti più compiti e un maggiore controllo durante il processo. Mentre nelle "*environmental and ecological observations*" per la raccolta dei dati vengono seguiti dei protocolli elaborati dagli *scientists*, nel "*participatory sensing*" viene enfatizzato il ruolo attivo dei partecipanti nello stabilire quali saranno i dati raccolti ed analizzati (Haklay, 2015). Solitamente, infatti, i partecipanti scaricano un *app* che gli permette di raccogliere i dati sfruttando i sensori del loro cellulare (come *Wi-Fi*, *Bluetooth*, GPS) ed in alcuni casi forniscono anche informazioni comportamentali (Jennett et al., 2016).
- ***Community/Civic science***: conosciuta come "*bottom-up science*", questo tipo di attività è avviata e guidata da un gruppo di partecipanti che identifica un problema comune e lo affronta utilizzando metodi e strumenti scientifici. Anche la raccolta dei dati e l'analisi sono spesso guidate dai membri della *community* o in collaborazione con scienziati/laboratori (Haklay, 2015).

Esempi	
Passive sensing	<p>“<i>Flight Radar 24</i>” è un servizio commerciale che fornisce informazioni sugli aerei, sui loro itinerari e sul luogo in cui si trovano. Il sito <i>web</i> è alimentato dall’informazione ufficiale che viene potenziata dai ricevitori ADS-B installati nelle case di 4000 volontari. Il ricevitore raccoglie le informazioni dagli aerei dotati di <i>radar</i> ADS-B che passano in una specifica area (Haklay, 2015).</p>
Volunteer computing	<p>I ricercatori dell’università di Tsinghua in Cina hanno collaborato con la “<i>IBM World Community Grid</i>” per fondare il “<i>Computing for Clean Water</i>”, nel quale i volontari offrono le loro risorse di elaborazione dati inutilizzate per permettere ai ricercatori di riprodurre modi innovativi per progettare i filtri dell’acqua (Haklay, 2015).</p>
Volunteer thinking	<p>Il progetto <i>Galaxy Zoo</i> è costituito da centinaia di migliaia di partecipanti che si collegano dai loro computer e <i>tablet</i> ed aiutano gli astronomi nella classificazione delle galassie e nella mappatura dell’Universo (Haklay, 2015).</p>
Environmental and ecological observation	<p>Il “<i>UK Big Garden Birdwatch</i>” iniziò nel 1979 per opera della RSPB (Royal Society for the Protection of Birds) ed è ricordato per aver coinvolto un gran numero di persone (più di 59000 nel 2012) nell’osservazione ed identificazione degli uccelli, attirando anche l’attenzione dei media nazionali come la BBC. Il progetto ha come obiettivo accrescere la sensibilizzazione e la salvaguardia degli uccelli (Haklay, 2015).</p>
Participatory sensing	<p>Il progetto “<i>EveryAware</i>”, finanziato dalla Commissione Europea, prevede che i partecipanti usino il loro <i>smartphone</i> per monitorare il rumore, attraverso un <i>software</i> fornito dagli organizzatori del progetto. Il <i>team</i> del progetto lavora insieme ai membri della collettività che vivono vicino all’ aeroporto di Heathrow di Londra per raccogliere informazioni sul livello di rumore al quale sono esposti (Haklay, 2015).</p>
Community/Civic science	<p>“<i>SafeCast</i>” è un progetto che nasce nel 2011 in Giappone, successivamente al terremoto di Fukushima, per elaborare un misuratore di radiazioni DIY che può essere usato dai partecipanti mentre guidano. Il progetto fu proposto durante una conferenza tecnologica e al “<i>Tokyo Hackerspace</i>” (un <i>club</i> in cui le persone che hanno una passione per la tecnologia si incontrano e lavorano insieme) e si concluse con lo sviluppo di un rilevatore <i>low-cost</i> di radiazioni che oggi è usato in tutto il mondo dai volontari che condividono i loro dati sul sito web di <i>SafeCast</i> (Haklay, 2015).</p>

2.3.3 Classificare i progetti in base al tipo di attività svolto dai partecipanti

In base alla natura dell'attività nella quale sono coinvolti i partecipanti ai progetti di *citizen science* Bonney, Phillips, Ballard & Enck (2016) distinguono:

- **Data Collection projects:** Rientrano in questa categoria numerosi progetti in cui i volontari (che possono o meno avere una formazione scientifica) raccolgono dati per rispondere a una domanda di ricerca specifica o scelgono di concentrarsi sul monitoraggio ambientale in generale. In realtà, nonostante gli importanti risultati scientifici raggiunti da questa forma di *citizen science*, si riscontrano effetti limitati per quanto riguarda la comprensione della scienza da parte dei partecipanti (Bonney et al, 2016).
- **Data Processing (categorization, transcription, interpretation) projects:** Lo sviluppo di *Internet* ha consentito la crescita di una categoria completamente nuova di *citizen science*, incentrata sulla trascrizione, categorizzazione, gestione e interpretazione dei dati ed in cui i partecipanti contribuiscono analizzando ciò che altrimenti sarebbe un flusso ingestibile di informazioni. Il principale problema è che nonostante la quantità di dati elaborati dagli volontari sia significativa, la maggior parte dei partecipanti spesso contribuisce solo una volta e con poco sforzo (Bonney et al, 2016).
- **Curriculum-based projects:** Questi programmi sono progettati per raggiungere specifici obiettivi educativi e coinvolgono i giovani che, sotto la supervisione di educatori o di altri adulti, raccolgono e trasmettono i dati ad un progetto di *citizen science* più ampio. La partecipazione di giovani e famiglie è facilitata dalla natura strutturata dei progetti, dal *training* e dai materiali di supporto forniti a coloro che partecipano (Bonney et al, 2016).
- **Community Science projects:** I progetti in questa categoria sono spesso sviluppati da persone comuni che si rivolgono agli scienziati per ricevere assistenza e possono prevedere *workshop* incentrati sulla raccolta ed interpretazione dei dati, ma anche sulla progettazione dei protocolli o sulle modalità di diffusione dei risultati. Infine, questa forma di *citizen science* può contribuire positivamente al benessere sociale, ad esempio sfruttando la conoscenza e l'esperienza locale (Bonney et al, 2016).

2.3.4 Classificare i progetti in base all'approccio ed agli obiettivi

Una classificazione alternativa per i progetti di *citizen science* è stata suggerita da Wiggins e Crowston (2011) e si basa sugli obiettivi del progetto e sugli utilizzi della tecnologia per ispirare lo sviluppo della *cyber*-infrastruttura a supporto dei progetti di questo tipo (Follett & Strezov, 2015). In base ai principali obiettivi del progetto e all'importanza dell'ambiente fisico per la partecipazione, i due autori identificano cinque tipi di progetti (Wiggins & Crowston, 2011):

- **Action:** I progetti "*action-oriented*" incoraggiano l'intervento dei partecipanti in interessi locali, utilizzando la ricerca scientifica a supporto dei propositi dei cittadini. In genere sono progetti "*bottom-up*" ed implicano un coinvolgimento di lungo termine: essendo pianificati dai partecipanti, i ricercatori professionali vengono coinvolti solo come consulenti e per questo il *training* e la partecipazione

continua sono fondamentali. Inoltre l'organizzazione *bottom-up* che li caratterizza ha generalmente successo solo a livello locale e, dal punto di vista tecnologico, è difficile attirare e trattenere nel tempo i volontari per lo sviluppo e la manutenzione di una struttura IT (Wiggins & Crowston, 2011).

- **Conservation:** I progetti “*conservation-oriented*” riguardano gli obiettivi di gestione delle risorse naturali e mirano ad assicurare la validità scientifica dei dati raccolti tramite il coinvolgimento dei volontari, soprattutto nell'area dell'ecologia. Sono progetti fortemente legati al territorio e generalmente di portata regionale, caratterizzati spesso da affiliazioni con agenzie federali. In particolare, quando le agenzie federali sono il *partner* principale, i progetti sono caratterizzati da un approccio “*bottom-up*” (intrapresi dal *management*) ma possono riscontrarsi anche forme di organizzazione di tipo “*top-down*” (intrapresi dai ricercatori) (Wiggins & Crowston, 2011).
- **Investigation:** I progetti “*investigation-oriented*” si concentrano sugli obiettivi di ricerca scientifica raccogliendo dati dall'ambiente fisico, spesso anche fornendo materiali didattici e includendo strutture operative per supportare l'apprendimento continuo e per valutare gli effetti sull'istruzione. Questi progetti possono estendersi su scale regionali ed internazionali, coinvolgendo un gran numero di partecipanti che possono rappresentare un'importante risorsa nell'analisi della distribuzione geografica di specie animali o di fenomeni naturali. Inoltre, per garantire la validità e l'affidabilità dei risultati scientifici, le attività vengono progettate accuratamente e si utilizzano metodi di convalida (come ad esempio l'utilizzo di un'attrezzatura uniforme). In genere i principali iniziatori di questo tipo di progetti sono le organizzazioni *no profit* o gli accademici e la struttura che li definisce è “*top-down*”. Per garantire la sostenibilità finanziaria si possono utilizzare le raccolte fondi, sollecitare le donazioni, vendere gli strumenti necessari per partecipare o, addirittura, istituire *sponsorship*. Gli *investigation projects* impiegano un'ampia varietà di tecnologie, dovuta alle diverse combinazioni delle risorse di finanziamento e durata del progetto ma solo pochi progetti forniscono dati in formati facilmente utilizzabili (Wiggins & Crowston, 2011).
- **Virtual:** Nei “*virtual projects*” tutte le attività che costituiscono il progetto sono *ICT-mediated* ed è fondamentale progettarle in modo che si adattino alla partecipazione *online* e che possano generare contributi preziosi mantenendo vivo l'interesse dei partecipanti. In particolare, per motivare i contributori si utilizzano diversi meccanismi tecnologici che cercano di sfruttare la naturale competitività umana, ad esempio progettando le attività come se fossero dei giochi (“*gamification*”). Ugualmente agli *investigation projects*, questi progetti hanno una forte propensione verso il raggiungimento degli obiettivi e si preoccupano di garantire la validità dei risultati scientifici ottenuti, mentre invece la distribuzione fisica dei partecipanti risulta meno rilevante. Dal punto di vista organizzativo, in genere questi progetti sono formulati da accademici, hanno una durata indefinita (e che dipende fortemente dai finanziamenti federali e statali) e sono caratterizzati da approcci di tipo “*top-down*”. In realtà, poche sono le attività per cui questi progetti risultano adatti in quanto spesso richiedono piattaforme *web* personalizzate e complesse per sfruttare la concorrenza amichevole e

concedere premi reputazionali ai partecipanti (come incentivi, punti, classifiche) (Wiggins & Crowston, 2011).

- **Education:** Gli obiettivi primari degli “*education projects*” sono lo sviluppo di un ampio raggio d’azione e l’istruzione, che può essere stimolata da opportunità di apprendimento formali ed informali. Alcuni di questi progetti possono essere assimilati ai “*progetti di classe*” caratterizzati dalla presenza di un *partner* di ricerca che riveste il ruolo di organizzatore. A differenza delle altre tipologie di progetti, in questo caso anziché concentrarsi sulla produzione di risultati scientificamente validi, si pone una maggiore enfasi sul rigore scientifico, sull’apprendimento e sullo sviluppo del pensiero critico e dell’abilità di condurre indagini scientifiche. Anche per questi progetti si riscontrano forme di organizzazione “*top-down*”, che spesso coinvolgono un grande numero di organizzazioni *partner* e considerevoli finanziamenti. Infine, tutti i progetti di questa tipologia hanno utilizzato la tecnologia a supporto delle attività di *data entry*, adattando di volta in volta i *website* e gli strumenti al *target* di partecipanti coinvolti (Wiggins & Crowston, 2011).

Esempi	
Action projects	<p>“<i>Sherman's Creek Conservation Association</i>” (SCCA) è stata costituita con l’obiettivo di proteggere un ruscello locale e di provvedere all’ educazione ambientale degli abitanti delle aree circostanti. La nascita di SCCA è stata scatenata dall'opposizione alla proposta un impianto di generazione elettrica che avrebbe violato le norme di zonizzazione. Grazie alla raccolta di 18.000 firme dei richiedenti (che rappresentano quasi la metà della popolazione della provincia rurale di Perry, in Pennsylvania) l'SCCA ha iniziato a lavorare con gli scienziati ambientali per proporre linee guida per la revisione delle ordinanze di zonazione locale e ancora oggi continua a coinvolgere i cittadini delle zone rurali nel monitoraggio dei bacini idrografici, negli eventi di bonifica dei fiumi e nei programmi di sensibilizzazione della comunità (Wiggins & Crowston, 2011).</p>
Conservation Projects	<p>Il “<i>Northeast Phenology Monitoring project</i>” è una <i>partnership</i> regionale tra il <i>National Park Service</i> (NPS) degli Stati Uniti e la Rete nazionale di fenologia degli Stati Uniti, nata con l’obiettivo di sviluppare un programma per il monitoraggio coordinato a lungo termine della fenologia (cicli di vita delle piante e degli animali) nella regione nord-orientale americana. Il progetto è attualmente in una fase pilota di sviluppo, raffinazione e test di protocolli destinati a generare dati comparabili e già durante il primo anno, tre siti hanno sperimentato diversi metodi di formazione e monitoraggio con diversi volontari su piccola scala, sotto la supervisione del personale degli NPS. Il progetto ha successivamente aumentato il numero di siti di implementazione, introducendo anche l’inserimento di dati <i>web-based</i> (Wiggins & Crowston, 2011).</p>

Investigation projects	<p>“<i>The Great Sunflower Project</i>” è un progetto ideato da un ricercatore per studiare l’impollinazione. Il progetto è così strutturato:</p> <ul style="list-style-type: none"> • I partecipanti segnalano i dati sull'attività delle api nei loro giardini, seguendo un protocollo specifico per l'osservazione e la segnalazione. • I contributi dei volontari sono coordinati attraverso un portale <i>web</i> che viene gestito attraverso un sistema di gestione dei contenuti <i>open source</i>, in cui i partecipanti descrivono i loro giardini e fanno dei <i>report</i>. <p>Il progetto ha avuto un grande successo nell'attirare l'interesse di molti volontari (si sono registrate quasi 80000 persone in due anni) e questo ha comportato la necessità di apportare modifiche al protocollo di partecipazione originale e la richiesta di personale aggiuntivo per la gestione della <i>community</i> (Wiggins & Crowston, 2011).</p>
Virtual projects	<p>“<i>Galaxy Zoo</i>” è un progetto virtuale, organizzato da un gruppo inter-istituzionale di astronomi professionisti. I volontari adoperano le loro capacità percettive per l’identificazione e la classificazione di immagini delle galassie, fornendo un importante supporto nella semplificazione dei dati. Le attività vengono eseguite attraverso un portale <i>web</i> che pone ai volontari delle domande specifiche sulle immagini delle galassie presentate e la qualità è assicurata dalla valutazione multipla a cui è sottoposta ogni immagine. Il sito offre anche un <i>blog</i> ed un <i>forum</i> per la discussione tra i partecipanti. Dopo tre anni, <i>Galaxy Zoo</i> ha classificato oltre 56 milioni di galassie e conta una crescente base di oltre un quarto di un milione di volontari (Wiggins & Crowston,2011).</p>
Education projects	<p>“<i>Fossil Finders</i>” è un progetto che riunisce educatori, studenti e ricercatori del “<i>Paleontological Research Institution</i>” di Ithaca, New York e che si concentra sullo studio dei fossili appartenenti all’età Devoniana, fornendo risorse formative e laboratori di sviluppo per le classi di scienze delle scuole elementari e medie. A differenza di molti altri progetti di <i>citizen science</i>, gli studenti hanno la possibilità di elaborare e testare le proprie ipotesi, utilizzando i dati raccolti con il contributo delle varie classi partecipanti (Wiggins & Crowston, 2011).</p>

2.3.5 Classificare i progetti in base a *mass participation* e *degree of investment*

Un'ulteriore classificazione è quella elaborata dagli scienziati dell'*UK Environmental Observation Framework* che cataloga i progetti di *citizen science* in base a due dimensioni (Roy et al., 2012):

- “*degree of mass participation*”, cioè “grado di partecipazione di massa”, che può classificare i progetti in *mass participation projects* o *local monitoring projects*. È importante sottolineare che i progetti *local* non sono per forza “locali”, ma con questo termine si indicano quei progetti che condividono attributi negativamente associati alla prima dimensione (Roy et al., 2012);
- “*degree of investment*” (o “*thoroughness*” cioè “completezza”), una misura del grado di investimento di tempo e risorse, può essere *simple* o *thorough*. Questa dimensione è indipendente dall'investimento finanziario e dal successo del progetto e serve per catturare sia l'impegno dei *project manager* nel fornire obiettivi chiari, buone informazioni di base e buon materiale di supporto che l'investimento di tempo richiesto ai partecipanti (Roy et al., 2012).

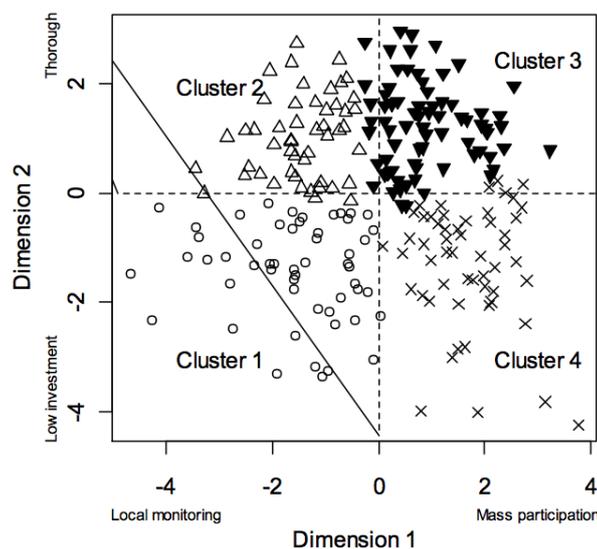


FIGURA 2.1: Rappresentazione della classificazione dei progetti sulla base di *degree of investment* e *degree of participation*

Fonte: Roy et al., 2012

Raffigurando queste due dimensioni su uno schema cartesiano (FIGURA 2.1) è possibile classificare i progetti in quattro gruppi principali, anche se i *clusters* non sono nettamente distinti tra loro (Roy, et al., 2012):

- **Cluster 1: Simple local projects**, cioè progetti caratterizzati da una partecipazione locale e con bassi livelli di investimento.
- **Cluster 2: Thorough local projects**, cioè progetti caratterizzati da una partecipazione locale ma alti livelli di investimento in tempo e risorse.
- **Cluster 3: Simple mass participation projects**, cioè progetti caratterizzati da una partecipazione di massa e bassi livelli di investimento.
- **Cluster 4: Thorough mass participation projects**, cioè progetti caratterizzati da una partecipazione di massa e alti investimenti in tempo e risorse.

In conclusione, risulta evidente come esistano diversi approcci per classificare i progetti di *citizen science* sulla base del modello di *governance*, del livello di coinvolgimento dei volontari, del tipo di attività svolta dai partecipanti, dell'approccio e degli obiettivi del progetto o del grado di *mass participation* e *investment*.

2.4 Conclusioni

Il capitolo illustra come negli ultimi decenni la *citizen science* sia stata protagonista di un'accelerata evoluzione dal forte impatto sociale, nonostante la produzione scientifica sia rimasta modesta. (FIGURA 2.2).

16° Secolo	20° Secolo	Oggi
<p>I naturalisti sono i pionieri del campo e fanno parte di un <i>élite</i> privilegiata</p>	<p>La pratica si apre al grande pubblico e affronta nuovi temi: psicologia, salute, educazione, organizzazione del posto di lavoro, ambiente.</p>	<p>La maggior parte delle discipline scientifiche si rivolge alla partecipazione dei cittadini, supportate da politiche nazionali ed europee che promuovono lo sviluppo della <i>citizen science</i></p>

FIGURA 2.2: Evoluzione della *citizen science*.

Fonte: ns elaborazione, da Merilhou-Goudard (2016).

L'evoluzione non ha interessato semplicemente il processo di ricerca scientifica e la società, ma soprattutto gli strumenti e le tecnologie disponibili per la raccolta, l'analisi e l'elaborazione dei dati, ampliando notevolmente le discipline e gli argomenti di ricerca possibili. Oggi, infatti, oltre ai ricercatori, insegnanti e tecnici specializzati in diverse discipline, la *citizen science* coinvolge una vasta gamma di attori ed è utilizzata per fare ricerche che interessano diversi temi, come illustrato dalla FIGURA 2.3.



FIGURA 2.3: Esempi di ambiti applicativi della *citizen science*

Fonte: ns elaborazione, da Merilhou-Goudard (2016).

Da un'indagine condotta nel 2016 per mappare i progetti di *citizen science* attivi in Europa (Science Europe, 2018) è emerso che questi ultimi si estendono soprattutto su scala nazionale e che sono principalmente

focalizzati sul tema delle “*Life sciences*”. Questi risultati trovano conferma anche nei dati raccolti dall’European Commission (2018) in riferimento al numero di progetti attivi sulla piattaforma SciStarter, che evidenziano la preponderante presenza dei progetti di *citizen science* incentrati sui temi dell’ecologia ed ambiente, natura, biologia, animali. È interessante notare che tra i progetti che riguardano il tema della biologia, la maggior parte delle ricerche si concentra sullo studio di invertebrati, uccelli e piante e che si osserva un discostamento tra l’alta frequenza con cui le ultime due categorie sono oggetto di ricerca e la minore rilevanza delle stesse in termini di specie descritte dalla scienza (Science Europe, 2018).

Come mostrato dal grafico (FIGURA 2.4), a partire dal 2010 si registra un aumento significativo nel numero di pubblicazioni di *citizen science*, dovuto anche alla crescente visibilità dei progetti ottenuta attraverso l’utilizzo di piattaforme *web* (come Galaxy Zoo, eBird, FoldIT) per raggiungere i contributori (Kullenberg & Kasperowski, 2016).

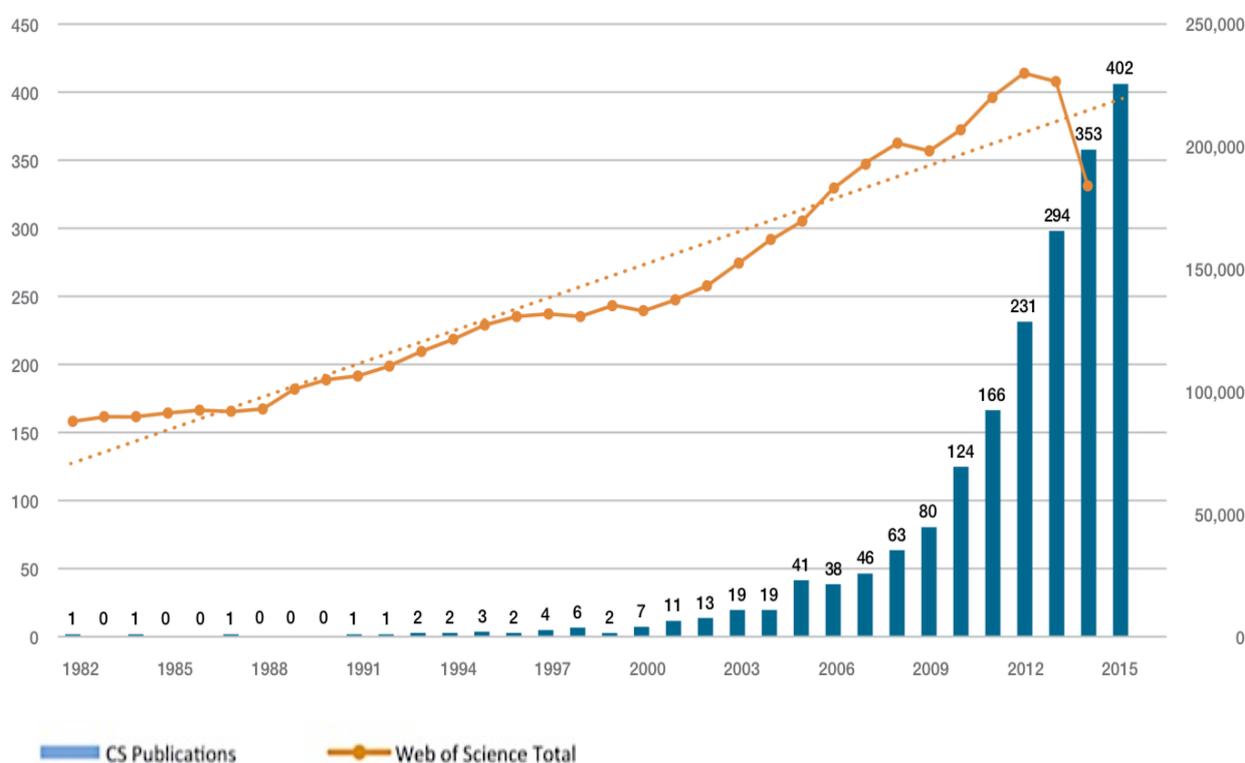


FIGURA 2.4: Crescita del numero di pubblicazioni di *citizen science* comparata con il totale delle pubblicazioni scientifiche

Fonte: Science Europe (2018)

Inoltre anche le fasi tipiche dei progetti di ricerca scientifica sono state fortemente modificate dall’IT, che ha permesso la visualizzazione in tempo reale dei dati, lo sviluppo di *community* virtuali e la condivisione di conoscenza al loro interno, la creazione di reti di banche di dati e l’utilizzo di misure standardizzate per la garantire la qualità e l’integrazione dei dati. Successivamente, nell’ultima parte del capitolo sono stati elencati i principali modelli teorici utilizzati per la classificazione dei progetti con i relativi casi pratici.

Come è possibile notare dalla TABELLA 2.4 che mette a confronto alcuni progetti, uno stesso progetto può essere analizzato in ottiche differenti e assumere diversi connotati a seconda dello schema che si sceglie di adoperare.

Progetto e breve descrizione	Classificazioni a confronto	
	Wiggins & Crowston	Hacklay
Galaxy Zoo <i>Classificare immagini delle Galassie</i>	Virtual	Volunteer thinking
eBird <i>Collezionare osservazioni di uccelli</i>	Investigation	Volunteer thinking
What's Invasive <i>Localizzare piante invasive</i>	Conservation	Volunteer thinking
ReClam the Bay <i>Ricostituire la popolazione di vongole e ostriche nelle baie locali</i>	Action	Participatory sensing
Corfe Mullen Bio-blitz <i>Identificare le specie del Corfe Mullen village e l'area circostante</i>	Investigation/Education	Participatory sensing
Climateprediction.net <i>I computer dei volontari vengono utilizzati per fare dei modelli predittivi sul clima</i>	Virtual	Community/ Civic science

TABELLA 2.4: Due modelli di classificazione dei progetti a confronto

Fonte: ns elaborazione, da Science Europe (2018)

Tra tutti i modelli proposti, gli schemi più diffusi nella pratica sono la classificazione sulla base del modello di *governance* e quella in base all'approccio ed agli obiettivi del progetto, in quanto entrambi i modelli si basano su elementi facilmente rintracciabili e garantiscono una chiara distinzione tra diversi tipi di progetto. In conclusione, è interessante notare che il modello “*contributory*” è stato il più produttivo in termini di pubblicazioni “*peer reviewed*”, mentre gli approcci “*collaborative*” e “*co-created*” essendo caratterizzati da obiettivi più pratici, potrebbero contribuire alla diffusione della *citizen science* (Science Europe,2018).

CAPITOLO 3: La *Citizen science* ed i *Big Data*

La crescita senza precedenti del volume, della varietà e della velocità con cui vengono generati e trasferiti i dati emersa nel corso dell'ultimo decennio ha definito la nascita del concetto di "*Big Data*". Si tratta di dati caratterizzati da grandi volumi, altissima velocità, elevata varietà, bassa veridicità e, soprattutto, grande valore. Questi enormi *set* di dati infatti, vengono generati, analizzati ed elaborati in tempo reale e costituiscono una indispensabile fonte di vantaggio competitivo per le aziende, che sono costantemente sottoposte alla sfida di riuscire ad estrapolare *valuable insights* dalla loro comprensione ed integrazione.

Il presente capitolo analizza il ruolo e la rilevanza dei dati all'interno dei progetti di *citizen science*: partendo dalla centralità dei *Big Data* nella società moderna, si dimostrerà come i progetti di *citizen science*, oltre a contribuire in modo significativo alla ricerca scientifica, possano essere un mezzo molto efficace per la raccolta di ulteriori e significativi *insights* non strettamente collegati alla scienza (ad esempio legati al comportamento dei partecipanti, al sesso, al livello di istruzione, etc.), ma di rilevanza pratica e manageriale.

In particolare, nel primo paragrafo viene definito il concetto di *Big Data*, facendo riferimento alle principali caratteristiche che li definiscono (*Volume, Variety, Velocity, Veracity, Value*) ed al modello della "*Big Data Value Chain*" (che permette di estrapolare intuizioni dai dati), ma soprattutto evidenziandone la crescente importanza in riferimento all'impatto positivo che l'implementazione delle tecniche di analisi dei *Big Data* ha sulla *performance* aziendale ed in molti settori (società, assistenza sanitaria, etc.). Dopo aver analizzato le diverse metodologie utilizzate dai *citizens* nella fase di raccolta delle osservazioni e come queste ultime siano cambiate con l'avvento dell'ICT, nel secondo paragrafo viene evidenziato il legame tra *citizen science* e *Big Data*. L'enorme diffusione di *smartphone, device* e sensori non solo ha semplificato il processo di raccolta ed analisi dei dati ma offre nuove grandi opportunità, come la possibilità di collezionare (oltre ai dati rilevanti per il progetto scientifico) ulteriori informazioni dalla quale elaborazione ed integrazione è possibile estrapolare *insights* di valore. Inoltre, vengono affrontate le principali criticità legate a qualità (intesa come affidabilità) e quantità dei dati nei progetti di *citizen science*, proponendo delle possibili soluzioni da implementare prima, durante o dopo lo svolgimento del progetto.

Infine, attraverso la descrizione di due progetti di *citizen science*, "*enviroCar*" ed "*eBird*" si fornirà evidenza empirica di quanto sopra discusso: "*enviroCar*" ha permesso di estrapolare *insights* rilevanti (ad esempio sul traffico) utilizzando i sensori automobilistici, mentre "*eBird*" è tra i progetti di *citizen science* più conosciuti e sarà utile per comprendere come concretamente vengono gestite le criticità relative a quantità e qualità nei progetti.

3.1 I *Big Data*: definizione

La crescita esponenziale del volume dei dati e della loro importanza ed utilità nella vita di tutti i giorni (si stima che entro il 2020 ci saranno più di 16 trilioni di gigabyte o “*zettabyte*” di dati utili) (Kitchin, 2014) rende i *Big Data* un tema emergente in un’epoca come la nostra caratterizzata da *smartphone* e sensori che generano flussi continui di dati, dall’omnicanalità, dall’interconnettività e dalla condivisione. In un contesto del genere, diventa indispensabile saper analizzare, gestire ed elaborare questi enormi flussi di dati non strutturati con l’obiettivo di integrarli per ottenere informazioni utili e *valuable insights* (Cavanillas, Curry & Wahlster, 2016). La diffusione del Web 3.0, l’avvento dell’IoT, lo sviluppo dell’Industria 4.0 e la proliferazione delle nuove tecnologie hanno fortemente contribuito alla generazione di enormi quantità di dati disponibili in tempo reale e relativi alle interazioni prodotto-cliente, alle esigenze del mercato, ai cicli di vita dei prodotti, alle opinioni, preferenze, attitudini dei consumatori e così via (Ardito, Scuotto, Del Giudice & Messeni, 2018).

Tutto ciò ha portato alla cosiddetta “*era dei Big Data*” (Ardito et al., 2018): un ‘era in cui i dati derivanti dai contenuti generati dai consumatori (e non solo) sono interconnessi tra loro, aggregati, analizzati e sincronizzati in tempo reale ed in cui l’uso intelligente dei dati è diventato il principale motore per la creazione di valore (Del Vecchio, Mele, Ndou & Secundo, 2018).

Secondo Jin, Wah, Cheng & Wang (2015), i *Big Data* possono essere definiti come “*qualsiasi insieme di set di dati talmente grandi e complessi da renderne difficile l’elaborazione con gli strumenti tradizionali*” o, sposando l’interpretazione proposta da Hashem et al. (2015), i *Big Data* sono “*un insieme di tecniche e tecnologie che richiedono nuove forme di integrazione per scoprire grandi valori nascosti all’interno di set di dati diversi, complessi e di grandi dimensioni*”.

In particolare, le caratteristiche distintive dei *Big Data* vengono facilmente descritte e visualizzate con il modello delle “5V” (Jin et al., 2015):

- *Volume*: si riferisce alla grande quantità di dati generati da diverse fonti e che continua a crescere. Raccogliere grandi quantità di dati permette la creazione di informazioni e di *pattern* attraverso l’analisi dei dati (Hashem et al., 2015);
- *Variety*: si riferisce ai diversi tipi di dati (possono includere video, immagini, audio, testo) raccolti tramite sensori, *smartphone* o *social network*, in formato strutturato o non strutturato (Hashem et al., 2015). La maggior parte dei dati prodotti dalle *app* sono di tipo “non strutturato” e possono provenire da fonti interne (come ad esempio i *sensor data*) e fonti esterne (come i *social media*) (Gandomi & Haider, 2015);
- *Velocity*: si riferisce alla velocità con la quale i dati sono generati, analizzati e trasferiti. L’introduzione di dati precedentemente archiviati, l’incorporazione di raccolte di dati complementari ed il flusso di dati provenienti da più fonti modificano continuamente i dati (Hashem et al., 2015);

- *Veracity*: si riferisce alla necessità di assicurare un'interpretazione affidabile e sicura dei dati (Del Vecchio, Di Minin, Petruzzelli, Panniello & Pirri, 2018);
- *Value*: è l'elemento più importante e si riferisce alla scoperta di valori nascosti ed *insights* partendo dall'analisi di grandi insiemi di dati di diversa tipologia e provenienza, che vengono integrati (Hashem et al., 2015). In questo senso, il valore riguarda l'utilità dei dati per il processo decisionale e il miglioramento complessivo delle prestazioni aziendali complessive (Del Vecchio et al., 2018).

In sintesi, rispetto ai dati tradizionali, i *Big Data* sono caratterizzati da volume enorme, velocità elevata, varietà elevata, bassa veridicità e alto valore (Jin et al., 2015) e quindi le tecniche tradizionali di analisi dei dati, progettate per estrarre informazioni da *set* di dati statici, scarsi e aderenti a rigorose ipotesi, sono state sostituite da nuove tecniche analitiche (ad esempio l'intelligenza artificiale) con l'obiettivo di ottimizzare i risultati (Kitchin, 2014). Si tratta di un approccio epistemologico completamente nuovo: anziché analizzare i dati per testare una teoria, l'analisi ed integrazione dei *Big Data* ha l'obiettivo di ottenere *insights* nate dai dati. Secondo Kitchin (2014) la crescente disponibilità di *Big Data* e dei nuovi strumenti di analisi sta definendo il “quarto paradigma²” della scienza, basato sui progressi nelle forme di dati e sullo sviluppo di nuovi metodi analitici. Nella TABELLA 3.1 viene sintetizzata l'evoluzione della scienza descritta attraverso i quattro paradigmi proposti da Gray (Kitchin, 2014).

Paradigma	Natura	Forma	Quando
I	Scienza sperimentale	Empirismo: descrivere un fenomeno naturale	Pre-Rinascimento
II	Scienza teorica	Creare modelli e generalizzazione	Pre- Computer
III	Scienza computazionale	Simulazione di fenomeni complessi	Pre- Big Data
IV	Scienza esplorativa/conoscitiva	“ <i>data-intensive</i> ”, esplorazione statistica ed estrapolazione di dati	Ora

TABELLA 3.1: Evoluzione della scienza descritta attraverso quattro paradigmi

Fonte: ns elaborazione, da Kitchin (2014).

Secondo Kitchin (2014), quindi, fin dalle sue origini Pre-Rinascimentali, la scienza si sarebbe evoluta dalla sua forma originaria di “*scienza sperimentale*” orientata alla descrizione dei fenomeni naturali, alla forma attuale di “*scienza data-intensive*” orientata all'esplorazione statistica ed all'estrapolazione di dati.

² un paradigma costituisce un modo accettato di interrogare il mondo e sintetizzare conoscenze comuni da parte sostanziale di ricercatori in una disciplina in ogni momento (Kitchin,2014)

3.1.1 Classificazione dei *Big Data*

Per comprendere meglio le caratteristiche dei *Big Data*, risulta utile classificarli sulla base di cinque aspetti: fonti di dati, formato dei contenuti, archivi di dati, gestione temporanea dei dati ed elaborazione dei dati (Hashem et al., 2015). Questi cinque elementi definiscono altrettante categorie di dati, e vengono utilizzati come criteri per classificare le diverse tipologie di informazioni sulla base di determinate caratteristiche e complessità, come mostra LA FIGURA 3.1.

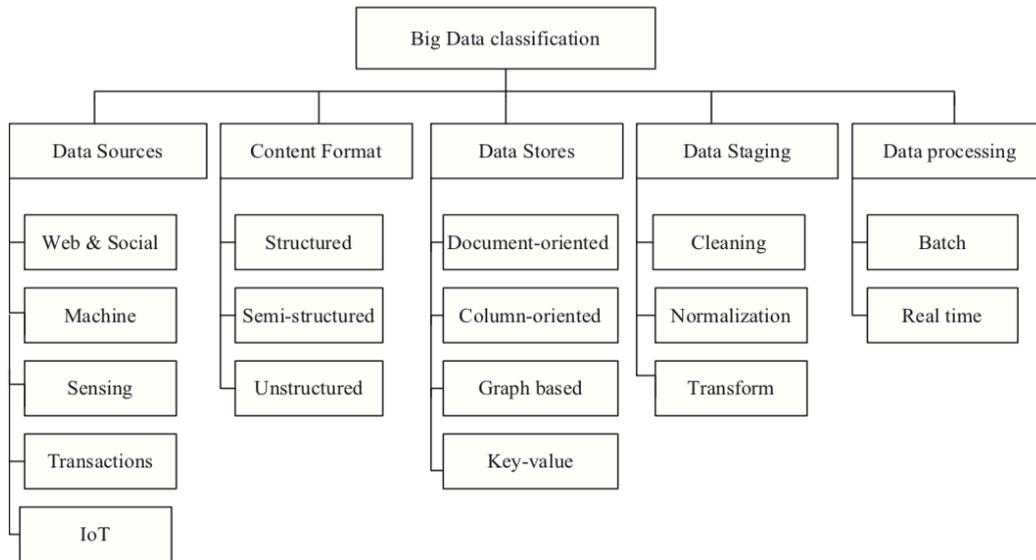


FIGURA 3.1: Schema rappresentativo delle possibili classificazioni dei Big Data

Fonte: Hashem et al. (2015)

In particolare, secondo Hashem et al. (2015) le fonti di dati (*Data sources*), possono essere:

- *Web e social*: i *social media* sono fonti di informazioni generate via URL per condividere e scambiare conoscenze e idee in comunità e reti virtuali (Hashem et al., 2015);
- *Machine*: sono informazioni generate automaticamente da un *hardware* o *software* senza alcun intervento umano (Hashem et al., 2015);
- *Sensing*: dati generati dai sensori, che misurano quantità fisiche e le convertono in segnali (Hashem et al., 2015);
- *Transactions*: dati che sono generati da un evento che implica una dimensione temporale per descriverli (ad esempio dati finanziari) (Hashem et al., 2015);
- *IoT*: insieme di oggetti che sono identificabili in modo univoco come “*parti di Internet*”, consentono processi e servizi più efficienti e producono enormi quantità di dati ed informazioni (Hashem et al., 2015).

Un'ulteriore classificazione dei *Big Data* sulla base delle fonti è quella proposta da George, Haas & Pentland (2014), che distingue:

- *Public Data*: si tratta di dati generalmente detenuti da governi, organizzazioni governative e comunità locali che possono essere sfruttati dalle aziende (ad esempio: dati sul trasporto, assistenza sanitaria, uso di energia) (George et al., 2014);
- *Private data*: sono dati posseduti da aziende private, *no-profit* e soggetti individuali che non possono essere facilmente attribuiti a fonti pubbliche (ad esempio: transazioni del consumatore, trasferimento di merci e risorse aziendali) (George et al., 2014);
- *Data Exhaust*: sono dati ambientali *non-core* raccolti passivamente, ma che possono essere ricombinati con altre fonti di dati con l'obiettivo di creare nuove fonti di valore. Ad esempio, utilizzando il cellulare gli individui generano dati ambientali come sottoprodotti delle loro attività quotidiane (George et al., 2014);
- *Community Data*: sono dati non strutturati, all'interno di *network* dinamici che catturano i *social trend* (ad esempio recensioni dei consumatori sui prodotti) (George et al., 2014);
- *Self-Quantification Data*: è una tipologia di dati che si manifesta attraverso la quantificazione di azioni e comportamenti personali dell'individuo (ad esempio i *band* che monitorano l'esercizio fisico e trasferiscono i dati sulle *app mobile*) (George et al., 2014);

Inoltre, i *Big Data* possono essere classificati in base al formato del loro contenuto (*Content format*), distinguendo (Hashem et al., 2015):

- *Structured*: dati semplici da inserire, memorizzare e analizzare, includono numeri, parole e date (Hashem et al., 2015);
- *Semi-structured*: dati che non seguono un sistema di *database* convenzionale, la cui acquisizione richiede l'uso di regole complesse che decidono in modo dinamico il processo successivo all'acquisizione dei dati (Hashem et al., 2015);
- *Unstructured*: sono dati che non seguono un formato specifico, come ad esempio informazioni sulla posizione e dati sui *social media*. Data la loro crescente diffusione e rilevanza, comprendere ed integrare questi dati è una sfida (Hashem et al., 2015).

Sulla base dei *Data Stores* (depositi di dati), invece, la classificazione è in (Hashem et al., 2015):

- *Document-oriented*: si tratta di depositi progettati per archiviare raccolte di documenti ed informazioni in diversi formati *standard*, come XML, PDF o Word. È assimilabile ad una riga in un *database* relazionale ma è più flessibile e consente di recuperare documenti in base al contenuto (Hashem et al., 2015);

- *Column-oriented*: è diverso perché archivia contenuti in colonna e non solo secondo un ordine di riga. I valori dei vari attributi che appartengono alla stessa colonna sono archiviati in modo contiguo (Hashem et al., 2015);
- *Graph database*: è progettato per archiviare e rappresentare dati che usano un modello grafico con nodi collegati tra loro attraverso relazioni (Hashem et al., 2015);
- *Key-value*: è un sistema alternativo che archivia ed accede ai dati progettati per essere scalati a dimensioni molto grandi (Hashem et al., 2015).

Utilizzando come criterio di classificazione il *Data staging* (cioè la preparazione dei dati), Hashem et al. (2015) individuano tre processi: *Cleaning* (identificare dati irragionevoli o incompleti), *Transform* (trasformare i dati in una forma adatta per l'analisi) e *Normalization* (strutturare il *database* in modo da ridurre al minimo la ridondanza). Infine, l'ultima forma di classificazione descritta da Hashem et al. (2015) è in base all'elaborazione dei dati (*Data processing*), che può essere *Batch* (consente di scalare la dimensione di applicazioni attraverso ampi gruppi di macchine che comprendono migliaia di nodi) o *Real time* (piattaforma di calcolo distribuito che consente ai programmatori di sviluppare in modo conveniente applicazioni per processare flussi continui di dati).

3.1.2 La “*Big Data Value Chain*”

La “*Big Data Value Chain*” è un modello che, attraverso una serie di fasi, viene utilizzato per descrivere il flusso di informazioni e la creazione di valore all'interno di un sistema di *Big Data* (Curry, 2016). Come strumento analitico, la catena del valore serve per classificare ed ottimizzare le attività che aggiungono valore ad un'organizzazione, ognuna delle quali è caratterizzata da determinati *input* ed *output*. Nel caso della *Big Data Value Chain*, sono i flussi di informazioni ed i dati ad essere oggetto di ottimizzazione e, attraverso una serie di attività chiave (acquisizione, analisi, *curation*, deposito, utilizzo) ad essere trasformati in intuizioni e conoscenze di valore (Curry, 2016).

Più in dettaglio, le fasi che compongono la *Big Data Value Chain* sono:

- ***Data acquisition*** (o “acquisizione dei dati”), riguarda il processo di raccolta e filtraggio al quale sono sottoposti i dati prima di essere inseriti nei *data warehouse*. I dati che vengono prodotti continuamente dal *web* (*chat*, messaggi, discussioni sui *forum*, *post*) sono strettamente correlati alla vita quotidiana degli individui ed anche se individualmente potrebbero non aver alcun valore, attraverso la loro aggregazione è possibile scoprire informazioni utili sugli utenti (come *hobby*, preferenze) fino a riuscire a prevedere i loro comportamenti e stati d'animo (Chen, Mao & Liu, 2014). Inoltre, trattandosi di *set* di dati su larga scala, possono provenire da diverse fonti (come sensori, *citizen sensing*, *social network*, *device*, *web*) e presentare strutture diverse o addirittura essere non strutturati (video, immagini, *file* multimediali), quindi è necessaria l'implementazione di un'infrastruttura che riesca a

supportarne l'acquisizione e a gestirla senza disperdere grandi volumi di dati nel processo (Curry, 2016).

- **Data Analysis** (o “analisi dei dati”), implica l'elaborazione e l'esplorazione dei dati per evidenziare ed estrapolare informazioni utili ad alto potenziale per le organizzazioni. Attraverso questo processo di analisi, gli enormi volumi di dati eterogenei raccolti nella fase di *acquisition* e caratterizzati da diversi formati, strutture, fonti vengono trasformati in dati utilizzabili, con un significativo impatto economico e sociale (Cavanillas et al., 2016).
- **Data Curation**, comprende diverse attività (creazione di contenuti, convalida, conservazione dei dati) che servono per garantire che le informazioni soddisfino i requisiti di qualità necessari per il loro utilizzo (e riutilizzo) nel tempo (Cavanillas et al., 2016).
- **Data Storage** (o “archiviazione dei dati”), riguarda diverse tecnologie ed approcci utilizzati per memorizzare e gestire i dati con l'obiettivo di garantirne un accesso rapido quando necessario. Inoltre, è necessario che venga garantita la sicurezza e rispettata la *privacy* (Cavanillas et al., 2016), quindi da un lato, l'infrastruttura di *storage* deve garantire uno spazio di archiviazione affidabile e dall'altro deve fornire una potente interfaccia di accesso per l'analisi di una grande quantità di dati (Chen et al., 2014).
- **Data Usage** (o “utilizzo dei dati”), questa fase è rivolta a quelle attività del *business* che sono *data-driven* e necessitano dell'accesso ai dati, ma anche degli strumenti necessari per l'integrazione degli *insights* ottenuti dall'analisi dei dati all'interno dei processi aziendali (Cavanillas et al., 2016).

3.1.3 Impatto dei *Big Data*

Il concetto di *Big Data*, definito come *set* di dati enormi o complessi, ha attirato l'attenzione del mondo accademico e dei professionisti, facendoli concordare sulla considerazione che questo flusso di dati crea nuove opportunità. Molte organizzazioni, infatti, hanno cercato di implementare e migliorare la propria capacità di analisi ed elaborazione dei *Big Data*, attraverso l'applicazione di tecniche analitiche avanzate (come analisi statistiche, *data mining*, etc.) su grandi *set* di dati con l'obiettivo di scoprire eventuali correlazioni nascoste, *trend* e altre informazioni in grado di aumentare l'efficienza operativa (Tiwari, Wee & Daryanto, 2018). Infatti, è stato dimostrato che le tecnologie di *Big Data Analytics* consentono alle aziende di migliorare le proprie prestazioni (ad esempio in termini di produttività e redditività) generando un vantaggio competitivo e che la gestione efficace delle informazioni può creare agilità organizzativa (Côte-Real, Oliveira, & Ruivo, 2017). A dimostrazione di ciò, risulta utile verificare l'impatto che l'analisi dei *Big Data* ha sulle diverse aree di gestione della *supply chain* aziendale:

- **Individuazione strategica dei fornitori:** essendo una *partnership* strategica a lungo termine ed incentrata sulla gestione delle relazioni con i fornitori, l'obiettivo principale è selezionare dei *partner* di fornitura che sappiano adattarsi alle sfide future dei *Big Data*. I *Big Data*, infatti, possono fornire numerose informazioni sulle capacità strategiche dei fornitori e sul modello di spesa organizzativa (Tiwari et al., 2018).

- **Progettazione del *network della supply chain*:** Dall'analisi dei *Big Data* si possono ricavare non solo informazioni sulla domanda dei clienti e le operazioni di magazzino, ma anche ulteriori *insights* utili per creare nuove opportunità per l'implementazione di una complessa rete di distribuzione (Tiwari et al., 2018).
- **Design e sviluppo del prodotto:** partendo dal presupposto che è necessario allineare i vincoli della *supply chain* con le specificità del prodotto, l'utilizzo dei *Big Data* (ad esempio attraverso l'analisi del comportamento *online* dei clienti) in questa area gestionale risulta molto utile per migliorare l'adattabilità del prodotto e per prevedere le esigenze dei clienti (Tiwari et al., 2018).
- **Pianificazione della domanda:** l'analisi dei *Big Data* migliora la previsione della domanda e la pianificazione della produzione, ma deve essere coerentemente supportata dai progressi tecnologici (Tiwari et al., 2018).
- **Approvvigionamento:** attraverso la *Big Data Analytics*, è possibile identificare, valutare, mitigare e gestire i rischi collegati all'approvvigionamento ed alle prestazioni dei fornitori (Tiwari et al., 2018).
- **Produzione:** l'utilizzo di *Big Data* interni ed esterni si è rivelato utile anche nella costruzione di sistemi intelligenti per migliorare l'efficienza produttiva (Tiwari et al., 2018).
- **Magazzino:** l'analisi dei *Big Data* permette di individuare le interrelazioni tra i dati, ad esempio collegando il sistema di produzione interno con i *partner* esterni (clienti e fornitori) (Tiwari et al., 2018).
- **Logistica e distribuzione:** per poter essere competitivi e per garantire la completa integrazione della *supply chain* è fondamentale applicare l'analisi dei *Big Data* anche alla logistica, alla distribuzione ed ai trasporti (Tiwari et al., 2018).
- **Supply chain agility e sostenibilità:** molti studi hanno dimostrato come i *Big Data* possano essere utilizzati a supporto della *agility* e della sostenibilità della *supply chain* (Tiwari et al., 2018).

Riuscire a trarre vantaggio dall'esplosione di dati disponibili in tutte le aree della *supply chain* è una delle principali sfide manageriali, ma dallo studio di Côte-Real et al. (2017) emerge che è allo stesso tempo una potenziale fonte di vantaggio competitivo. L'analisi dei *Big Data*, infatti, facilita il monitoraggio in tempo reale della *supply chain*, migliorandone la flessibilità e la capacità di pianificare in modo proattivo le attività che la compongono e la consapevolezza degli eventi esterni (Tiwari et al., 2018). In particolare, gli investimenti strategici in *Big Data Analytics* sono necessari per le imprese Europee per poter sopravvivere in mercati competitivi e rafforzare la propria *agility* organizzativa, in modo da ottenere una migliore *performance* (in termini di processi e di sviluppo del vantaggio competitivo) (Côte-Real et al., 2017). Dalla ricerca di Kiron & Shockley (2011) emerge che per ottenere un vantaggio competitivo non basta avere la giusta combinazione di persone, dati e strumenti, ma è necessario implementare e diffondere una cultura orientata ai dati, utilizzando l'analisi dei dati come una vera e propria risorsa strategica e supportandola con la gestione organizzativa. Gli effetti provocati dall'utilizzo di tecniche di *Big Data Analytics* in numerosi settori sono stati

evidenziati da diversi studi, che ne hanno dimostrato l'utilità per migliorare l'esperienza del cliente, formulare raccomandazioni *just-in-time*, ridurre i costi operativi e monitorare efficacemente la produzione e la gestione delle *operations* (Wamba et al., 2017). Nel valutare l'effetto delle *BDA*³ sulla produttività aziendale, Müller, Fay & vom Brocke (2018) hanno scoperto che:

- queste attività permettono di aumentare la produttività aziendale del 4%,
- nel caso di aziende appartenenti ad industrie ad alta intensità IT, l'effetto è stato ancora più forte e la produttività è aumentata del 6,7%,
- per le aziende collocate in settori altamente competitivi, l'implementazione delle *BDA* ha permesso di incrementare la produttività del 5,7%.

Questi risultati confermano le evidenze emerse dallo studio di Tambe (2014) che, partendo dal presupposto che le soluzioni di *BDA* necessitano di risorse IT specifiche e di capacità complementari, ha attestato che solo le organizzazioni dotate di notevoli risorse di dati riescono ad estrapolare valore dai grandi investimenti in tema di *Big Data*. Quindi, prima di investire in questo tipo di attività, è necessario prendere in considerazione le caratteristiche e le peculiarità del settore in considerazione, in quanto non è detto che gli effetti, i costi ed i benefici della *BDA* rimangano immutati quando cambia il settore di riferimento (Müller et al., 2018). In realtà, nonostante l'elevato potenziale dei *Big Data*, molte organizzazioni non sono ancora in grado di estrapolare informazioni di valore sfruttando il flusso e la potenza dei dati che hanno a disposizione, pertanto si prevede che gli sforzi futuri di molte organizzazioni ed aziende saranno focalizzati sull'implementazione delle *Big Data Analytics* all'interno delle *supply chain* (Tambe, 2014). Come evidenziato da Tiwari et al. (2018), i *Big Data* possono avere diverse applicazioni, anche in contesti diversi rispetto a quello strettamente aziendale:

- Assistenza sanitaria: l'utilizzo della *BDA* riduce i costi sanitari e migliora la qualità e l'efficienza del settore sanitario, ma molte sono le sfide che sorgono in questo campo applicativo (Problemi di proprietà, di acquisizione e di standardizzazione dei dati) (Tiwari et al., 2018).
- Ricerca scientifica: come già accennato precedentemente, l'emergere del concetto di *Big Data* ha generato un *nuovo paradigma* di ricerca basato sulla necessità di interpretare ed integrare le informazioni per creare valore (Jin, Wah, Cheng & Wang, 2015).
- Società: i *Big Data* possono essere considerati come un "*network mapped to society*" (Jin et al., 2015), in quanto contengono molte informazioni sulla società, che possono risultare utili in svariati ambiti (politica, economia). Percepire in anticipo i segnali digitali "di allarme" permette di attivare in modo preventivo eventuali soluzioni (Jin et al., 2015).

³ Big Data Analytics

In particolare, la FIGURA 3.2 evidenzia i settori in cui si è registrato un più intensivo utilizzo di *Big Data*:

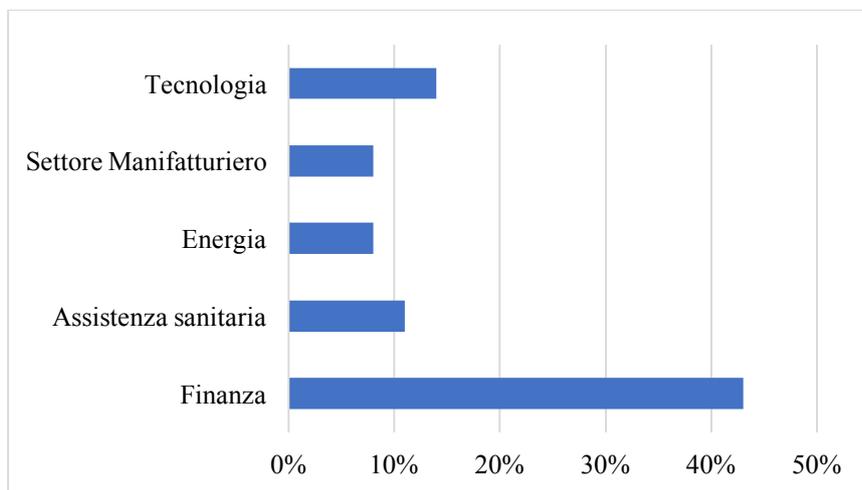


FIGURA 3.2: Settori caratterizzati da un intenso utilizzo di *Big Data*

Fonte: ns elaborazione, da Tiwari, Wee & Daryanto (2018)

In conclusione, osservando il grafico, risulta evidente che il settore in cui attualmente si fa un maggiore uso della *BDA* è quello finanziario, seguito dal settore tecnologico e quello sanitario.

3.2 La *Citizen science* ed i *Big Data*

I progressi in campo tecnologico (*app*, sensori, giochi *online*, tecnologie *wireless*) hanno radicalmente modificato le modalità con cui i *citizens* collezionano, analizzano e condividono i dati nei progetti. Come già descritto nel Capitolo 2 (2.2.3), l'impatto delle tecnologie emergenti è evidente in tutte le fasi del progetto e offre nuove opportunità per il coinvolgimento dei partecipanti, il controllo della qualità dei dati e la diffusione dei risultati ottenuti. In particolare, questi innovativi *device* non solo permettono di collezionare con estrema facilità le informazioni utili ai fini del progetto scientifico, ma soprattutto riescono ad intercettare ulteriori dati dalla cui elaborazione è possibile estrapolare informazioni di valore per contesti diversi dalla ricerca scientifica. Data la grande diffusione dei progetti di *citizen science* su ampia scala geografica e la crescente diffusione e rilevanza dei *Big Data*, in questo paragrafo viene trattato il legame tra questi due temi, evidenziando le principali criticità relative alla gestione, archiviazione ed integrazione di grandi quantità di dati eterogenei, ma anche la possibilità di estrapolare informazioni di valore partendo dal flusso indistinto di dati che viene generato in modo continuo da *device*, sensori, *smartphone*.

3.2.1 Raccogliere dati nei progetti e collezionare *insights* aggiuntivi

Per quanto riguarda la fase di raccolta dei dati, l'impatto della tecnologia e dei nuovi *device* è stato particolarmente forte: accantonate le metodologie più tradizionali basate sulla semplice trascrizione delle osservazioni (inevitabilmente legata ad alte possibilità di fare degli errori o di disperdere le informazioni raccolte), si è optato per modalità di raccolta più rapide e precise. Indipendentemente dall'area scientifica di indagine, i progetti di *citizen science* adottano un approccio comune alla raccolta dei dati, basato sul collezionare una serie di osservazioni o analisi individuali prevalentemente tramite dispositivi mobili o tecnologie *web*, impiegando di volta in volta funzionalità diverse (Prestopnik & Crowston, 2012). L'utilizzo di queste nuove tecnologie è stato abilitato principalmente dall'evoluzione del *Web 2.0* (Goodchild, 2007), che ha facilitato la condivisione di dati ed incoraggiato la creazione di contenuti da parte degli utenti. In effetti, quasi tutti i progetti di *citizen science* raccolgono i dati tramite il sito *web*, che viene utilizzato per promuovere e spiegare i progetti (Roy et al., 2012), spesso in associazione ad un *blog* dedicato per favorire la diffusione dei contenuti. Un conosciuto esempio di progetto di *citizen science* che utilizza un sito *web* particolarmente sofisticato è "*eBird*" (discusso nel paragrafo 3.3.2).

Inoltre, anche la proliferazione di innovativi *device* (come *smartphone* e *tablet*), l'avvento dei *social network*, il potenziamento della *cyber*-infrastruttura ed il sempre più diffuso utilizzo di *database* e di piattaforme integrate hanno notevolmente modificato la raccolta e la gestione delle informazioni relative ai progetti di *citizen science*. Ad esempio, come suggerito da Roy et al. (2012) si potrebbe scegliere di raccogliere i dati attraverso le *app* che, semplici da usare, possono rivelarsi particolarmente efficienti soprattutto se integrate con i siti *web*: la crescente disponibilità di *smartphone* e *tablet* sta rivoluzionando la raccolta dei dati in quanto questi dispositivi permettono agli utenti di condividere automaticamente la propria posizione (tramite GPS⁴), inviare le fotografie relative alle osservazioni e fornire ulteriori informazioni. Esempi di *app* di successo sono "*Creekwatch*" (che consente la presentazione di foto geo-localizzate) e "*BirdTrack*" (che registra sul campo gli avvistamenti di uccelli e rende i dati disponibili per l'analisi).

Anche i *social network* potrebbero essere sfruttati per la ricerca biologica o ecologica, riducendo al minimo molte delle imprecisioni più comuni che si riscontrano nei dati raccolti dai volontari grazie alle funzionalità che permettono il caricamento delle immagini integrate alla posizione (Catlin-Groves, 2012). Ovviamente, nessuna tecnologia può supportare adeguatamente tutti gli obiettivi di tutti i progetti di *citizen science* ed è importante abbinare tra loro le diverse funzionalità per raggiungere di volta in volta scopi diversi (Prestopnik & Crowston, 2012).

⁴ GPS: consente la stima quasi istantanea della posizione sulla superficie terrestre, generalmente con una precisione superiore a 10 m (Goodchild, 2007)

La FIGURA 3.3 spiega in modo molto intuitivo l’impatto delle nuove tecnologie sull’evoluzione temporale della *citizen science*.

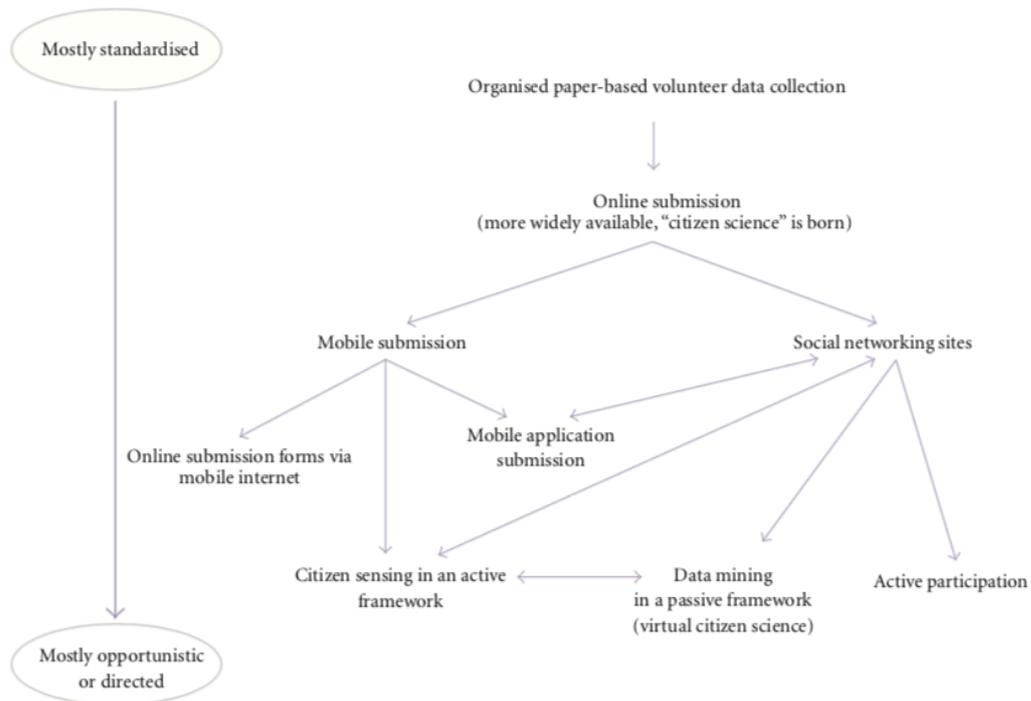


FIGURA 3.3: Evoluzione temporale dei progetti di *citizen science* causata dall’impatto delle nuove tecnologie.

Fonte: Catlin-Groves (2012)

Nella sua accezione originaria, la *citizen science* prevedeva la raccolta dei dati basata sulla trascrizione su carta delle osservazioni attraverso modalità standardizzate ed è solo con l’avvento del *web* che prende piede il concetto di *citizen science* basato sull’immissione *online* dei dati collezionati. La proliferazione delle tecnologie, poi, ha abilitato forme più complesse e complete di contribuzione (*mobile submission* e *social network sites*) che prevedono una partecipazione attiva dei *contributors*, fino ad arrivare a forme di contribuzione più “*opportunistiche*” caratterizzate da un basso coinvolgimento dell’utente e dalla raccolta automatica dei dati (Han, Liang & Zhang, 2015).

Oltre a gestire progetti di ricerca che incoraggiano gli utenti ad impegnarsi in un processo di collezione ed invio dei dati più tradizionale (come le *face-to-face interactions*), negli ultimi anni la diffusione di *smartphone* innovativi (e dei sensori al loro interno integrati) non solo ha semplificato lo svolgimento dei *task* richiesti ai *citizens*, ma sta aprendo anche nuove opportunità per la *citizen science*, come la possibilità di rilevare attraverso i sensori (come sensori di prossimità, fotocamera, microfono, sensori GPS) ulteriori informazioni che possono essere sfruttate per scopi diversi dalla ricerca scientifica. Più in dettaglio, l’ampia disponibilità di *app* e di dispositivi mobili dotati di sensori ha fortemente influenzato la capacità di acquisire conoscenze locali e di condividerle per derivarne utili intuizioni sulla sicurezza pubblica, la pianificazione del traffico, il monitoraggio ambientale (O’Grady et al., 2016). Affinché questo sia possibile, è necessario che le grandi quantità di dati caotici e non strutturati (“*Big Data*”) rilevati attraverso l’attività (volontaria o

involontaria) dei *citizens* nei più disparati contesti vengano aggregati ed elaborati in modo da costituire un valido *input* da cui estrapolare *insights* aggiuntivi ed informazioni di contesto per diversi ambiti e scopi.

Innanzitutto, è necessario fare una distinzione sulle modalità con cui i diversi *mobile device* generano i dati. Più in dettaglio, accanto al semplice *mobile sensing* (basato sul rilevamento dei dati attraverso l'utilizzo dei dispositivi mobili), oggi è possibile rilevare in modo efficace anche i dati provenienti dai *social network* che, generati dagli utenti su larga scala, possono aprire nuove opportunità per comprendere le dinamiche della città e della società. (O'Grady et al., 2016). In particolare, mentre i dati di *mobile sensing* sono generati attraverso la partecipazione consapevole (o esplicita dei *citizens*) e quindi possono essere in un certo senso assimilati ai normali dati che caratterizzano i progetti di *citizen science*; i dati provenienti dai *social network* sono generati durante le interazioni sociali (quindi implicitamente) e possono essere sfruttati per uno scopo secondario, ad esempio per scoprire l'età media dei contributori, il sesso, il grado di istruzione e così via. In questo caso oltre alle informazioni relative alla *ambient awareness* (ad esempio i dati collezionati con l'obiettivo di analizzare determinati contesti ambientali per verificare la presenza di particolari specie animali), le tipologie di *insights* estraibili dai *Big Data* permettono di comprendere anche i contesti relazionali ed i modelli comportamentali degli utenti (*User awareness*) ma, soprattutto, di analizzare le interazioni sociali (*social awareness*) (O'Grady et al., 2016). Fino ad oggi, i progetti che hanno riguardato l'analisi e l'elaborazione dei dati provenienti dai contesti di *citizen science* per scoprire *insights* sulla *user* o *social awareness* sono estremamente pochi, ma nuovi studi potrebbero fornire spunti interessanti per future ricerche orientate alla scoperta di eventuali relazioni di tipo sociale o comportamentale.

Inoltre, prerogativa fondamentale affinché sia possibile estrapolare *insights* di valore è assicurarsi di avere un'elevata disponibilità di dati (*Big Data*), per quanto caotici e non strutturati possano presentarsi. Come si vedrà nel capitolo 4⁵ della presente trattazione, la motivazione è un elemento critico su cui far leva per garantire l'efficacia di questa forma di rilevamento dei dati basata sul *crowd*, in quanto per estrapolare intuizioni di valore è necessario che le informazioni siano distribuite su vasta scala attraverso la partecipazione di un elevato numero di partecipanti (O'Grady et al., 2016). È interessante considerare che la condivisione di dati personali potrebbe sollevare preoccupazioni sulla *privacy* (perché ad esempio, attraverso i sensori di geo-localizzazione, viene condivisa la posizione), quindi dovrebbero essere esplorate nuove tecniche per la protezione della *privacy* degli utenti (O'Grady et al., 2016).

⁵ analizza le motivazioni che spingono i *citizens* a partecipare e la loro evoluzione temporale

Infine, garantire la piena integrazione di grandi quantità di dati fortemente eterogenei per estrapolare informazioni aggiuntive e, soprattutto, creare valore costituisce una grande sfida (basti pensare che non si tratta di mera rilevazione dei *mobile data*, ma vengono presi in considerazione anche i *social network data*), quindi viene proposto un *framework* (FIGURA 3.4) che può essere confrontato con il modello della *Big Data Value Chain* (descritto nel paragrafo 3.1.2) e che permette di comprendere facilmente come vengono derivati gli *insights* partendo dal *sensing* dei dati di tipo *mobile* e *social network*:

- La *data acquisition* è effettuata attraverso il *crowdsensing*⁶, con cui vengono rilevati i dati generati dal *mobile sensing* e dalle *mobile internet apps* (O’Grady et al., 2016);
- Successivamente i dati vengono trasmessi ad una infrastruttura di raccolta dati, che si occupa della loro archiviazione (O’Grady et al., 2016);
- I dati archiviati vengono elaborati e processati, per evidenziare se è possibile estrapolare informazioni di valore (O’Grady et al., 2016);
- Si producono *Insights* e si evidenziano le potenziali applicazioni dei dati nei diversi contesti (O’Grady et al., 2016).

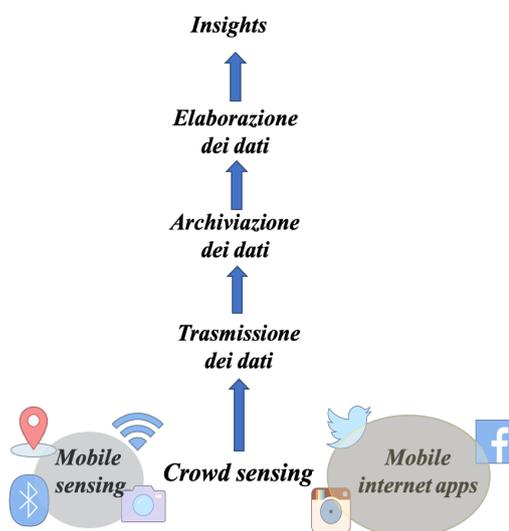


FIGURA 3.4: Estrapolare insights dai dati acquisiti con il crowdsensing

Fonte: ns elaborazione, da O’Grady et al.(2016)

La scoperta di *insights* aggiuntivi può anche verificarsi semplicemente con modalità più tradizionali (ad esempio attraverso sondaggi), come mostrano gli studi di Raddick et al. (2014) e di Cappa et al. (2016) (discussi nel Capitolo 4) che hanno rispettivamente indagato l’eventualità di un legame tra il genere e le motivazioni a partecipare (nel caso di *Galaxy Zoo*) e tra le motivazioni, l’età e le precedenti esperienze di ricerca (per *Brooklyn Atlantis*). Raccogliendo informazioni relative alle motivazioni che spingono gli individui a partecipare ai progetti, in entrambi i casi sono stati collezionati utili *insights* aggiuntivi. Il valore di questi *insights* è evidente se si pensa che dalla loro interpretazione si ricavano utili informazioni su possibili attività

⁶ Mobile Crowd Sensing (o “MCS”): nuovo paradigma di *sensing* basato sulla potenza dei dispositivi mobili e che consente ai citizens di produrre, acquisire ed aggregare rapidamente i dati rilevati per dedurre informazioni di contesto (ad esempio riferiti al meteo, al rumore, al traffico) ed erogare servizi incentrati sulle persone caricandoli sul web (Han, Liang & Zhang, 2015; O’Grady, et al., 2016)

ed iniziative per attrarre o coinvolgere di più ogni *target* di utenti individuato.

3.2.2 La qualità dei dati

L'avvento del *Web 2.0*, i *social network* ed i progressi in campo tecnologico hanno consentito ad un numero sempre maggiore di utenti di partecipare attivamente ai progetti di *citizen science*, fornendo innumerevoli quantità di dati utili per le ricerche scientifiche e, allo stesso tempo, permettendo ai *contributors* di accedere e utilizzare l'enorme mole di dati generati sui più svariati temi (Hunter, Alabri & van Ingen, 2013). Tuttavia, l'utilizzo di metodi di raccolta dei dati mal progettati e non standardizzati, le scarse conoscenze e competenze dei contributori in ambito scientifico e l'assenza di un'adeguata formazione pre-progetto, possono destare dubbi e sospetti sull'affidabilità ed integrità dei dati, con potenziali ripercussioni anche sui tassi di ritenzione dei volontari (Hunter et al., 2013). Dallo studio di Hunter et al. (2013) emerge che il tema della qualità dei dati nel contesto dei progetti di *citizen science* può essere declinato facendo riferimento sia a dimensioni interne, focalizzate sulla progettazione e sui processi per la produzione dei dati (come accuratezza, affidabilità e coerenza) che a dimensioni esterne (come la tempestività, l'affidabilità e l'interpretabilità), concentrate sull'utilità ed i possibili utilizzi dei dati (Sheppard & Terveen, 2011):

- *Accessibility*: la misura in cui le informazioni sono disponibili o facilmente reperibili (Hunter et al., 2013);
- *Appropriate amount of information*: la misura in cui il volume delle informazioni è appropriato in riferimento al *task* (Hunter et al., 2013);
- *Believability*: la misura in cui l'informazione è considerata vera e credibile (Hunter et al., 2013);
- *Completeness*: la misura in cui l'informazione non è mancante ed è di sufficiente portata e spessore (Hunter et al., 2013);
- *Concise representation*: la misura in cui l'informazione è rappresentata in modo compatto (Hunter et al., 2013);
- *Consistent representation*: la misura in cui le informazioni sono rappresentate nello stesso formato (Hunter et al., 2013);
- *Ease of manipulation*: la misura in cui le informazioni sono facili da utilizzare e da applicare a *task* diversi (Hunter et al., 2013);
- *Free-of-error*: la misura in cui l'informazione è corretta e affidabile (Hunter et al., 2013);
- *Interpretability*: la misura in cui le informazioni sono espresse con un linguaggio, simboli, unità idonee e con una chiara descrizione (Hunter et al., 2013);
- *Objectivity*: la misura in cui l'informazione è equa, senza pregiudizi ed imparziale (Hunter et al., 2013);
- *Relevancy*: la misura in cui le informazioni sono applicabili e utili per l'attività in corso (Hunter et al., 2013);
- *Reputation*: la misura in cui l'informazione gode di alta considerazione in termini di fonte o contenuto (Hunter et al., 2013);

- *Security*: la misura in cui l'accesso all'informazione è appropriatamente riservato per garantirne la sicurezza (Hunter et al., 2013);
- *Timeliness*: la misura in cui le informazioni sono sufficientemente aggiornate per il *task* in corso (Hunter et al., 2013);
- *Understandability*: la misura in cui l'informazione è facilmente compresa (Hunter et al., 2013);
- *Value-added*: la misura in cui l'informazione fornisce vantaggi dal suo utilizzo (Hunter et al., 2013).

Certamente, i problemi riguardanti la qualità dei dati potrebbero interessare qualsiasi tipo di ricerca scientifica e non solo i progetti di *citizen science*; tuttavia è importante sottolineare che in questo specifico contesto, trattandosi di dati raccolti, gestiti ed analizzati da “*non esperti*”, il rischio che una o più delle dimensioni che definiscono la qualità non siano rispettate è più elevato. Le cause di ciò potrebbero essere legate all'utilizzo di tecniche poco affidabili, alla limitata formazione dei partecipanti, alla loro tendenza di compiere errori sistematici o di falsificare i dati per rispettare le scadenze stabilite (Resnik, Elliott & Miller, 2015). Per affrontare queste criticità, sono stati elaborati numerosi metodi ed approcci (Riesch & Potter, 2014):

- **Training**: quando il tempo e le risorse a disposizione lo permettono, prima di iniziare il progetto gli scienziati possono decidere di garantire un'adeguata formazione ai *citizens* (ad esempio, spiegando come effettuare le osservazioni, registrare i dati, gestire i registri) e di supervisionarli nella raccolta e nell'interpretazione dei dati. Lo svantaggio di questo approccio è che limita il numero di partecipanti che possono essere raggiunti dal progetto (Riesch & Potter, 2014).
- **Verifica della coerenza con la letteratura esistente**: mentre la ricerca è in corso, gli scienziati possono controllare i dati raccolti dai “*non esperti*” per verificare, attraverso il confronto con le precedenti ricerche scientifiche sul tema (ma anche con le altre osservazioni), se ci sono anomalie o risultati insoliti (Resnik et al., 2015).
- **Standardizzazione dei protocolli di monitoraggio**: i professionisti dovrebbero progettare e stabilire un protocollo di monitoraggio appropriato e standardizzato, che possa garantire la qualità dei dati attraverso un monitoraggio continuo e regolare delle prestazioni (Crall, Newman, Holfelder, Graham & Waller, 2011).
- **Semplificazione dei task richiesti ai citizens**: per gestire la qualità delle informazioni, è utile che gli scienziati si assicurino che i *task* richiesti ai *contributors* siano semplici e chiari, in modo da rendere il progetto accessibile a chiunque, indipendentemente dall'età e dalle capacità (Riesch & Potter, 2014).
- **Valutare il ruolo della tecnologia nella gestione della qualità dei dati**: approfittando dell'utilizzo della tecnologia nei progetti di *citizen science*, possono essere sviluppati moduli di inserimento dei dati con capacità di rilevamento e controllo dei dati anomali, applicazioni per *smartphone* che consentono l'inserimento automatico delle coordinate di posizione associate ad un particolare dato rilevato etc. (Crall et al., 2011).

Infine, è interessante riportare l'esperimento condotto da Crall et al. (2011) con l'obiettivo di testare la capacità dei volontari "non esperti" nella corretta identificazione, mappatura e distribuzione delle specie di piante invasive. Dallo studio emerge che i professionisti hanno identificato in modo più preciso le specie rispetto ai volontari (88% contro il 72%) e che la capacità dei volontari di identificare correttamente le specie è stata positivamente associata al loro livello di *comfort* in riferimento all'identificazione delle specie (Crall et al., 2011). Volendo riassumere ed approfondire gli approcci sopra descritti per evidenziarne anche le fasi di intervento nel progetto e la fonte dell'errore, risulta utile utilizzare il *framework* proposto da Wiggins, Newman, Stevenson & Crowston (2011), presentato nella TABELLA 3.2.

Istante del processo	Meccanismo	Fonte dell'errore
Prima	Garantire la qualità del piano di progetto	Protocolli
	<i>Testing</i> dei partecipanti	Partecipanti
	<i>Training</i> dei partecipanti	
Durante	Campioni ripetuti/ <i>task</i>	Protocolli
	<i>Task</i> che implicano la verifica degli oggetti	
	Attrezzatura uniforme	
	Contributi in formato cartaceo in aggiunta a quelli consegnati <i>online</i>	Protocolli e partecipanti
	" <i>Digital vouchers</i> "	Protocolli e partecipanti
Dopo	Valutare la <i>performance</i> dei partecipanti	Partecipanti
	Filtrare i <i>report</i> anomali	
	Utilizzare tecniche di identificazione automatica	
	Controllo da parte degli esperti	
	Triangolazione e standardizzazione dei dati	Protocolli e partecipanti
	Estrazione dei dati	Protocolli
	Documentazione della qualità dei dati	Protocolli e partecipanti
Tutte le fasi	Conoscenza personale delle <i>skill</i> e dell'esperienza dei partecipanti	Partecipanti

TABELLA 3.2: Meccanismi e fonti di errore

Fonte: ns elaborazione, da Wiggins, Newman, Stevenson & Crowston (2011)

Un ulteriore elemento da prendere in considerazione è il forte legame tra il numero di contributi scientifici dei cittadini e la qualità dei risultati della ricerca (Cappa et al., 2018): soprattutto per i progetti che si focalizzano sull'ambiente è stato dimostrato che maggiore è la quantità di dati raccolti e analizzati, più forti sono le conclusioni che possono essere tratte (Cappa et al., 2016). Da quanto discusso finora, emerge la necessità che i dati raccolti ed analizzati per ottenere risultati scientifici di valore rispettino *standard* qualitativi ben definiti. Per quanto riguarda invece la qualità dei *Big Data* aggiuntivi che possono essere raccolti durante i progetti di *citizen science*, le dimensioni che la definiscono sono:

- *Accuracy*: cioè la precisione, intesa come la misura in cui i dati equivalgono ai loro valori reali (Hazen, Boone, Ezell, & Jones-Farmer, 2014);
- *Timeliness*: cioè la tempestività, si riferisce al grado di aggiornamento dei dati e dipende dal periodo di tempo passato dall'ultimo aggiornamento e dalla frequenza degli aggiornamenti (Hazen et al., 2014);
- *Consistency*: cioè la coerenza, si riferisce alla corrispondenza dei dati in termini di formato e struttura (Hazen et al., 2014);
- *Completeness*: cioè la completezza, riferita alla misura in cui i dati sono completi nel contenuto, senza dati mancanti (Hazen et al., 2014).

È importante specificare che mentre per il successo del progetto di *citizen science* la qualità dei dati raccolti dai contributori è di primaria importanza, non è necessario che anche le informazioni aggiuntive collezionate rispettino tutti i requisiti di precisione, accuratezza, coerenza e completezza che la definiscono. Certamente, anche quando si tratta di *Big Data* è preferibile possedere dati di qualità, ma in questo specifico contesto (trattandosi di informazioni utili, spesso non legate al raggiungimento degli obiettivi scientifici del progetto) non è indispensabile.

3.2.3 La quantità dei dati

La *citizen science* può operare su scale geografiche più grandi e per periodi di tempo più lunghi rispetto alla scienza convenzionale: alcuni progetti, infatti, possono essere portati avanti con successo solo coinvolgendo un gran numero di volontari in aree sufficientemente ampie e per periodi di tempo sufficientemente lunghi da essere scientificamente affidabili e significativi, riuscendo a colmare lacune di dati che sfuggono al monitoraggio tradizionale (McKinley et al., 2015). Inoltre, il contributo dei volontari (anche di quelli senza una formazione scientifica) si è dimostrato particolarmente utile nell'interpretare grandi quantità di dati, come dimostrato dal progetto "*Foldit*" (discusso nel paragrafo 4.1.5) nel quale i *citizens* sono riusciti a performare nei *task* richiesti meglio degli scienziati professionisti (McKinley et al., 2015).

La partecipazione della collettività ai progetti di *citizen science* è una grande risorsa per gli *scientists*: in alcuni casi, la richiesta di tempo e lavoro è particolarmente forte e questo rende difficile, se non impossibile, portare a termine un progetto in tempi normali senza il supporto ed il contributo dei volontari. Per questi motivi, è fondamentale attirare e coinvolgere i *citizens* nella ricerca scientifica e fare in modo che scelgano di

contribuire in modo attivo per tutta la durata del progetto. A questo fine, nel Capitolo 4 saranno analizzate le principali motivazioni che influiscono sulla scelta iniziale di prendere parte ai progetti e sulle quali si può far leva per garantire grandi volumi di dati. In questa sede, invece, saranno messi in evidenza i problemi legati alla gestione di grandi volumi di dati e le soluzioni in grado di attenuare le criticità riscontrate. Le informazioni raccolte dai *citizens* sono spesso soggette a diverse forme di analisi e tipologie di gestione ed è fondamentale trovare il giusto *mix* tra l'oggetto del progetto, il *set* di dati e le tecniche analitiche, in quanto può capitare che analizzando lo stesso *set* di dati con approcci diversi si arrivi a diverse conclusioni (Dickinson, Zuckerberg & Bonter, 2010).

Considerare i problemi di gestione dei dati è fondamentale per garantirne l'accesso, la trasparenza e l'integrazione (McKinley et al., 2015) e, adottando alcuni accorgimenti, le principali criticità riscontrate quando si lavora con grandi volumi di dati possono essere facilmente risolte:

- **I protocolli di raccolta dei dati devono essere semplici, chiari e standardizzati**, in quanto protocolli troppo complessi aumentano il rischio di abbandono del progetto da parte dei volontari e la standardizzazione è fondamentale per aumentare la scala di osservazioni nel tempo e nello spazio (McKinley et al., 2015).
- **Deve essere garantita l'accessibilità dei dati**, infatti è di primaria importanza preservare i dati e garantirne l'accesso per un uso a lungo termine e che abbracci tutte le discipline. Ciò è possibile solo usufruendo di una idonea *cyber*-infrastruttura che sia in grado di organizzare e gestire adeguatamente grandi volumi di dati (Bonney et al., 2009).
- **Metodi di analisi statistica innovativi e rigorosi** sono fondamentali per gestire le enormi quantità di dati raccolti su vaste scale geografiche e per identificare ed esplorare modelli interessanti (Kelling et al., 2009).
- **Creare un adeguato *data warehouse***: la creazione di un adeguato "*magazzino di dati*" richiede uno sforzo considerevole, ma facilita notevolmente l'uso successivo dei dati da parte della collettività. La struttura del *data warehouse*, inoltre, dovrebbe rendere semplice anche l'inserimento di dati aggiuntivi (Kelling et al., 2009).

Chiaramente, non si può prescindere da questi accorgimenti quando si lavora con grandi volumi di dati eterogenei. Molte delle criticità discusse sono in comune con i *Big Data*, in quanto gestire volumi di dati enormi ed in rapida crescita è un compito sfidante che richiede metodi di analisi statistica innovativi e rigorosi, ma anche un adeguato *data warehouse* (come già discusso nel paragrafo 3.1.2). La massimizzazione delle informazioni ottenute dai progetti di *citizen science* su vasta scala dipende dal *trade-off* che si instaura tra qualità e quantità dei dati. Certamente, la quantità è importante perché un volume sufficientemente grande di dati di inferiore qualità può contenere più informazioni rispetto ad una quantità minima di dati di qualità superiore; tuttavia possedere dati di qualità è essenziale per la corretta implementazione della ricerca scientifica (Hochachka et al., 2012). Mentre per i dati raccolti ai fini del progetto di ricerca scientifica la

qualità riveste un ruolo preponderante rispetto alla quantità delle informazioni, avere a disposizione una grande quantità dei contributi è condizione necessaria per poter ricavare informazioni aggiuntive (*insights*). Inoltre, un recente studio (Tar, Bugiolacchi, Thacker, Gilmour & Team, 2017) ha dimostrato che la precisione (“*Accuracy*”, una delle dimensioni caratteristiche della qualità dei dati) aumenta con l’aumentare della quantità dei contributi. Queste considerazioni confermano la necessità di avere a disposizione grandi quantità di dati.

3.3 Due case study: “enviroCar” e “eBird”

In questo paragrafo vengono descritti ed analizzati due importanti *case study*, per fornire un’evidenza empirica di quanto sopra discusso.

In particolare, “*enviroCar*” serve per dimostrare che la grande quantità di dati raccolti attraverso i sensori può servire per estrapolare informazioni aggiuntive utili.

Il caso “*eBird*”, invece, è inserito nel paragrafo con lo scopo di evidenziare come sono state risolte le problematiche relative a quantità e qualità dei dati all’interno di uno dei più conosciuti progetti di *citizen science*.

3.3.1 “enviroCar”: collezionare *insights* aggiuntivi

Al fine di dimostrare come i dati raccolti attraverso i sensori possano rivelarsi utili per scoprire ulteriori relazioni ed *insights*, questa sezione della trattazione si concentrerà sulla descrizione di un *case study*: “*EnviroCar*”. La piattaforma *enviroCar*, collegando all’automobile un adattatore OBD-II⁷, permette di raccogliere su di uno *smartphone* i dati geografici acquisiti attraverso i sensori delle auto che, una volta disponibili sul *web*, possono essere utilizzati per monitorare l’ambiente ed il traffico (Bröring et al., 2015).

Il progetto, nato nel 2013, si propone come obiettivo principale “*trasformare i veicoli di oggi in piattaforme di sensori mobili ed i loro conducenti in citizen scientists*” (Bröring et al., 2015), ma va oltre il semplice monitoraggio ambientale in quanto l’utilizzo dei sensori permette di estrapolare nuove informazioni, ad esempio sul rumore o sul traffico lento. Inoltre, è interessante notare che tutti i dati raccolti vengono pubblicati sotto forma di mappe come *open data*, con l’obiettivo di creare una comunità scientifica che possa attivamente affrontare le domande di ricerca relative al progetto e fare uso dei dati che ne derivano. Questa è una scelta interessante, soprattutto se si considera che in tema di *Big Data* è ancora vivo il dibattito sull’accesso (aperto/controllato) alle informazioni, che vede la contrapposizione tra organizzazioni riluttanti alla condivisione dei propri dati e l’emergere di *open data* pubblicamente disponibili per la collettività (Günther, Mehrizi, Huysman & Feldberg, 2017).

A differenza di alcuni progetti di *citizen science* in cui è richiesta una qualifica o una qualche forma di *training* per i partecipanti (come analizzato nel paragrafo 3.2.2), il sistema “*enviroCar*” non richiede qualifiche

⁷ *On-Board Diagnostic*: sono strumenti che consentono di rilevare informazioni sul veicolo attraverso sensori per fini diagnostici. Nei Paesi dell’Unione Europea sono obbligatori dal 2000” (Bröring, Remke, Stasch et al, 2015),

speciali e non presenta criticità per quanto riguarda la qualità dei dati, che è garantita dall'affidabilità dei sensori automobilistici (il cui funzionamento è necessario per la vettura stessa) (Bröring et al., 2015).

L'affidabilità dell'infrastruttura *enviroCar* (rappresentata nella FIGURA 3.5) ne promuove l'utilizzo anche per ulteriori progetti di *citizen science*; in questo particolare progetto sono stati stimati:

- Il consumo di carburante;
- Le emissioni di CO₂;
- Le emissioni sonore;
- Il tempo di attesa ed il traffico lento

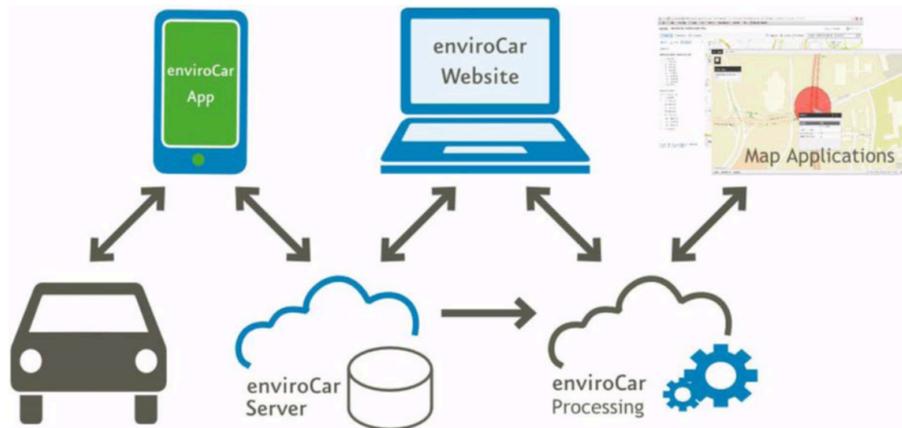


FIGURA 3.5: Rappresentazione grafica dell'infrastruttura di enviroCar.

Fonte: Bröring et al. (2015).

L'app *enviroCar*, collegata all'adattatore *Bluetooth* OBD-II, viene installata sullo *smartphone Android* dell'utente e carica in forma anonima i dati raccolti (attraverso i sensori dell'automobile) sul *server enviroCar*. I dati inseriti sul *server* sono resi pubblicamente accessibili e possono essere ulteriormente elaborati fino a diventare *insights* visualizzati in forma di mappe (Bröring et al., 2015). In pratica, dall'analisi dei dati raccolti attraverso i sensori, sono emerse importanti informazioni per quanto riguarda l'impatto ambientale delle auto (in termini di emissioni sonore e di CO₂), la pianificazione del traffico e le caratteristiche comportamentali dei guidatori.

In conclusione, questo progetto dimostra come i dati rilevati attraverso i sensori (in questo caso automobilistici) possano essere utilizzati a supporto dei progetti di *citizen science* (in questo caso per il monitoraggio ambientale e la pianificazione del traffico), offrendo allo stesso tempo nuove possibilità e nuove intuizioni di valore ricavate dall'interpretazione delle informazioni raccolte.

3.3.2 “eBird”: gestire la quantità e la qualità dei dati

Il caso “*eBird*” è utile per comprendere come sono state concretamente gestite le criticità riferite a qualità e quantità di dati all'interno di uno dei più importanti progetti di *citizen science*.

“*eBird*”, infatti, nasce come un semplice progetto basato sulla raccolta dei dati ma con il tempo si evolve fino a diventare una vera e propria *partnership* collaborativa che coinvolge gruppi di utenti distinti provenienti da diversi domini scientifici (volontari, biologi, ecologi statistici, specialisti informatici, sviluppatori di applicazioni, amministratori di dati etc.) e numerose organizzazioni *partner* (Sullivan et al., 2014). Il progetto prevede la raccolta di informazioni sull’abbondanza e distribuzione degli uccelli e, facendo leva su una rete globale di volontari (che trasmettono osservazioni di uccelli via *web* a un archivio centralizzato di dati) è riuscito ad aumentare esponenzialmente il volume di dati raccolti (la crescita è stata di circa il 40% all’anno per un decennio) e la produzione di informazioni, favorita dalla collaborazione tra ricercatori (Sullivan et al., 2014).

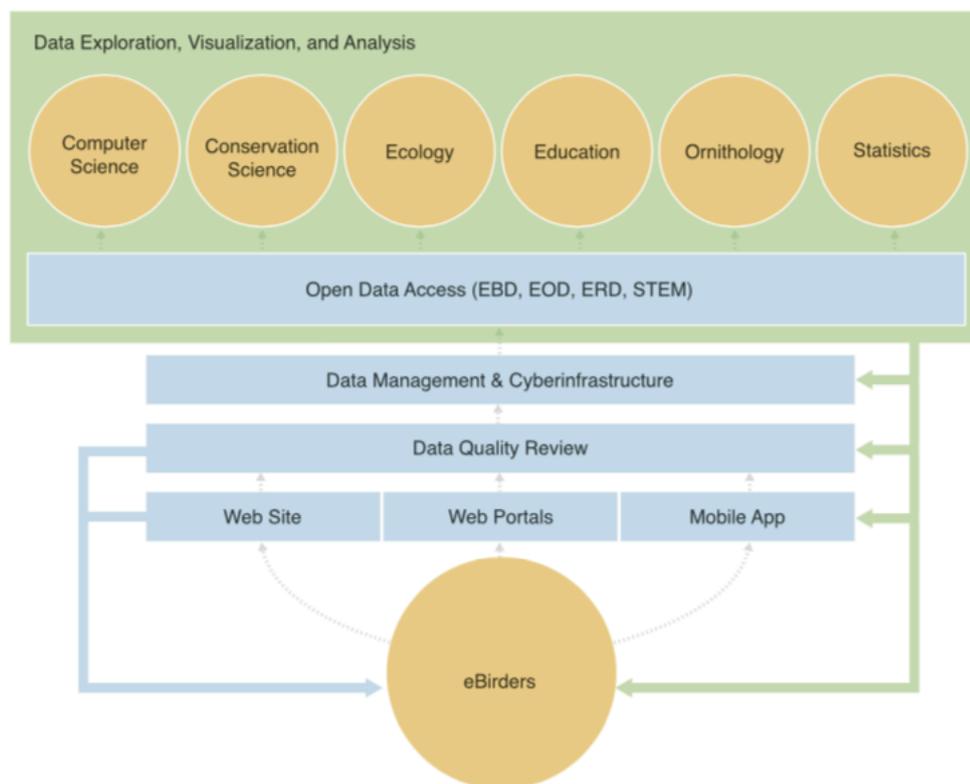


FIGURA 3.6: Struttura integrata del progetto di citizen science “eBird”
 Fonte: Sullivan et al. (2014).

La caratteristica struttura integrata del progetto (FIGURA 3.6) serve a supportare la comunicazione tra tutte le parti e coinvolge i partecipanti (che raccolgono dati), i ricercatori (che li analizzano), le agenzie (che adottano politiche basate sui dati) ed i proprietari dei terreni. In particolare, nella FIGURA 3.6 gli utenti coinvolti sono rappresentati dai cerchi, mentre i rettangoli rappresentano *hardware*, *software* e infrastruttura e le frecce (verdi e blu) servono per individuare i *feedback*. Il processo di raccolta dei dati inizia dalla parte inferiore della figura (Sullivan et al., 2014):

1. Gli “*eBirders*” accedono al sito *web*, al portale o all’*app mobile* di *eBird* ed inseriscono le osservazioni;

2. Tutti i dati passano quindi attraverso il “*data quality review*”, cioè un processo centralizzato di qualità dei dati;
3. I dati accedono alla “*Data management & Cyberinfrastructure*”, cioè alla gestione centralizzata dei dati e alla *cyber*-infrastruttura, che è il fulcro per l'archiviazione, la gestione ed il recupero di tutti i dati;
4. Il risultato è la creazione di quattro prodotti di dati (*EOD*⁸, *EBD*⁹, *ERD*¹⁰ e *STEM*¹¹), apertamente accessibili e che possono essere usati su vasta scala;
5. Infine, il circuito di *feedback* è fondamentale. Questi ultimi possono riguardare dei suggerimenti per gli utenti sullo sviluppo di migliori pratiche per la raccolta dei dati, ma anche essere orientati a fornire una ricompensa all'utente.

Nel caso di “*eBird*”, le criticità discusse precedentemente (paragrafo 3.2.3) legate alla gestione di grandi volumi di dati sono state risolte partendo dall'identificazione del pubblico di partecipanti coinvolti e delle loro esigenze. Questo approccio ha permesso di:

- **Migliorare l'efficienza e la flessibilità delle tecnologie usate per l'interazione**, ad esempio: utilizzo di struttura flessibile per la raccolta dei dati che promuove l'invio di dati secondari; applicazioni per *smartphone* (Sullivan et al., 2014);
- **Coinvolgere sempre di più i partecipanti**, ad esempio prestando attenzione ai *feedback* e fornendo strumenti e premi, in modo da aumentare il volume dei dati (Sullivan et al., 2014);
- **Gestire accuratamente i dati in modo aggiornato**, è fondamentale e richiede particolare attenzione per quanto riguarda la nomenclatura e la tassonomia delle specie. Inoltre, l'infrastruttura integrata caratteristica di *eBird* garantisce che i miglioramenti e gli aggiornamenti di un portale siano disponibili su tutti gli altri (Sullivan et al., 2014);
- **Superare le barriere linguistiche alla partecipazione**, creando dei "portali" personalizzati e gestiti da organizzazioni *partner* anche al di fuori degli Stati Uniti (Sullivan et al., 2014);
- **Potenziare i protocolli standard di raccolta**, nonostante i diversi percorsi possibili per inserire le informazioni (*web site*, *web portal*, *mobile app*) i dati sono completamente integrati con il *database eBird* e questo garantisce la libera condivisione delle informazioni (Sullivan et al., 2014).

⁸ contiene dati di osservazioni di specie primarie definiti come una testimonianza di un particolare taxon in un particolare luogo in un particolare momento. Nell'*EOD* sono presenti dati *eBird* composti da posizione, data e specie per garantire che possano essere integrati con altri dati, viene aggiornato ogni anno (Sullivan et al., 2014).

⁹ contiene dati sotto forma di liste di controllo: conteggi di tutte le specie di uccelli osservate durante un singolo evento di ricerca, la posizione in cui è avvenuta la ricerca, il momento in cui è stata avviata e la durata della ricerca. Inoltre, riesce ad identificare le associazioni tra le specie e viene aggiornato trimestralmente (Sullivan et al., 2014).

¹⁰ Il set di dati di riferimento *eBird* (*ERD*) comprende l'*EBD* con l'integrazione di informazioni sull'assenza delle specie (per facilitare il controllo degli errori associati ad una rilevazione imperfetta degli uccelli) e una serie di variabili che descrivono l'ambiente locale (per collegare le distribuzioni di specie agli ambienti da cui dipendono). L'*ERD* viene aggiornato annualmente (Sullivan et al., 2014).

¹¹ forniscono stime stagionali delle distribuzioni di specie attraverso gli Stati Uniti, per ogni specie la probabilità di osservazione è stimata per ogni settimana dell'anno e le stime sono aggiustate per controllare la variazione di rilevanza associata allo sforzo di ricerca (Sullivan et al., 2014).

Per quanto concerne invece le criticità relative alla qualità dei dati (3.2.2), nel caso di *eBird* riguardano soprattutto la non perfetta identificazione degli uccelli, le distribuzioni irregolari dei dati nello spazio e nel tempo e le differenze tra gli osservatori in termini di conoscenze e competenze (Sullivan et al., 2014). Come già discusso ed evidenziato dal *framework* proposto da Wiggins et al. (2011), alcuni problemi devono essere risolti prima o dopo l'analisi dei dati mentre altri devono essere identificati e rimossi durante il processo di assimilazione dei dati. Nel progetto in questione, le iniziative risolutive hanno riguardato:

- **Controllo della qualità durante l'immissione dei dati**, infatti viene inviato un *feedback* immediato all'utente, consentendogli di correggere errori tipografici o di riconsiderare l'identificazione di una determinata specie (Sullivan et al., 2014).
- **Controllo da parte dei critici**, che forniscono un *feedback* attivo su tutte le attività svolte dai volontari (dall'identificazione degli uccelli alle migliori pratiche per la raccolta di dati). Questa forma di supervisione facilita l'acquisizione delle competenze per i partecipanti e genera dati utili per l'analisi (Sullivan et al., 2014).
- **Filtri per il controllo della qualità**, per assicurarsi che tutte le informazioni richieste dal protocollo siano inserite accuratamente e per minimizzare la possibilità di inserire dati anomali o sbagliati (Hochachka et al., 2012).

Adottando queste soluzioni, *eBird* è diventato uno dei più importanti e conosciuti progetti di *citizen science*. Per avere un'idea della portata di questo progetto, basti pensare che nel 2018 più di 420000 *eBirders* hanno contribuito collezionando più di 590 milioni di osservazioni (Team eBird, 2018).

3.4 Conclusioni

Il flusso incessante di dati generati continuamente da *smartphone* e altri *mobile device* sottopone le organizzazioni ad una dura prova: riuscire ad interpretare un'enorme quantità di dati non strutturati e provenienti da un'ampia varietà di fonti per sfruttare nuove opportunità emergenti. In questo capitolo, dopo aver fornito una chiara definizione del concetto di *Big Data* e dei possibili criteri per classificare le varie tipologie di dati che appartengono a questa grande famiglia sulla base di *Data sources*, *Content format*, *Data Stores*, *Data staging* e *Data Processing*, è stata brevemente illustrata la *Big Data Value Chain*, un modello caratterizzato da cinque fasi (*Data acquisition*, *Data Analysis*, *Data Curation*, *Data Storage*, *Data Usage*) che si propone di estrapolare valore dall'interpretazione dei *Big Data*. Successivamente, facendo riferimento a numerosi studi (Curry, 2016; Chen et al., 2014; Tiwari et al., 2018; Côte-Real et al., 2017; Kiron & Shockley, 2011; Müller et al., 2018) è stato dimostrato l'impatto positivo che l'utilizzo delle *Big Data Analytics* ha sulle organizzazioni, sulla *performance* aziendale e su diversi settori (assistenza sanitaria, ricerche scientifiche, società).

Il secondo paragrafo ha dimostrato le potenzialità del trasformare i *citizens* in veri e propri sensori, cogliendo l'opportunità di raccogliere non solo *mobile data* (cioè dati strettamente legati al rilevamento fisico, per scopi attinenti alla ricerca scientifica), ma anche e soprattutto *social network data*, cioè dati generati

“*implicitamente*” durante le interazioni sociali. L’elaborazione di grandi quantità di questi dati sparse su ampia scala geografica permette di scoprire *insights* di valore, che potrebbero rivelarsi utili per ulteriori ricerche o in campi diversi da quello prettamente scientifico.

Infine, nell’ultimo paragrafo sono state indagate le principali criticità legate alla qualità e quantità dei dati nei progetti di *citizen science*. In particolare, la qualità dei dati viene valutata sulla base di dimensioni interne (come accuratezza, affidabilità e coerenza) ed esterne (come la tempestività, l'affidabilità e l'interpretabilità); per sfuggire all’eventualità che i dati raccolti dai *citizens* siano carenti in una o più di queste dimensioni, Riesch & Potter (2014), Resnik et al. (2015) e Crall et al. (2011) propongono alcuni suggerimenti da mettere in atto prima dell’inizio, durante o dopo la conclusione del progetto (*training*; verifica della coerenza con la letteratura esistente; standardizzazione dei protocolli di monitoraggio; semplificazione dei *task* richiesti ai *citizens*; utilizzo della tecnologia nella gestione della qualità dei dati). Per garantire la quantità dei contributi, invece, è necessario far leva sulle motivazioni (come si dimostrerà anche nel Capitolo 4), ma nel caso dovessero riscontrarsi delle criticità nella gestione di grandi volumi di dati, come suggerito da McKinley et al. (2015), Bonney et al. (2009) e Kelling et al. (2009), possono essere risolte adottando dei protocolli di raccolta dati standardizzati, garantendo l’accessibilità dei dati, utilizzando metodi di analisi statistica innovativi e creando un adeguato *data warehouse*.

In sintesi, nonostante l’inevitabile *trade-off* che si instaura tra quantità e qualità dei contributi e che spinge a chiedersi quale delle due dimensioni perseguire primariamente, la quantità dei contributi è fondamentale: affinché un progetto di *citizen science* abbia successo e comporti il raggiungimento di un risultato scientifico rilevante è necessario che quest’ultimo sia supportato da grandi quantità di informazioni raccolte ed elaborate. Inoltre, come evidenziato nel corso del capitolo, è solo da grandi volumi di dati che si possono estrarre *valuable insights*. Per questi motivi, nel capitolo successivo saranno indagate le motivazioni che spingono i contributori a prendere parte ai progetti di *citizen science*, con l’obiettivo di individuare le principali leve da azionare per aumentare la partecipazione ed il coinvolgimento dei *citizens*.

L’ultima sezione del capitolo è dedicata alla descrizione di due importanti progetti di *citizen science*: “*enviroCar*” ed “*eBird*”. Il *case study* su “*enviroCar*” serve per evidenziare la possibilità di ricavare ulteriori informazioni (non attinenti allo scopo scientifico del progetto) attraverso la *citizen science*: partita come iniziativa di *citizen science* per il controllo dell’inquinamento dell’aria, la piattaforma *enviroCar* ha permesso, attraverso l’utilizzo dei sensori automobilistici, di ottenere ulteriori dati riferiti alla pianificazione del traffico, all’inquinamento sonoro e, addirittura, alle abitudini comportamentali dei guidatori.

Infine, il *case study* “*eBird*” ha permesso di comprendere come sono state concretamente gestite le criticità su qualità e quantità di dati riscontrate in uno dei più importanti e conosciuti progetti di *citizen science*.

CAPITOLO 4: Motivare i *citizens* per ottenere maggiori quantità di dati

A seguito della crescente diffusione dei progetti di *citizen science*, diventa indispensabile comprendere quali sono le motivazioni che spingono i *citizens* ad offrire il proprio contributo nelle ricerche scientifiche, in modo da attivare delle iniziative che ne favoriscano la partecipazione attiva e che, mantenendo vivo l'interesse per tutta la durata del progetto, riescano a ridurre le distanze tra *citizens* e *scientists*. I punti cardine della partecipazione dei volontari che sono significativamente influenzati dai fattori motivazionali sono la decisione iniziale di partecipare ad un progetto e la conseguente decisione di continuare questo impegno una volta completato il compito iniziale. Alcuni partecipanti scelgono di impegnarsi perché vogliono contribuire alla ricerca scientifica o all'ambiente, altri perché attraverso le ricerche scientifiche sperano di acquisire nuove conoscenze e competenze, altri ancora perché sono stimolati dall'opportunità di conoscere altri *citizens* con i quali condividono alcuni interessi o perché considerano i progetti di *citizen science* come un'attività divertente.

Data la grande varietà di elementi che possono influenzare la scelta di partecipare dei *citizens*, ma anche degli *scientists*, nella prima parte di questo capitolo verranno illustrate e descritte le principali teorie della motivazione. In particolare, si farà riferimento a due casi pratici (“*Foldit*” e “*Galaxy Zoo*”) per integrare e confrontare le principali teorie motivazionali con le reali motivazioni che hanno caratterizzato i due progetti di *citizen science* presi in esame. Successivamente verranno evidenziati gli effetti positivi sul coinvolgimento dei *citizens* ottenuti attraverso l'adozione dei meccanismi di gioco (*gamification*) all'interno dei progetti, le interazioni sociali con i ricercatori e l'utilizzo di incentivi (in forma monetaria ed in forma di riconoscimento pubblico *online*), dimostrandone l'efficacia nell'attrarre i volontari e nell'influenzarne le motivazioni.

Nell'ultima parte del capitolo verranno descritti i principali fattori motivazionali che influenzano l'*engagement* dei volontari (cioè che incidono sulla scelta dei *citizens* di continuare nel tempo ad impegnarsi nei progetti) e, facendo riferimento al lavoro di Rotman et al. (2014), verranno analizzate le differenze tra le motivazioni iniziali e quelle di lungo termine. Infine, dopo aver definito e descritto le principali metriche utilizzate per misurare il livello di coinvolgimento e partecipazione degli utenti ai progetti, la trattazione proseguirà descrivendo i cinque “*engagement profile*” che ne derivano con le relative peculiarità.

4.1 Le principali teorie della motivazione

Per garantire la realizzazione degli obiettivi di ricerca e, più in generale, il successo a lungo termine delle iniziative di *citizen science* è necessario capire come attrarre e coinvolgere i partecipanti, partendo dall'analisi delle motivazioni che li inducono a dedicare volontariamente il loro tempo (può trattarsi di diverse ore al giorno, mesi o anni) ai progetti. La comprensione delle motivazioni a partecipare risulta utile soprattutto nella progettazione di nuove iniziative ed aiuta i ricercatori a prendere in considerazione anche obiettivi di breve periodo (Curtis, 2015a). Numerosi sono i modelli sviluppati dagli studiosi che hanno esplorato quali sono le motivazioni del fare volontariato e del farsi coinvolgere nei movimenti sociali; alcune di queste teorie sono state approfondite ed adattate alla *citizen science* (Curtis, 2015a).

In particolare, la trattazione di questo paragrafo si focalizzerà su quattro teorie, basate su:

1. Motivazioni e volontariato (Clary et al., 1998);
2. Motivazioni e “*community involvement*” (Batson et al., 2002);
3. Motivazioni intrinseche ed estrinseche (Ryan & Deci, 2000);
4. Motivazioni a partecipare ai movimenti sociali (Kladermans, 2003).

Successivamente, utilizzando due *case study* (“*FoldIT*” e “*Galaxy Zoo*”), le cinque teorie descritte verranno messe a confronto ed integrate.

4.1.1 Motivazioni e volontariato

Secondo quanto teorizzato da Clary et al. (1998) gli individui sono spronati al volontariato perché quest’ultimo soddisfa alcuni obiettivi che riflettono importanti aspetti della loro personalità ed identità. Questo significa che le persone scelgono quelle attività che riescono ad esprimere l’importanza dei loro valori: ad esempio, alcune ricerche hanno dimostrato che nel caso dei progetti di *citizen science* questi valori potrebbero essere collegati al peso che i partecipanti danno alla ricerca scientifica o alla scienza (Clary et al., 1998). In particolare, si associa la *citizen science* al volontariato in quanto rappresenta una forma di contribuzione spontanea e generalmente non retribuita in forma monetaria.

In questo modello, il volontariato soddisfa sei potenziali funzioni:

- *Values*: il volontariato permette agli individui di esprimere i valori connessi alle preoccupazioni altruistiche ed umanitarie per gli altri (Clary et al., 1998);
- *Understanding*: il volontariato offre l’opportunità di imparare cose nuove, esercitando la conoscenza e le abilità che altrimenti non verrebbero allenate (Clary et al., 1998);
- *Social*: il volontariato coinvolge i partecipanti in un’attività che è vista positivamente dagli altri, permettendo allo stesso tempo di trascorrere del tempo con i propri amici e colleghi (Clary et al., 1998);
- *Career*: partecipare ad un’attività di volontariato può far ottenere dei benefici legati alla carriera (come ad esempio lo sviluppo di nuove *skill*) (Clary et al., 1998);
- *Protective*: il volontariato può tutelare la personalità dal senso di colpa per l’essere “più fortunati” degli altri (Clary et al., 1998);
- *Enhancement*: il volontariato può avviare un processo motivazionale focalizzato sulla crescita e sviluppo dell’ego (le persone scelgono di partecipare per ragioni di sviluppo personale) (Clary et al., 1998).

In conclusione, secondo Clary et al. (1998), se le persone vengono coinvolte in attività che sono coerenti con le loro motivazioni sono maggiormente soddisfatte e più propense nel continuare a contribuire.

4.1.2 Motivazioni e “*community involvement*”

Dagli studi di Batson, Ahmad e Tsang (2002) sulla partecipazione nelle *community* si evince che le motivazioni possono cambiare nel tempo, in quanto dipendono fortemente dai valori degli individui e dalla natura della situazione. Queste riflessioni sono rilevanti in riferimento alla *citizen science* perché i *citizen scientists* sono disposti a dedicare il loro tempo alle più disparate iniziative, con l’obiettivo di far progredire la scienza (Curtis, 2015a). In particolare, Batson et al. (2002) identificano quattro categorie di *driver* che guidano il “*community involvement*”:

- *Egoism*: per egoismo si fa riferimento alle motivazioni che spingono gli individui ad agire con l’obiettivo di accrescere il proprio benessere (Batson et al., 2002);
- *Altruism*: per altruismo si fa riferimento alle motivazioni che hanno come obiettivo quello di accrescere il benessere degli altri, spinte da un sentimento di empatia (Batson et al., 2002);
- *Collectivism*: per collettivismo si fa riferimento alle motivazioni che nascono dalla volontà di accrescere il benessere di un gruppo o della comunità, concentrandosi sul bene comune (Batson et al., 2002);
- *Principlism*: comprende le motivazioni legate al sostegno dei principi morali (giustizia, uguaglianza etc.) (Batson et al., 2002).

Le diverse motivazioni interagiscono tra loro e non è detto che siano sempre in armonia: in alcuni casi, infatti, l’interesse personale può prevalere su quello di gruppo e viceversa (Batson et al., 2002).

4.1.3 Motivazioni intrinseche ed estrinseche

Gli studi di Ryan & Deci (2000) sono basati sull’idea che per essere motivato, un individuo deve essere spinto a fare qualcosa. Secondo i due autori, le motivazioni possono essere:

- *Intrinseche*: le motivazioni intrinseche spingono a compiere una determinata azione perché viene considerata intrinsecamente interessante o piacevole. In questo caso, l’individuo è spinto ad agire per il piacere di farlo o per una sfida personale, non a causa di pressioni esterne (Ryan & Deci, 2000);
- *Estrinseche*: si fa riferimento alle motivazioni estrinseche quando un’azione comporta il raggiungimento di ulteriori risultati (come una ricompensa o un riconoscimento). Non è detto che i comportamenti estrinsecamente motivati siano intrinsecamente interessanti (Ryan & Deci, 2000).

In riferimento alla *citizen science*, diversi studi hanno dimostrato che i partecipanti spesso scelgono progetti che appartengono ad aree di ricerca scientifica considerate intrinsecamente interessanti.

4.1.4 Motivazioni a partecipare nei movimenti sociali

Klandermans (2003) ha individuato ed analizzato le motivazioni che spingono gli individui a partecipare nei movimenti sociali, costruendo le basi di un *framework* teorico che prevede quattro principali tipologie di motivazioni:

- *Collective motives*: quando qualcuno è motivato a partecipare ad un movimento a causa dell'importanza che attribuisce agli obiettivi del progetto (Klandermans, 2003);
- *Norm-oriented motives*: quando i partecipanti sono motivati dalle aspettative o dalle reazioni di persone che ritengono importanti (famiglia, amici) (Klandermans, 2003);
- *Reward motives*: quando gli individui sono motivati dai benefici che possono ottenere dalla partecipazione, ad esempio migliorare la propria reputazione o fare amicizia (Klandermans, 2003);
- *Collective identification*: quando gli individui si identificano in un particolare gruppo sociale e nelle sue abitudini (Klandermans, 2003).

In particolare, le motivazioni legate all'identificazione collettiva sarebbero quelle più rilevanti nei progetti di *citizen science*. (Curtis, 2015a). Dal lavoro di Nov, Arazy & Anderson (2014) emerge che tutti i fattori sopra elencati sono importanti *driver* in grado di influenzare la quantità del contributo dei *citizens*. Per quanto riguarda invece la qualità dei contributi, secondo gli autori i *norm-oriented motives* non sono in grado di indurre il tipo di sforzo e impegno necessari per produrre contributi di alta qualità. Questo limite potrebbe essere risolto attivando dei meccanismi (come le funzionalità dei *social networks*) che possano enfatizzare le influenze sociali, collegandole alla qualità dei contributi (Nov et al., 2014).

4.1.5 Due case study sulle motivazioni: Foldit e Galaxy Zoo

Nonostante la vasta letteratura scientifica esistente sulle motivazioni del volontariato (Clary et al., 1998; Batson et al., 2002; Ryan & Deci, 2000; Klandermans, 2003) caratterizzata da un'ampia varietà di prospettive e metodi, relativamente poche sono state le ricerche empiriche che hanno sperimentato l'applicazione delle teorie della motivazione all'interno di specifici progetti di *citizen science* con l'obiettivo di scoprire, di volta in volta, quali fossero le motivazioni prevalenti. Poiché non è detto che le motivazioni alla base delle attività di volontariato siano le stesse che spingono i *citizen scientists* a partecipare, è importante studiare l'evoluzione delle motivazioni nello specifico contesto della *citizen science*. Per questo motivo, nella sezione sottostante le teorie della motivazione sopra descritte saranno applicate a due progetti: "Foldit" e "Galaxy Zoo".

Foldit

"Foldit" è uno dei primi giochi di *citizen science*, sviluppato presso l'università di Washington da un gruppo di biochimici e sviluppatori di giochi per computer con l'obiettivo di accelerare la comprensione della tridimensionalità della struttura delle proteine, sfruttando le abilità collettive di gruppi di "non esperti" (Curtis, 2015a). Per comprendere la rilevanza dei risultati ottenuti attraverso questi contributi, basti pensare che i partecipanti di *Foldit* sono stati in grado di costruire un modello accurato della struttura di una molecola coinvolta nel virus dell'AIDS in sole tre settimane, mentre lo stesso lavoro aveva impegnato numerosi scienziati per diversi anni (Curtis, 2015a). I partecipanti possono scegliere di giocare individualmente o all'interno di un *team*, competendo tra loro (per ottenere punti) sullo sviluppo di strutture proteiche vicine alla

configurazione naturale. Nonostante il gran numero di partecipanti iscritti al gioco, vi è una popolazione relativamente piccola di partecipanti attivi (circa 200-300 individui), dalla quale emerge un gruppo di circa 20-30 partecipanti “*core*” (cioè che partecipano spesso a discussioni *online*, che hanno giocato per un certo numero di anni, che aiutano i nuovi partecipanti) (Curtis, 2015a). In particolare, Curtis (2015a) ha analizzato quali sono state le principali motivazioni che hanno convinto gli individui a partecipare a *Foldit* scoprendo che, come per altri progetti *online* di *citizen science*, il desiderio di contribuire alla ricerca scientifica, l’interesse per la scienza e l’opportunità di collaborare con gli altri hanno avuto un ruolo significativo. Nella TABELLA 4.1 sono stati inseriti i risultati della ricerca di Curtis (2015a) per interpretare con diversi livelli di dettaglio le motivazioni dei partecipanti a *Foldit*, attraverso l’integrazione dei modelli motivazionali discussi precedentemente:

Motivazioni dei partecipanti a Foldit	Livello 2	Livello 3	Livello 4
Rilassante, Allettante, Divertente	Divertimento	Motivazioni intrinseche	Fattori interni
Interesse di fondo per la scienza, Partecipazione alla ricerca, Permette la creatività, Opportunità di apprendimento	Soddisfazione		
Sfida intellettuale, Impiegare le abilità, Non è richiesta una qualifica formale	Competenza		
Contribuire alla ricerca scientifica, Aiutare gli scienziati	Dare un contributo	Altruismo	
Collaborare con gli altri in vista di un obiettivo comune, Fare amicizia	Interagire con gli altri	Community	
Punti, Gradi, Feedback positivi da parte degli scienziati (es: riconoscimento sui papers)	“Arricchimento dell’ego”	Motivazioni estrinseche	Fattori esterni
Gli obiettivi del progetto sono importanti	Identificazione		
Nuove terapie farmacologiche Cure per sé e per le persone care	Scoperte scientifiche/mediche	Rendimenti futuri attesi	

TABELLA 4.1: Framework integrato per analizzare le motivazioni con diversi livelli di dettaglio
Fonte: ns elaborazione da Curtis,2015a

Dato che nessun singolo modello motivazionale poteva essere applicato a tutte le motivazioni, i *feedback* ottenuti intervistando i partecipanti a *Foldit* sono stati catalogati in modo da costruire un *framework* piuttosto esaustivo che prevede l’integrazione di tutti i modelli descritti precedentemente.

In particolare, dopo aver inserito nella prima colonna tutte le motivazioni ottenute dallo studio di Curtis (2015a), al secondo livello si è provveduto a raggruppare le informazioni in otto categorie più ampie (“divertimento”, “soddisfazione”, “competenza”, “dare un contributo”, “arricchimento dell’ego”, “identificazione”, “scoperte scientifiche/mediche”) che nel terzo livello sono state associate alle teorie motivazionali discusse precedentemente:

- Il modello di Ryan e Deci (2000) ha permesso di classificare i *feedback* sulla base di “*Motivazioni intrinseche*” (“divertimento”, “soddisfazione”, “competenza”) e “*Motivazioni Estrinseche*” (“arricchimento dell’ego”, “identificazione”);
- Dai modelli di Clary et al. (1998) e Batson et al. (2002) è stata estrapolata la categoria dell’“*Altruismo*” (“dare un contributo”), elemento centrale per entrambi gli autori;
- Il desiderio di “interagire con gli altri” è stato associato alla categoria “*Community*”, importante fattore motivazionale individuato dal modello di Klardermans (2003);
- La categoria dei “*Rendimenti futuri attesi*”, intesi come l’interesse personale di un individuo nei risultati della ricerca scientifica, è ricondotta al modello proposto da Batson et al. (2002) ed a quello di Klardermans (2003) (rispettivamente “*Collectivism*” e “*Collective motives*”).

Infine, a livello più superficiale (quarto livello) le motivazioni possono essere classificate come fattori interni (radicati all'interno dell'individuo, comprendono le motivazioni intrinseche, l'altruismo e la *community*) oppure come fattori esterni all'individuo (al cui interno sono collocate motivazioni estrinseche e rendimenti futuri attesi).

Galaxy Zoo

Galaxy Zoo è un progetto di *citizen science* internazionale nel quale viene richiesto ai partecipanti di classificare le galassie (descritto anche nel Capitolo 2). Lo studio di Raddick et al. (2013) ha permesso di indentificare le dodici principali motivazioni dei *citizen scientists* che hanno preso parte a questo progetto, come mostra la TABELLA 4.2

Motivazioni	descrizione
Contribuire	“sono felice di contribuire ad una ricerca scientifica originale”
Imparare	“il sito ed il forum mi sono stati d’aiuto per imparare sul tema dell’astronomia”
Scoprire	“posso osservare delle Galassie che solo poche persone hanno visto prima di me”
Community	“ho la possibilità di conoscere altre persone con I miei stessi interessi”
Insegnare	“considero Galaxy Zoo una buona risorsa da utilizzare per insegnare agli altri”
Bellezza	“mi piace apprezzare la bellezza delle immagini delle Galassie”
Divertimento	“Classificare Galassie mi diverte”
Immensità	“sono stupefatto dall’immensità dell’Universo”
Aiutare	“sono felice di essere d’aiuto”
Zoo	“sono interessato al progetto di Galaxy Zoo”
Astronomia	“sono interessato all’astronomia”
Scienza	“sono interessato alla scienza”

TABELLA 4.2: Descrizione delle motivazioni identificate in “Galaxy Zoo”

Fonte: ns elaborazione, da Raddick et al. (2014)

Tra tutte le motivazioni elencate e descritte nella TABELLA 4.2, lo studio di Raddick et al. (2014) effettuato su un campione di 10532 individui intervistati ha dimostrato che per i partecipanti al progetto di *Galaxy Zoo* la principale motivazione è stata la volontà di *Contribuire* (39,8%), seguita dall'interesse verso *l'Astronomia* (12,4%) e dal desiderio di *Scoprire* (10,4%). È importante specificare che “*Contribuire*” è di gran lunga la motivazione più frequentemente scelta, indipendentemente dall'età, dal livello di istruzione e dal sesso degli intervistati. (Raddick et al., 2014). Le motivazioni legate alla *Community* (0,2%), all'*Insegnamento* (0,7%) ed all'*Apprendimento* (1,6%), al contrario, sono state percepite come meno rilevanti. Infine, lo studio di Raddick et al. (2014) prosegue distinguendo le motivazioni in base al sesso ed evidenzia come, oltre a “*Contribuire*” le motivazioni più scelte dagli uomini siano “*Astronomia*” e “*Scienza*”, mentre per le donne è stata stimata una maggiore probabilità di scegliere “*Bellezza*”, “*Immensità*” e “*Divertimento*”.

In conclusione, dai numerosi studi che hanno analizzato le motivazioni per partecipare ai progetti di *citizen science*, si evidenzia la preponderante presenza di fattori “*personally-focused*” o “*altruistic*” (Curtis, 2015a) e si evince che i partecipanti mossi da motivazioni intrinseche sono caratterizzati da contributi innovativi e da un maggiore coinvolgimento nei progetti. Tuttavia, il principale limite di questi studi focalizzati sull'influenza delle motivazioni sulla partecipazione ai progetti è che non prendono in considerazione altri fattori di “*engagement*”, indispensabili per garantire il coinvolgimento dei partecipanti per tutta la durata del progetto.

4.2 Incrementare le motivazioni: *gamification*, interazioni sociali e *rewards*

I progressi in campo tecnologico ed informatico degli ultimi decenni hanno facilitato la collaborazione tra i volontari, garantendo il superamento delle barriere fisiche, sociali e geografiche e favorendo la crescita e la diffusione dei progetti di *citizen science online* (Cappa, Laut, Nov, Giustiniano, & Porfiri, 2016). Riducendo i costi della ricerca scientifica e, di conseguenza, aumentando le risorse disponibili per i gruppi di ricerca, la *citizen science online* è in grado di promuovere la collaborazione tra *citizens* e scienziati e di superare i limiti della ricerca scientifica tradizionale (Nov, Arazy & Anderson, 2014). Nonostante ciò, ancora oggi molte delle iniziative in questo campo continuano a fallire a causa della scarsa partecipazione (Cappa et al., 2016). Infatti, molti progetti di *citizen science* sono caratterizzati da un nucleo ristretto di utenti attivi (responsabili della produzione della maggior parte dei contenuti), mentre invece gran parte degli utenti contribuisce molto poco e non è raro che alcuni di essi scelgano di contribuire una sola volta (Cappa et al., 2016).

Il problema è che spesso viene data maggiore rilevanza alla dimensione tecnologica dei progetti a scapito del pilastro motivazionale: mentre i benefici e gli impatti della tecnologia sono stati ampiamente analizzati, solo recenti studi hanno cercato di individuare i fattori che spingono le persone a partecipare e le determinanti motivazionali responsabili della qualità e quantità dei contributi (Nov et al., 2014). In questo paragrafo, verranno analizzati recenti studi che hanno dimostrato l'impatto positivo della *gamification* (Prestopnik & Tang, 2015), delle interazioni sociali (Cappa et al., 2016) e degli incentivi monetari e non, (Cappa, Laut, Porfiri & Giustiniano, 2018) sulle motivazioni dei *citizens*.

4.2.1 La “Gamification”

Quando i *task* assegnati ai *citizens* durante lo svolgimento dei progetti si presentano come troppo complessi, banali o ripetitivi è fondamentale fare leva sull'interesse, l'impegno e la motivazione dei partecipanti incorporando elementi di gioco coinvolgenti all'interno dei progetti scientifici (Iacovides, Jennett, Cornish-Trestrail & Cox, 2013). Diversi progetti di *citizen science*, infatti, hanno dimostrato l'elevato potenziale della *gamification* come mezzo utile per coinvolgere ulteriormente i volontari esistenti, per attrarre nuovi contributori e per migliorare l'esperienza complessiva dell'utente (Bowser et al., 2013).

Definita come "*l'uso di elementi di game design in contesti non di gioco*" (Iacovides et al., 2013), il termine *gamification* nel contesto della *citizen science* si pone l'obiettivo di attrarre ed allettare i giocatori inizialmente non interessati ai progetti e di coinvolgere e motivare ulteriormente i partecipanti più attivi ed interessati offrendo punti, punteggi, distintivi, ricompense e risultati (Iacovides et al., 2013). Coerentemente con lo studio di Rotman et al. (2014), le motivazioni dei *citizens* si evolvono nel tempo, quindi risulta utile analizzare la *gamification* in funzione delle dinamiche temporali, evidenziandone l'impatto sulle motivazioni iniziali e sul coinvolgimento degli utenti nel tempo (Eveleigh, Jennett, Lynn & Cox, 2013).

Per quanto riguarda le motivazioni iniziali a contribuire, la *gamification* agisce in due direzioni:

- Può migliorare l'esperienza complessiva di coloro che nutrono un forte interesse verso la scienza o che sono motivati dal desiderio di apprendere e dall'altruismo, fornendo percorsi più efficienti per attrarre i *citizens* verso un'attività scientifica di interesse (Prestopnik & Tang, 2015).
- Può attrarre volontari che hanno un entusiasmo limitato verso ricerca scientifica e che sono più interessati al gioco che alla scienza (Prestopnik & Tang, 2015). Ciò suggerisce che la *gamification* può raggiungere nuovi segmenti di utenti per i progetti di *citizen science*, come ad esempio i *Millennials*. (Bowser et al., 2013).

Inoltre, secondo Iacovides et al. (2013), la *gamification* sostiene nel tempo l'impegno dei partecipanti, in quanto facilita le interazioni sociali e garantisce diverse tipologie di riconoscimento (punti, classifiche) in base al contributo. In particolare, i meccanismi competitivi, il senso di progressione, il gioco di squadra sono fattori che influiscono fortemente sulla scelta di continuare a collaborare con i ricercatori (Iacovides et al., 2013). Per sostenere e mantenere nel tempo il coinvolgimento nei giochi di *citizen science*, Iacovides et al. (2013) e Eveleigh et al. (2013) suggeriscono le seguenti considerazioni progettuali:

- **Uso di squadre:** le squadre contribuiscono al coinvolgimento degli utenti consentendo una maggiore interazione in termini di collaborazione e/o competizione (Iacovides et al., 2013);
- **Meccaniche di gioco elaborate:** garantire che i meccanismi di punteggio permettano il raggiungimento di obiettivi personali accanto agli incentivi competitivi (Eveleigh et al., 2013). Inoltre, punti e distintivi dovrebbero essere usati come sistemi di supporto (ad esempio per riconoscere i contributi e consentire ai giocatori di stabilire le loro competenze) (Iacovides et al., 2013);

- **Feedback:** consentire ai partecipanti di valutare l'accuratezza dei loro contributi e di imparare dai loro errori e garantire che il *feedback* rappresenti un mezzo per riconoscere la qualità dei contenuti piuttosto che la quantità (Eveleigh et al., 2013);
- **Riconoscere che l'attrattiva delle caratteristiche di gioco varia tra i partecipanti e nel tempo:** per mantenere o rinvigorire l'interesse degli utenti è utile pianificare sfide o estrazioni di premi (Eveleigh et al., 2013);
- **Utilizzare i forum e le chat:** Sono strumenti che facilitano lo sviluppo di un senso di comunità, garantendo il coinvolgimento continuo e le interazioni tra i partecipanti. Mentre gli strumenti di chat forniscono un contatto immediato tra gli utenti *online*, i forum vengono usati prevalentemente per curare contenuti e creare discussioni (Iacovides et al., 2013).

In conclusione, si evidenzia la rilevanza della *gamification* come mezzo per sostenere l'impegno ed il coinvolgimento dei *citizens*, facilitando e rafforzando le interazioni sociali ma soprattutto riconoscendo i contributi degli utenti come significativi per il successo del progetto.

4.2.2 Le “social interactions”

La decisione di partecipare alle iniziative di *citizen science* può derivare da diverse tipologie di motivazioni, legate all'importanza attribuita al problema collettivo su cui si focalizza il progetto, alla volontà di migliorare la reputazione personale, ad interessi individuali (ad esempio divertimento o apprendimento), all'identificazione con lo scopo scientifico del gruppo e così via. Il lavoro di Cappa et al. (2016), analizzando i fattori motivazionali individuali e la motivazione complessiva, propone un nuovo approccio che prende in considerazione l'impatto delle interazioni *face-to-face* con i ricercatori professionisti sulle motivazioni dei partecipanti a contribuire nei progetti di *citizen science*.

Quindi, partendo dall'analisi dei vantaggi che derivano dall'interazione con i ricercatori (come la percezione dei partecipanti di avere un ruolo più centrale nel progetto, il trasferimento e la diffusione di conoscenze esplicite e tacite, l'accettazione reciproca), Cappa et al. (2016) hanno cercato di scoprire:

- Se l'interazione *face-to-face* influisce positivamente sulle motivazioni a partecipare nei progetti di *citizen science* mediati dalla tecnologia.
- Se l'effetto dell'interazione *face-to-face* e le motivazioni a partecipare sono moderate da fattori sociali e culturali.

La FIGURA 4.1 descrive in modo chiaro il modello teorico seguito dagli studiosi, nel quale si ipotizza l'effetto positivo dell'età e dell'interazione *face-to-face* con i ricercatori, che inducono ad una maggiore partecipazione ai progetti di *citizen science*; al contrario l'esperienza pregressa nella ricerca scientifica sembrerebbe avere un effetto negativo sulle motivazioni.



FIGURA 4.1: Modello teorico seguito nella verifica dell'impatto positivo delle *social interactions* sulla motivazione dei *citizens*

Fonte: ns elaborazione, da Cappa et al. (2016)

In particolare, Cappa et al. (2016) hanno dimostrato che l'interazione con i ricercatori influisce positivamente sulla motivazione generale a contribuire e, più in dettaglio, sui singoli fattori motivazionali che caratterizzano il contributo dei *citizens*:

- **Motivi collettivi**, in quanto l'interazione con i ricercatori ha incrementato l'importanza attribuita all'obiettivo ambientale ed al progetto;
- **Identificazione nello scopo specifico del gruppo**, in quanto attraverso l'interazione con i ricercatori i partecipanti hanno acquisito consapevolezza ed entusiasmo verso l'obiettivo del progetto;
- **Motivazioni *norm-oriented***, in quanto l'interazione con i ricercatori ha permesso ai volontari di comprendere gli scopi sociali del progetto ed il rispetto che deriva dal loro coinvolgimento in questo tipo di iniziative;
- **Interazione sociale**, in quanto interagendo con i ricercatori i partecipanti sviluppano un forte senso di appartenenza ad una comunità attiva;
- **Ricerca di informazioni**, in quanto l'interazione con i ricercatori permette ai partecipanti di acquisire nuove conoscenze;
- **Reputazione**, cioè maggior interesse nel migliorare la reputazione personale, dovuto all'interazione con i ricercatori;
- **Motivazioni intrinseche**, in quanto a seguito dell'interazione con i ricercatori, partecipare al progetto è considerato più divertente.

In conclusione, tra tutti i fattori motivazionali presi in considerazione, le più influenzate dalle interazioni *face-to-face* con i ricercatori sono le motivazioni intrinseche e la reputazione, elementi indispensabili per assicurare la quantità dei contributi nei progetti di *citizen science*. Pertanto, si potrebbe far

leva su questo tipo di interazioni per aumentare la quantità dei contributi *online*. Il principale limite da considerare è che le interazioni *face-to-face* possono essere implementate solo per i volontari che vivono nelle immediate vicinanze del progetto, quindi è necessario verificare se le interazioni virtuali sono in grado di prendere il loro posto e di estendere i benefici al di là della comunità locale.

Inoltre, dallo studio di Cappa et al. (2016) si evince che l'impatto delle interazioni con i ricercatori è stato maggiore sugli individui più anziani, quindi l'età dei volontari può essere considerata una variabile moderatrice di rilevanza. Al contrario, le precedenti esperienze di ricerca ed il genere non sembrerebbero avere un ruolo significativo sulla motivazione generale, probabilmente a causa delle piccole dimensioni del campione preso in analisi.

4.2.3 I “rewards”

Precedenti studi hanno investigato la relazione tra i premi ed il volontariato nell'ambito delle attività *offline*, mettendo in discussione l'utilizzo del denaro come ricompensa per l'impegno dedicato ai progetti basati sulla collettività (come comunità *open source*, *crowdsourcing*). Risultati diversi sono emersi dallo studio di questi meccanismi nel contesto della *citizen science*, in quanto quest'ultima differisce dalle altre attività *technology-mediated* in termini di attori coinvolti (non sono richieste competenze tecniche ai partecipanti), esiti (si tratta di progetti per il bene pubblico) e divulgazione dei dati (in quanto i dati vengono divulgati solo in parte) (Cappa et al., 2018).

In particolare, lo studio empirico di Cappa et al. (2018) ha dimostrato l'efficacia dell'utilizzo di due meccanismi di ricompensa per influenzare positivamente la partecipazione e le motivazioni dei volontari a contribuire ad un progetto di *citizen science* mediato dalla tecnologia. Per ottenere un ampio spettro delle possibili metodologie da utilizzare con l'obiettivo di rafforzare la partecipazione e le motivazioni dei *citizens*, sono stati presi in considerazione premi di tipo non monetario e di tipo monetario. Più in dettaglio, le forme di ricompensa non monetaria come il riconoscimento pubblico *online*, pur non offrendo ai partecipanti un beneficio tangibile, sono connesse all'accrescimento della reputazione ed all'accettazione sociale (Cappa et al., 2018). Al contrario, l'utilizzo dei premi di tipo monetario permette di far leva sulle motivazioni estrinseche (legate all'intenzione di contribuire per ottenere una ricompensa) e non ha effetti negativi sulle motivazioni intrinseche quando vengono rispettate le seguenti condizioni (Cappa et al., 2018):

1. Quando tra il donatore ed il destinatario del premio sussiste una relazione personale o lavorativa non dovrebbero essere offerti premi di questo tipo;
2. La somma di denaro offerta come premio dovrebbe essere piccola, tale da essere percepita come un supporto e non come una forma di controllo;
3. Ai volontari dovrebbe essere data la possibilità di devolvere il premio monetario ottenuto ad altre attività sociali. Così facendo, si evita di danneggiare le motivazioni intrinseche in quanto non viene minata l'autonomia delle decisioni dei partecipanti.

Tenendo conto di queste tre condizioni, Cappa et al. (2018) hanno cercato di scoprire se i premi di tipo monetario ed il riconoscimento pubblico *online* sono in grado di incrementare la partecipazione dei volontari, le motivazioni e le *referral intention* (che possono essere interpretate come una valutazione complessiva delle intenzioni dei volontari di contribuire in futuro, ma anche come un mezzo per attrarre altri utenti (Cappa et al., 2018)) in un progetto di *citizen science*, come sintetizzato nella FIGURA 4.2

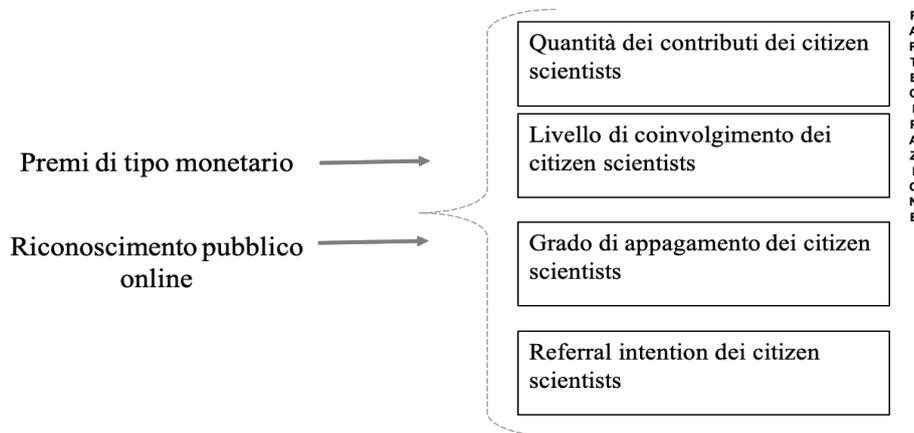


FIGURA 4.2: Influenza dei *reward* (monetari e non) su quantità dei contributi, livello di coinvolgimento, grado di appagamento e *referral intention* dei citizens

Fonte: ns elaborazione, da Cappa et al. (2018)

I risultati emersi dall'indagine di Cappa et al. (2018) hanno confermato questo modello teorico, dimostrando che quando viene offerta una ricompensa, senza che si riscontrino differenze significative per le due tipologie di premi:

- Si verifica un aumento significativo nella quantità dei contributi (misurata in numero di *tag* per immagine);
- Aumenta il livello di coinvolgimento (misurato attraverso i sondaggi e la cuffia EEG);
- Cresce il grado di appagamento dei partecipanti;
- Aumentano le *referral intention* ma, con riferimento a queste ultime, l'offerta di una ricompensa in denaro è risultata più efficace rispetto al riconoscimento pubblico *online*.

Questi esiti sono particolarmente rilevanti in quanto dimostrano che, sotto precise condizioni, le ricompense monetarie non impattano negativamente sulle motivazioni intrinseche (non si innesca il "*crowd-out effect*") ed anzi nel caso dei progetti di *citizen science* mediati dalla tecnologia agiscono rafforzandole (Cappa et al., 2018). È interessante notare che quasi tutti i partecipanti a cui è stato offerto il denaro hanno scelto di restituire la somma ricevuta a favore dei progressi nel progetto considerato. Infine, dal lavoro di Cappa et al. (2018) emerge che oltre al denaro, un'ulteriore forma di ricompensa economicamente più sostenibile per le istituzioni di ricerca è il riconoscimento pubblico *online*.

4.3 Evoluzione temporale delle motivazioni ed *engagement*

Raccogliere dati, partecipare in tutte le fasi della ricerca, prendere parte alle pubblicazioni scientifiche sono solo alcune delle attività che possono essere svolte dai cittadini ordinari all'interno di un progetto di *citizen science*. Ogni attività richiede un certo tipo di competenza, un certo grado di abilità ed un definito livello di impegno o "*engagement*", che è stato stimato quantitativamente solo da poche ricerche. Poiché la sostenibilità dei progetti *online* di *citizen science* dipende dalle abilità, dal tempo e dall'energia che i volontari decidono di impiegare nelle ricerche scientifiche, diventa indispensabile individuare i principali fattori che influenzano la scelta dei *citizens* di continuare a partecipare ai progetti e sui quali si può far leva per progettare un approccio efficace che garantisca che qualità e quantità di contributi perdurino nel tempo.

La scarsità di indagini sul livello di *engagement* dei partecipanti costituisce un limite per lo sviluppo e la diffusione dei progetti, in quanto avere una chiara visione di come i *citizens* si comportano nelle varie fasi di ricerca e analisi è fondamentale per poter proporre e valutare nuove strategie di coinvolgimento che ne garantiscano la partecipazione attiva. Tra i numerosi studi focalizzati su questo tema, due sono le ricerche che hanno prodotto risultati di rilevanza:

- il lavoro di Rotman et al. (2014), che teorizza l'evoluzione temporale delle motivazioni;
- il recente lavoro di Aristeidou, Scanlon & Sharples (2017), che definisce i possibili profili di *engagement* dei *citizens* sulla base di alcune metriche.

4.3.1 Motivazioni nel breve e nel lungo termine

Il lavoro di Rotman et al. (2014) ha dimostrato che esiste un processo temporale di partecipazione e che, mentre la partecipazione iniziale deriva da motivazioni "*self-directed*" (come l'interesse personale), la partecipazione a lungo termine è più complessa e comprende anche la motivazione collaborativa. In particolare, dallo studio emerge che la motivazione iniziale a partecipare dipende da quattro principali fattori (Rotman et al., 2014):

- ***Personal interest***: Ampliare le proprie conoscenze; promuovere i propri *hobby*; trascorrere del tempo con gli amici o stringere nuove amicizie.
- ***Self-promotion***: Promuovere nuove opportunità per sé stessi; partecipare ad un'esperienza utile per il futuro.
- ***Self-efficacy***: Assumere il controllo del processo scientifico; prendere parte anche nelle fasi più complesse del progetto al pari degli scienziati.
- ***Social responsibility***: Fortemente correlata alla comunità di appartenenza ed al ruolo del sistema educativo a supporto delle istituzioni locali.

La partecipazione costante per un lungo arco temporale o "*long term participation*" invece, dipende fortemente dalle relazioni che si instaurano tra i singoli volontari (o tra volontari e scienziati) all'interno dello stesso progetto e dalle relazioni esterne che si creano tra i volontari ed i soggetti estranei ai progetti di *citizen*

science (come membri della comunità, amici, familiari) (Rotman et al., 2014). In particolare, cinque sono i fattori che sembrerebbero incoraggiare la “*long term participation*” (Rotman et al., 2014): fiducia, stabilire obiettivi comuni, riconoscimento ed attribuzione, *mentorship* e relazioni esterne (TABELLA 4.3).

Motivazioni di lungo termine		
Relazioni interne	Fiducia	I progetti caratterizzati da interazioni tra scienziati e volontari facilitano la fiducia
	Stabilire obiettivi comuni	Permette di stabilire delle aspettative comuni tra gli scienziati ed i volontari, in modo da affrontare facilmente anche le questioni potenzialmente controverse (ruoli, responsabilità, standard)
	Riconoscimento ed attribuzione	Il riconoscimento e l’attribuzione (che si tratti di un semplice riconoscimento per la collaborazione dei volontari o del merito dato ad uno specifico contributore) sono essenziali per garantire una partecipazione duratura
	Mentorship	La <i>mentorship</i> è legata a tre temi interdipendenti: la formazione (che permette di ottenere dati di maggiore qualità e un maggior impegno dei volontari), la vicinanza (si instaurano delle relazioni tra esperti e non esperti) e la legittimazione (i <i>citizens</i> hanno l’opportunità di ampliare le proprie conoscenze scientifiche ed il loro operato è sottoposto al controllo degli scienziati).
Relazioni esterne		Partecipando ai progetti, i volontari sono esposti agli effetti che la <i>citizen science</i> ha sul loro ambiente e questo può spingerli a comportarsi da mediatori tra le comunità locali e gli scienziati. È rilevante anche il ruolo dell’educazione, considerata uno strumento per potenziare le popolazioni locali.

TABELLA 4.3: Motivazioni di lungo termine

Fonte: ns elaborazione, da Rotman et al.(2014)

In sintesi, le motivazioni alla base della partecipazione di breve e di lungo termine sono differenti: come già anticipato nel precedente paragrafo, l’interesse personale è un fattore chiave nella decisione iniziale di contribuire ad un progetto di *citizen science*, ma la partecipazione si prolungherà nel tempo solo se sussistono delle motivazioni più ampie che, superando il sé, si aprono alla collettività e rafforzano la scelta iniziale (Rotman et al., 2014). Inoltre, nell’analisi delle motivazioni di lungo termine è utile considerare che potrebbero insorgere alcuni “fattori demotivanti”, responsabili della scelta di abbandonare i progetti:

- **Tempo:** In alcuni casi il tempo da dedicare al progetto risulta eccessivo rispetto all’interesse per l’argomento, al divertimento o al piacere della sfida che hanno motivato la scelta di partecipare. Inoltre, mentre alcuni volontari preferiscono essere coinvolti in progetti complessi che richiedono grande impiego di tempo e di risorse, altri si dimostrano più restii nel dedicare troppo tempo ai progetti (Rotman et al., 2014);
- **Tecnologia:** I problemi legati alla mancanza di strutture tecnologiche o al mal funzionamento della tecnologia potrebbero costringere i volontari ad abbandonare i progetti di *citizen science*. Al contrario,

i progetti che utilizzano la tecnologia per semplificare i *task* richiesti stimolano la partecipazione e impegnano i volontari per periodi di tempo più lunghi (Rotman et al., 2014);

In conclusione, l'analisi di Rotman et al. (2014) evidenzia come i progetti di *citizen science* siano influenzati dall'esistenza di un processo temporale di partecipazione, dovuto all'evolversi delle motivazioni dei volontari che decidono di contribuire. Gli studiosi suggeriscono la necessità di analizzare le motivazioni iniziali (*personal interest, self promotion, self-efficacy, social responsibility*) e di lungo termine (fiducia, stabilire obiettivi comuni, riconoscimento ed attribuzione, *mentorship* e relazioni esterne) per garantire il successo dei progetti di *citizen science* (Rotman et al., 2014).

4.3.2 Classificazione dei *citizens* in base ai profili di *engagement*

Sul tema dell'*engagement* un altro rilevante lavoro è quello di Aristeidou, Scanlon & Sharples (2017) che, integrandosi alla precedente indagine di Brasileiro e Ponciano (2015), definisce cinque "*engagement profile*" utili per la classificazione dei volontari in base ai diversi livelli di partecipazione. In particolare, nell'indagine di Brasileiro e Ponciano (2015) il livello e la durata del coinvolgimento dei volontari vengono stimate con l'utilizzo di metriche che costituiscono misure della partecipazione e dell'interazione dei volontari con il progetto e che permettono di analizzare i punti di impegno ed i periodi di impegno sostenuto, disimpegno e reinserimento.

Aristeidou et al. (2017) completano questo studio confrontando i livelli di coinvolgimento dei *citizens* nelle *community* e associandoli ai diversi *engagement profile* sulla base dei loro modelli di comportamento. Osservando la FIGURA 4.3 è possibile capire come si sviluppa la *timeline* di un *citizen scientist* durante un progetto (Aristeidou et al., 2017):

- Nei giorni "*Active*" (quadrato nero) l'individuo si è impegnato attivamente nel progetto, contribuendo con dati, commenti, *like*, messaggi e creazione di discussioni sul forum.
- Nei "*Lurking day*" (quadrato bianco), il membro ha semplicemente visitato la *community*, senza essere coinvolto in alcuna attività eccetto la navigazione.
- Infine, le caselle tratteggiate indicano i giorni del progetto in cui l'individuo non ha visitato la comunità.

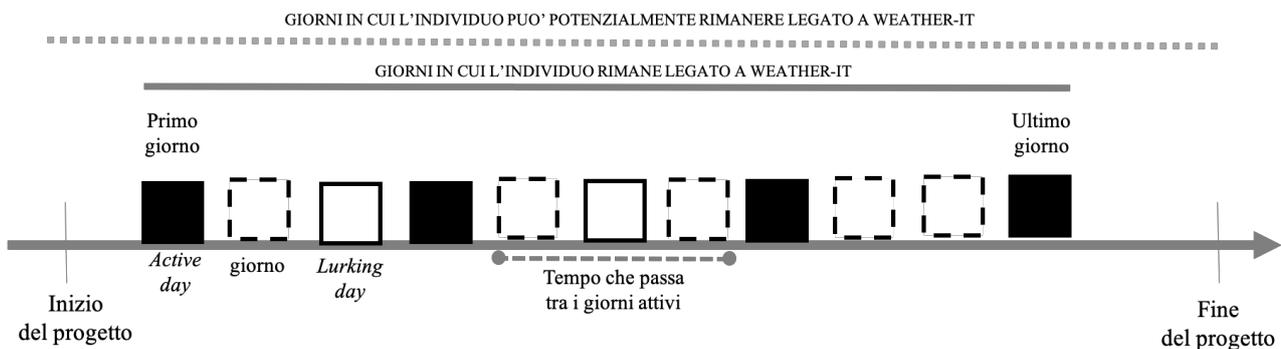


FIGURA 4.3: Possibile *timeline* dei contributi di un *citizens* in un progetto.

Fonte: ns elaborazione, da Aristeidou et al. (2017)

Per misurare l'*engagement* dei *citizens* vengono utilizzate le seguenti metriche:

- *Activity ratio*: è il rapporto tra i giorni in cui il membro è stato attivo ed ha eseguito almeno un'attività in relazione ai giorni totali in cui è rimasto collegato al progetto. Più questo rapporto è vicino ad 1, più attivo è il volontario (Aristeidou et al., 2017).
- *Relative activity duration*: consiste nel rapporto tra il numero di giorni in cui il membro è legato al progetto diviso il numero totale dei giorni da quando si unisce al progetto alla fine del progetto. Più è vicino a 1, più il volontario rimane legato (persistente) al progetto (Aristeidou et al., 2017).
- *Variation in periodicity*: deviazione standard dell'insieme costituito dal numero di giorni che trascorrono tra ogni coppia di giorni attivi. Più è vicino a 0, più velocemente il volontario torna a partecipare attivamente al progetto (Aristeidou et al., 2017).
- *Lurking ratio*: proporzione di giorni in cui l'utente resta nascosto in relazione ai giorni totali in cui ha visitato il progetto. Più è vicino a 1 più il volontario rimane "nascosto" durante i giorni in cui è *online* (cioè si connette alla piattaforma, cerca contenuti ma non contribuisce) (Aristeidou et al., 2017).

Come mostra TABELLA 4.4, sulla base delle metriche sopra elencate vengono definiti i cinque *engagement profile* (*Loyal*, *Hardworking*, *Persistent*, *Lurker*, *Visitor*) che caratterizzano le diverse forme di partecipazione ed i diversi comportamenti assunti dai *citizens* durante i progetti.

Profili	<i>Activity ratio</i>	<i>Relative activity duration</i>	<i>Variation in periodicity</i>	<i>Lurking ratio</i>
<i>Loyal</i>	moderato	la più alta	bassa	basso
<i>Hardworking</i>	il più alto	la più bassa	bassa	basso
<i>Persistent</i>	basso	alta	la più alta	basso
<i>Lurker</i>	basso	alta	bassa	alto
<i>Visitor</i>	alta	bassa	non comparabile	il più alto

TABELLA 4.4: Definizione dei profili di *engagement* sulla base di *Activity ratio*, *Relative activity duration*, *Variation in periodicity*, *Lurking ratio*

Fonte: ns elaborazione, da Aristeidou et al. (2017).

Più in dettaglio:

- ***Loyal engagement***: i membri appartenenti a questa categoria rimangono a lungo legati al progetto (alta *relative activity duration*) con tassi di visita costanti (bassi *variation in periodicity* e *lurking ratio*) e sono attivi per quasi la metà dei giorni in cui partecipano (*activity ratio moderato*) (Aristeidou et al., 2017).
- ***Hardworking engagement***: coloro caratterizzati da questo profilo visitano la piattaforma con intervalli di tempo regolari (bassi *variation in periodicity* e *lurking ratio*) e sono quasi sempre attivi durante la

visita (alto *activity ratio*), ma non rimangono collegati al progetto per un lungo periodo (bassa *relative activity duration*, nessun membro rimane fino alla fine del progetto) (Aristeidou et al., 2017).

- **Persistent engagement:** i membri persistenti rimangono a lungo collegati al progetto (alte *relative activity duration* e *variation in periodicity*), non visitano la piattaforma ad un ritmo costante (basso *activity ratio*) e sono attivamente coinvolti solo per un ridotto numero di giorni (*lurking ratio* basso) (Aristeidou et al., 2017).
- **Lurking engagement:** questi soggetti rimangono legati al progetto per un lungo periodo di tempo (alta *relative activity ratio* e bassa *variation in periodicity*) e visitano spesso la piattaforma, ma sono attivi solo per pochi giorni durante la loro permanenza nel progetto (basso *activity ratio* ed alto *lurking ratio*) (Aristeidou et al., 2017).
- **Visitors:** i membri di questo profilo contribuiscono al progetto solo per uno o due giorni in modo particolarmente attivo (la loro *variation in periodicity* non può essere comparata) e non restano a lungo legati al progetto (basso *relative activity ratio*) (Aristeidou et al., 2017).

In conclusione, i risultati di questa indagine suggeriscono la necessità di approcci progettuali diversi in base alla classificazione dei *citizens* all'interno dei cinque profili di *engagement* analizzati.

4.4 Conclusioni

Nell'ultimo decennio, la *citizen science* come mezzo per far progredire la scienza e diffondere l'interesse della collettività verso la ricerca scientifica è diventata il centro di notevoli speranze e aspettative: si tratta di uno scenario “*win-win*” in cui gli scienziati ricevono aiuto dalla collettività ed i partecipanti hanno l'occasione di apprendere nuove conoscenze e competenze contribuendo ai progetti (Bonney et al., 2016). Affinché i progetti abbiano successo, è necessario che le motivazioni alla base della scelta di partecipare siano chiare e fondate, in modo da garantire una partecipazione attiva per tutta la durata ed in tutte le fasi del progetto, evitando i casi di abbandono e riducendo al minimo le contribuzioni sporadiche. Partendo dal presupposto che le motivazioni cambiano nel tempo, tutto ciò è possibile solo dopo aver attentamente identificato i fattori motivazionali alla base della scelta di contribuire in questo tipo di progetti, ma soprattutto dopo aver analizzato le potenziali leve su cui agire per aumentare la motivazione. Per questi motivi, nella prima parte del capitolo sono state illustrate le principali teorie della motivazione legate al volontariato, al *community involvement* ed ai movimenti sociali adattate al contesto della *citizen science*. Il legame tra la *citizen science* ed il volontariato è chiaro se si pensa che i *citizens* dedicano volontariamente il loro tempo (può trattarsi di diverse ore al giorno, mesi o anni) ai progetti, generalmente senza ottenerne in cambio una somma di denaro. Nonostante la grande varietà di motivazioni individuate dalle teorie trattate, non si può pensare di utilizzare un unico *framework* per cogliere le infinite sfaccettature dei fattori motivazionali individuali e non bisogna considerare le teorie come alternative o, addirittura, contrapposte. Risulta utile, al contrario, utilizzare un *framework* integrato come quello proposto da Curtis (2015a) nel caso di “*Foldit*”, in modo da permettere

l'analisi dettagliata delle motivazioni attraverso il confronto delle teorie e la loro applicazione integrata. Per fare un esempio, nel caso preso in esame l'analisi delle motivazioni si è svolta su quattro livelli distinti caratterizzati da diversi gradi di dettaglio (dal Livello 1 più dettagliato al Livello 4, più superficiale) e le categorie risultanti dall'integrazione delle teorie hanno permesso una classificazione piuttosto esaustiva. L'inserimento dello studio di Raddick et al. (2014) all'interno della trattazione, invece, è servito per avvicinare i concetti teorici alla realtà e per mostrare come concretamente si sono manifestate e sono state classificate le motivazioni nel progetto "Galaxy Zoo".

Per quanto riguarda i fattori che influiscono sull'incremento delle motivazioni, è stato dimostrato l'impatto positivo della *gamification*, delle interazioni sociali e dei *rewards*. In particolare, incorporare elementi di gioco all'interno dei progetti scientifici risulta utile per stimolare l'impegno e la partecipazione dei *citizens*, migliorando l'esperienza complessiva degli utenti. Inoltre, per sostenere e mantenere nel tempo il coinvolgimento dei *citizens*, Iacovides et al. (2013) e Eveleigh et al. (2013) evidenziano l'efficacia dell'utilizzo di *team*, di forum e chat, di meccaniche di gioco elaborate e dei *feedback*. Dagli studi di Cappa et al. (2016; 2018), emerge anche che l'interazione con i ricercatori e l'utilizzo di *rewards* (intesi sia come ricompense monetarie che come riconoscimento pubblico *online*) influiscono positivamente sulla motivazione generale a contribuire dei *citizens*.

Inoltre, è importante considerare l'evoluzione che le motivazioni subiscono nel tempo: lo studio di Rotman et al. (2014) identifica cinque motivazioni iniziali a partecipare ("*Personal interest*", "*Self-promotion*", "*Self-efficacy*", "*Social responsibility*") e sottolinea come la "*long term participation*" dipenda dalle relazioni interne (influenzate a loro volta dalla fiducia, dall'orientamento obiettivi comuni, dal riconoscimento ed attribuzione, e dalle forme di *mentorship*) ed esterne al progetto. Quindi, il successo e la sostenibilità nel tempo dei progetti *online* di *citizen science* dipendono dalle abilità, dal tempo e dall'impegno che i volontari decidono di impiegare nei progetti e, utilizzando le metriche proposte da Aristeidou et al. (2017), calcolate in base al numero di giorni in cui l'individuo svolge attività per il progetto e rimane legato alla ricerca (*Activity ratio*, *Relative activity duration*, *Variation in periodicity* e *Lurking ratio*), i *citizens* possono essere classificati secondo cinque "*engagement profiles*" ("*Visitor*", "*Lurker*", "*Persistent*", "*Hardworking*", "*Loyal*"). Ognuno di questi profili è definito da diversi valori e da una diversa combinazione delle metriche: dal profilo "*Visitor*" che definisce un individuo particolarmente attivo ma che partecipa al progetto per un solo giorno, si arriva al profilo "*Loyal*" caratterizzato da tassi di visita costanti, con individui che rimangono a lungo legati al progetto e che sono attivi per quasi la metà dei giorni in cui partecipano.

CAPITOLO 5: Conclusioni

La provata possibilità della *Citizen science* di acquisire, analizzare ed elaborare conoscenze non solo limitatamente ai fenomeni scientifico/naturalistici originari ma anche in riferimento ad altri ambiti quali quelli economico, sociale, politico, matematico, energetico, educativo rappresenta il valido presupposto ad una futura più intensa diffusione di questa innovativa tipologia di indagine anche in questi campi. In effetti, la *citizen science* è attualmente utilizzata in modo marginale per l'analisi di aspetti economici, sociali e politici; al contrario trova ampia applicazione nell'ambito delle "*Life sciences*" (in particolare sui temi dell'ecologia, ambiente, natura, biologia ed animali) (Science Europe, 2018). L'impegno dell'*European Citizen science Association* (ECSA) nella redazione dei "*dieci principi di citizen science*", l'elaborazione di un modello definito dalla progressione di specifiche fasi per opera del *Cornell Lab of Ornithology* (CLO) e, soprattutto, il forte impatto dell'*Information and Communication Technology* sulle modalità di interazione e condivisione di conoscenze tra gli individui, hanno congiuntamente contribuito nel definire la *Citizen science* come "*lavoro scientifico intrapreso da membri del pubblico in generale, spesso in collaborazione con o sotto la direzione di professionisti scienziati e istituzioni scientifiche*" (Eitzel et al., 2017).

Data la rilevanza sempre maggiore della *citizen science* nel contesto delle ricerche scientifiche e l'interesse accademico per questo fenomeno in grado di portare benefici sia ai partecipanti che ai ricercatori, la presente trattazione si pone l'obiettivo di contribuire alla comprensione generale del fenomeno sottolineando le caratteristiche principali, i possibili benefici e difficoltà, i metodi per aumentarne la diffusione e fornendo allo stesso tempo chiare indicazioni ai ricercatori ed ai *policy makers* su come motivare maggiormente le persone a partecipare come *citizen scientists*. Del resto, confrontando le fasi del modello elaborato dal *Cornell Lab of Ornithology* (CLO) per l'implementazione dei progetti di *citizen science*, non si evidenziano dissonanze con il metodo scientifico, come mostra la FIGURA 5.1.

Modello elaborato dal CLO per i progetti di *citizen science*

Metodo scientifico

- | | |
|---|--|
| 1. Scegliere un problema scientifico | a. Osservazione del fenomeno e raccolta di tutti i dati e le informazioni sensibili necessarie alla sua comprensione |
| 2. Costituire un team di scienziati/ docenti/tecnologi/periti | b. Elaborazione della ipotesi |
| 3. Sviluppare, sperimentare e raffinare i protocolli, la struttura dei dati e i materiali di supporto educativo | c. Verifica della ipotesi (sperimentale nella sua accezione più ampia di riscontro della ripetibilità nel tempo e nello spazio del fenomeno che ha condotto alla elaborazione della ipotesi oggetto di verifica) |
| 4. Reclutare i partecipanti | d. Elaborazione della tesi (legge) risultata dalla ricerca |
| 5. Formare i partecipanti | |
| 6. Ricevere, riesaminare ed esporre i dati | |
| 7. Analizzare ed interpretare i dati | |
| 8. Divulgare i risultati | |
| 9. Valutare gli esiti | |

FIGURA 5.1: Modello elaborato dal CLO per i progetti di *citizen science* e metodo scientifico a confronto

Fonte: ns elaborazione, da Bonney et al. (2009)

Certamente, ognuna di queste fasi prevede lo svolgimento di specifici processi ed il conseguimento di risultati ben definiti; tuttavia data la grande eterogeneità delle competenze e delle attitudini della collettività, non è detto che tutti i partecipanti siano dotati delle abilità, del tempo e della motivazione richieste per essere coinvolti in tutte le fasi del progetto di ricerca. Per questi motivi, nonostante negli anni si siano sviluppati numerosi progetti caratterizzati da approcci più innovativi del tipo “*bottom up*” (ad esempio nei modelli “*Co-Created*”), soprattutto in virtù delle minori difficoltà di gestione, il modello di *governance* più prolifico in termini di pubblicazioni è risultato il “*Contributory project model*” (Science Europe, 2018), che prevede la partecipazione dei *citizens* limitata alle fasi che richiedono *skill* elementari. Nell’ambito dei progetti di *Citizen science* pianificati secondo il *Contributory project model*, infatti, i *citizens* sono essenzialmente impegnati nella sola fase della *data collection* e raramente in quelle più difficilmente controllabili dell’analisi ed elaborazione dei dati, così come del resto evidenziato dalla TABELLA 2.1 del Capitolo 2.

In realtà, le innovazioni nell’ambito dell’*Information and Communication Technology*, modificando il modo in cui gli *scientists* gestiscono i progetti, reclutano i partecipanti ed integrano le conoscenze acquisite, hanno allo stesso tempo contribuito a semplificare i *task* richiesti ai *citizens*. La TABELLA 2.2 del Capitolo 2 riassume le previsioni di Newman et al. (2012) sull’evoluzione del metodo elaborato dal CLO. Si prevede, quindi, che i progetti di *citizen science* saranno drasticamente rivoluzionati a causa del sempre maggiore utilizzo della tecnologia (*smartphone*, siti *web*, *app*, sensori, ma anche tecnologie *back-end*) non solo nella vita di tutti i giorni, quanto all’interno dei progetti stessi. In effetti, su *Internet* sono già rinvenibili siti *web* e piattaforme che forniscono *cyber*-infrastrutture, *tool* ed informazioni dedicate ai progetti di *citizen science*, come “*Citizen science Central*”, “*The public Laboratory for Open Technology and Science*” e “*SciStarter*”.

L’imponente e rapido sviluppo delle *ICT*, quindi, non solo sta trasformando la *citizen science* dal punto di vista strutturale e procedurale ma, migliorando la capacità di elaborazione e *screening* qualitativo dei dati dei partecipanti (attraverso i nuovi *device*), sta progressivamente ampliando i confini spazio/temporali dei progetti e la loro visibilità, provocando un aumento significativo nel numero di pubblicazioni di *citizen science*. Le innovazioni legate all’*Information and Communication Technology*, inoltre, hanno contribuito all’avvento della cosiddetta “*era dei Big Data*” (Ardito et al., 2018), caratterizzata dalla crescita esponenziale del volume dei dati e della loro rilevanza in tutte le organizzazioni ed in tutti i settori (assistenza sanitaria, ricerche scientifiche, società in generale). Gli enormi flussi di informazioni generati costantemente da *smartphone*, sensori ed altri *device* se correttamente acquisiti, analizzati, interpretati ed integrati (ad esempio attraverso il modello della “*Big Data Value Chain*”) possono generare *insights* e creare valore.

Allo stesso tempo, data la crescente diffusione di questi *device* e del loro ampio utilizzo anche nei progetti di *citizen science*, emerge una nuova opportunità per le organizzazioni: collezionare, attraverso la partecipazione (volontaria o involontaria) dei *citizens* (che per definizione si estende su vasta scala geografica ed interessa lunghi archi temporali), non solo conoscenze e dati rilevanti ai fini della valenza scientifica del progetto, ma anche informazioni aggiuntive (legate ad esempio alle interazioni sociali o ai modelli comportamentali degli utenti) dalla cui integrazione ottenere *insights* di valore, che potrebbero avere una certa

rilevanza per ulteriori ricerche o in ambiti diversi da quello prettamente scientifico. È il caso del progetto “*enviroCar*”: iniziativa di *citizen science* nata con lo scopo primario di analizzare l’inquinamento ambientale che, usufruendo dei dati raccolti attraverso i sensori automobilistici (integrati nelle vetture) e trasferiti su una piattaforma (per mezzo degli *smartphone*), ha permesso di ottenere rilevanti informazioni aggiuntive sulla pianificazione del traffico e le abitudini comportamentali dei guidatori. Certamente, prerequisito fondamentale affinché sia possibile estrapolare informazioni aggiuntive, ma anche perché il progetto di *citizen science* riesca a raggiungere risultati scientificamente validi, è avere a disposizione grandi volumi di dati. Per evitare che la gestione di grandi quantità di informazioni diventi un problema, McKinley et al. (2015), Bonney et al. (2009) e Kelling et al. (2009) suggeriscono di utilizzare protocolli di raccolta standardizzati, garantire l’accessibilità dei dati alla collettività, creare un adeguato *data warehouse* e utilizzare metodi di analisi statistica innovativi.

Al contempo, essendo la *citizen science* per definizione un’attività di ricerca basata sul coinvolgimento della collettività, le scarse competenze dei contributori in ambito scientifico e l’assenza di un’adeguata formazione pre-progetto potrebbero destare dubbi sull’affidabilità ed integrità dei dati (Hunter et al., 2013). Per garantire che i dati raccolti rispettino alcuni *standard* di qualità, diversi studi (Riesch & Potter, 2014; Resnik et al., 2015; Crall et al., 2011; Wiggins et al., 2011) suggeriscono di garantire un’adeguata formazione dei *citizens* (“*training*”) e semplificare i *task* assegnati, verificare la coerenza dei dati raccolti con la letteratura esistente, standardizzare i protocolli di monitoraggio, adottare la tecnologia per gestire i dati. Ad esempio, nel caso di “*eBird*” le criticità relative all’enorme volume di dati sono state risolte migliorando l’efficienza delle tecnologie utilizzate, coinvolgendo i partecipanti, potenziando i protocolli per la raccolta dei dati e gestendo i dati in modo aggiornato (Sullivan et al., 2014); il controllo della qualità durante l’immissione dei dati, la supervisione dei ricercatori ed i filtri per il controllo della qualità hanno invece permesso di assicurare l’affidabilità, la veridicità e l’integrità delle informazioni rinvenute dai *citizens*.

Da quanto discusso in tema di dati e di *Big Data*, emerge un inevitabile *trade-off* tra qualità e quantità delle informazioni, che spinge a chiedersi quale delle due dimensioni perseguire primariamente. Come già anticipato, per i dati strettamente legati al fine scientifico del progetto la qualità è importante, ma da quanto emerge dal recente studio di Tar et al. (2017) (che ha dimostrato che la precisione dei dati aumenta con il crescere della quantità di contributi), la quantità è cruciale sia per i dati strettamente legati al progetto che per l’estrapolazione di *insights* aggiuntive in ottica di *Big Data*. Infatti, la collaborazione ed il coinvolgimento della collettività sono prerequisiti fondamentali per garantire la disponibilità di grandi quantità di dati, dalla cui integrazione poter ricavare risultati scientificamente validi e conoscenze di valore. In poche parole, affinché i progetti di *citizen science* abbiano successo, bisogna assicurarsi che i *citizens* partecipino in modo attivo e prolungato nel tempo e parallelamente minimizzare i casi di abbandono e di contribuzioni sporadiche.

Per fare ciò, è necessario identificare in modo attento le motivazioni che influenzano la scelta di impegnarsi nelle iniziative di questo tipo, in modo da individuare i potenziali fattori su cui far leva per attirare nuovi *citizens* o coinvolgere di più gli utenti che già offrono il proprio contributo. Al di là delle varie teorie descritte e di volta in volta riferibili al *volontariato* (Clary et al., 1998), al *community involvement* (Batson,

Ahmad e Tsang, 2002) ed ai movimenti sociali (Kladermans, 2003) che diversi studiosi hanno rielaborato per favorirne l'adozione nei contesti di *citizen science*, si ritiene difficoltoso relegare le motivazioni *tout court* nell'ambito di una di queste teorie. La grande varietà di sfaccettature motivazionali nonché la loro variabilità nel tempo lascia ritenere più utile una profilazione motivazionale strutturata su di un *framework* integrato basato su quattro livelli di dettaglio (TABELLA 4.1), come quello proposto da Curtis (2015a) nel *case study* discusso nel Capitolo 4 (*FoldIT*). L'integrazione delle diverse teorie ha permesso, tra l'altro, di evidenziare la centralità delle motivazioni "*personally focused*" o "*self directed*" (come il *personal interest*, la *self promotion*, la *self efficacy* e la *social responsibility*) considerate da Rotman et al. (2014) determinanti fondamentali nella scelta iniziale di partecipare. In particolare, secondo Rotman et al. (2014) la decisione dei *citizens* di continuare ad impegnarsi nel progetto per un lungo arco temporale ("*long term participation*") dipende fortemente dalle relazioni interne (come fiducia, orientamento verso obiettivi comuni, riconoscimento ed attribuzione e *mentorship*) ed esterne che si instaurano durante i progetti.

Numerose sono le iniziative volte all'incremento della partecipazione e del coinvolgimento dei *citizens* che agiscono direttamente sulle motivazioni; tra tutte, la presente trattazione si è concentrata sull'analisi del potenziale impatto della *gamification* (Iacovides et al., 2013) delle *social interactions* (Cappa et al., 2016) e dei *rewards* (Cappa et al., 2018), proprio in considerazione del legame di questi tre fattori con le teorie motivazionali (le *social interactions* ed i *rewards*, ad esempio, fanno leva su fattori afferenti alla teoria motivazionale del *community involvement*). In particolare, da quanto discusso emerge che "*l'utilizzo di elementi di game design in contesti non di gioco*" (cioè la *gamification*) (Iacovides et al., 2013), se adeguatamente implementato (attraverso l'utilizzo di squadre, meccaniche di gioco elaborate, *feedback*, forum e chat), permette di migliorare l'esperienza complessiva di coloro che nutrono un forte interesse verso la scienza ma, soprattutto, potrebbe essere in grado di attrarre individui che apprezzano il contesto di gioco più della scienza (Prestopnik & Tang, 2015). L'impatto positivo derivante dall'utilizzo delle *social interactions* per incrementare le motivazioni, invece, è giustificato dalla soddisfazione scaturita dalla condivisione e dal senso di appartenenza ad un gruppo (funzione "*social*" riconosciuta dalla teoria di Clary et al. (1998), ma anche la "*collective identification*" di Kladermans (2003)): come dimostrato da Cappa et al. (2018) le interazioni sociali con i ricercatori influiscono positivamente sulla motivazione generale a contribuire, ad esempio aumentando l'importanza attribuita all'obiettivo del progetto, migliorando la reputazione personale, favorendo l'acquisizione di nuove conoscenze e sviluppando un forte senso di appartenenza ad una comunità attiva. Anche l'utilizzo delle ricompense (*rewards*) da attribuire ai *citizens* più attivi e produttivi, sia in termini di elargizione di danaro che di pubblico riconoscimento *online* dell'attività svolta nell'ambito del progetto di *Citizen science* appare come un elemento capace in generale di influire positivamente sulla motivazione dei partecipanti e di sostenerla del tempo. Dallo studio di Cappa et al. (2018) emerge infatti che i *rewards* agiscono positivamente sulle motivazioni e sul coinvolgimento dei volontari, determinando un significativo aumento della quantità dei contributi. Infine, risulta di grande importanza la conoscenza dei cinque profili di *engagement* dei *citizens* ("*Visitor*", "*Lurker*", "*Persistent*", "*Hardworking*", "*Loyal*") definiti da Aristeidou

et al. (2017) sulla base di alcune metriche (*Activity ratio*, *Relative activity duration*, *Variation in periodicity* e *Lurking ratio*) che permettono di calcolare il numero di giorni in cui l'individuo svolge attività per il progetto e rimane legato alla ricerca, in quanto le diverse peculiarità dei profili suggeriscono la necessità di approcci progettuali diversi che tengano conto di questa classificazione.

. Tutto quanto sin qui argomentato ha permesso di conoscere ed approfondire i diversi aspetti peculiari della *citizen science*, una innovativa tipologia di ricerca basata sulla partecipazione della collettività che ha una propria valenza scientifica e pratica. In particolare, la rilevanza scientifica della *citizen science* è dimostrata dai numerosi benefici derivanti dalla sua adozione nel campo della ricerca: il coinvolgimento dei volontari implica, infatti, osservazioni condotte su scala mondiale o in tempi molto brevi che, assieme all'analisi rapida e accurata di grandi *set* di dati, consentono agli scienziati di completare anche i progetti di ricerca che necessitano di un'osservazione continua o di una vasta copertura geografica (Raddick et al., 2009). Inoltre, la *citizen science* permette di individuare specie animali, piante, oggetti spaziali rari che possono essere identificati solo attraverso l'ispezione visiva, offrendo agli scienziati la possibilità di esplorare opportunità nuove ed inaspettate (Raddick et al., 2009). Per quanto concerne la rilevanza accademico-scientifica dei progetti di ricerca di *citizen science*, è ormai universalmente riconosciuta la loro validazione in ambiti profondamente diversi da quelli originari. Indubbiamente rispetto alle più tradizionali attività di ricerca (bibliografica, sperimentale, individuale o di gruppo etc.) la *citizen science* richiede una diversa metrica valutativa che tenga conto di aspetti quali ad esempio, quelli afferenti all'analisi ed alla validazione dei *Big Data* da elaborare nell'ambito dell'indagine, assolutamente innovativi e quasi del tutto sconosciuti dal mondo accademico e dalla comunità scientifica in generale. Sulla base di quanto descritto è, anzi, possibile affermare che uno degli aspetti vincenti nella definitiva accettazione e validazione scientifica della *citizen science* si identifica nel progressivo incremento negli anni del numero di progetti e/o partecipanti di volta in volta coinvolti, che ha parallelamente stimolato la sperimentazione di schemi e procedure, lo sviluppo di sistemi informatici e l'evoluzione delle piattaforme virtuali sempre più articolate e sinergicamente orientate al raggiungimento e consolidamento di una certa attendibilità e rigore scientifico.

Dal punto di vista pratico, detta evoluzione ha rappresentato e rappresenta un enorme vantaggio: le varie classificazioni, teorie, protocolli e standardizzazioni proposte dai numerosi autori succedutisi nello studio della *citizen science* e trattate nel presente elaborato offrono, infatti, una vasta gamma di sperimentate possibilità applicative e schemi di ricerca facilmente adattabili alle più disparate tipologie di indagine, nei più diversi contesti (geografici, sociali, politici economici etc.) nonché in riferimento a precisi periodi temporali di maggiore o minore durata. Inoltre, attraverso la *citizen science* è possibile promuovere l'alfabetizzazione scientifica, in quanto i progetti di questo tipo offrono ai *contributors* la possibilità di partecipare ad una autentica ricerca scientifica, garantendo allo stesso tempo una più approfondita comprensione dei metodi e dei processi scientifici, con risultati positivi per i *citizens* anche in termini di maggiori conoscenze e competenze: i volontari, infatti, raccolgono i dati, li analizzano, arrivano a conclusioni basate sulle evidenze (Raddick et al., 2009).

In conclusione quindi, è possibile prevedere che, anche grazie al suo dinamismo evolutivo e alle innumerevoli diverse fattispecie e profilazioni partecipative che la caratterizzano, la *citizen science* è e sarà sempre più in grado di affrontare, con un approccio che di fatto, non conosce confini geografici né temporali, lo studio di aspetti e problematiche locali e/o globali mutando i rapporti tra *citizens* e comunità scientifica e avvicinando gli uni all'altra nello sforzo sinergico di comprendere e risolvere le grandi questioni della realtà che ci circonda.

BIBLIOGRAFIA

- Aceves-Bueno, E., Adeleye, A. S., Bradley, D., Brandt, W. T., Callery, P., Feraud, M., ... & Pearlman, I. (2015). Citizen science as an approach for overcoming insufficient monitoring and inadequate stakeholder buy-in in adaptive management: criteria and evidence. *Ecosystems*, *18*(3), 493-506.
- Allan, S., & Redden, J. (2017). Making citizen science newsworthy in the era of big data. *JCOM: Journal of Science Communication*, *16*(2), 1i-1i.
- Ardito, L., Scuotto, V., Del Giudice, M., & Messeni, A. (2018). A bibliometric analysis of research on Big Data analytics for business and management. *Management Decision*.
- Aristeidou, M., Scanlon, E., & Sharples, M. (2017). Profiles of engagement in online communities of citizen science participation. *Computers in Human Behavior*, *74*, 246-256.
- Batson, C. D., Ahmad, N., & Tsang, J. A. (2002). Four motives for community involvement. *Journal of Social Issues*, *58*(3), 429-445.
- Bendix, J. (2017). Citizen science: An Introduction. *Swiss Science and Innovation Council SSIC*. https://www.swir.ch/images/stories/pdf/en/Exploratory_study_1_2017_Citizen_Science_SSIC_EN.pdf
- Bird, T. J., Bates, A. E., Lefcheck, J. S., Hill, N. A., Thomson, R. J., Edgar, G. J., ... & Pecl, G. T. (2014). Statistical solutions for error and bias in global citizen science datasets. *Biological Conservation*, *173*, 144-154.
- Bonney, R., 1996. Citizen science: A lab tradition. *Living Bird*, *15*(4): 7-15.
- Bonney, R., Ballard, H., Jordan, R., McCallie, E., Phillips, T., Shirk, J., & Wilderman, C. C. (2009). Public Participation in Scientific Research: Defining the Field and Assessing Its Potential for Informal Science Education. A CAISE Inquiry Group Report. *Online Submission*.
- Bonney, R., Cooper, C. B., Dickinson, J., Kelling, S., Phillips, T., Rosenberg, K. V., & Shirk, J. (2009). Citizen science: a developing tool for expanding science knowledge and scientific literacy. *BioScience*, *59*(11), 977-984.

- Bonney, R., Cooper, C., & Ballard, H. (2016). The theory and practice of citizen science: Launching a new journal. *Citizen Science: Theory and Practice*, 1(1).
- Bonney, R., Phillips, T. B., Ballard, H. L., & Enck, J. W. (2016). Can citizen science enhance public understanding of science?. *Public Understanding of Science*, 25(1), 2-16.
- Bowser, A., & Shanley, L. (2013). New visions in citizen science. *Case Study Ser*, 3, 1-53.
- Bowser, A., Hansen, D., He, Y., Boston, C., Reid, M., Gunnell, L., & Preece, J. (2013, October). Using gamification to inspire new citizen science volunteers. In *Proceedings of the first international conference on gameful design, research, and applications* (pp. 18-25). ACM.
- Bowser, A., Hansen, D., Preece, J., He, Y., Boston, C., & Hammock, J. (2014, February). Gamifying citizen science: a study of two user groups. In *Proceedings of the companion publication of the 17th ACM conference on Computer supported cooperative work & social computing* (pp. 137-140). ACM.
- Bowser, A., Shilton, K., Preece, J., & Warrick, E. (2017, January). Accounting for privacy in citizen science: Ethical research in a context of openness. In *Proceedings of the 20th ACM Conference on Computer-Supported Cooperative Work and Social Computing (CSCW 2017)*.
- Bröring, A., Remke, A., Stasch, C., Autermann, C., Rieke, M., & Möllers, J. (2015). enviroCar: A Citizen Science Platform for Analyzing and Mapping Crowd-Sourced Car Sensor Data. *Transactions in GIS*, 19(3), 362-376.
- Buytaert, W., Zulkafli, Z., Grainger, S., Acosta, L., Alemie, T. C., Bastiaensen, J., ... & Foggin, M. (2014). Citizen science in hydrology and water resources: opportunities for knowledge generation, ecosystem service management, and sustainable development. *Frontiers in Earth Science*, 2, 26.
- Cappa, F., Laut, J., Nov, O., Giustiniano, L., & Porfiri, M. (2016). Activating social strategies: Face-to-face interaction in technology-mediated citizen science. *Journal of environmental management*, 182, 374-384.
- Cappa, F., Laut, J., Porfiri, M., & Giustiniano, L. (2018). Bring them aboard: Rewarding participation in technology-mediated citizen science projects. *Computers in Human Behavior*, 89, 246-257.
- Catlin-Groves, C. L. (2012). The citizen science landscape: from volunteers to citizen sensors and beyond. *International Journal of Zoology*, 2012.

- Cavanillas, J. M., Curry, E., & Wahlster, W. (2016). *New horizons for a data-driven economy: a roadmap for usage and exploitation of big data in Europe*. Springer.
- Chen, M., Mao, S., & Liu, Y. (2014). Big data: A survey. *Mobile networks and applications*, 19(2), 171-209.
- Clary, E. G., Snyder, M., Ridge, R. D., Copeland, J., Stukas, A. A., Haugen, J., & Miene, P. (1998). Understanding and assessing the motivations of volunteers: a functional approach. *Journal of personality and social psychology*, 74(6), 1516.
- Cohn, J. P. (2008). Citizen science: Can volunteers do real research?. *AIBS Bulletin*, 58(3), 192-197.
- Cooper, C. B., Dickinson, J., Phillips, T., & Bonney, R. (2007). Citizen science as a tool for conservation in residential ecosystems. *Ecology and Society*, 12(2).
- Cooper, C.B. and Lewenstein, B.V., 2016. Two meanings of Citizen Science. In: Cavalier, D., (ed.), *The Rightful Place of Science: Citizen Science*. Tempe, AZ: Arizona State University Press, 51-62.
- Coronado Escobar, J. E., & Vasquez Urriago, A. R. (2014, October). Gamification: an effective mechanism to promote civic engagement and generate trust?. In *Proceedings of the 8th International Conference on Theory and Practice of Electronic Governance* (pp. 514-515). ACM.
- Côrte-Real, N., Oliveira, T., & Ruivo, P. (2017). Assessing business value of Big Data Analytics in European firms. *Journal of Business Research*, 70, 379-390.
- Crall, A. W., Newman, G. J., Stohlgren, T. J., Holfelder, K. A., Graham, J., & Waller, D. M. (2011). Assessing citizen science data quality: an invasive species case study. *Conservation Letters*, 4(6), 433-442.
- Curry, E. (2016). The big data value chain: definitions, concepts, and theoretical approaches. In *New horizons for a data-driven economy* (pp. 29-37). Springer, Cham.
- Curtis, V. (2015a). Motivation to participate in an online citizen science game: A study of Foldit. *Science Communication*, 37(6), 723-746.
- Curtis, V. (2015b). Online citizen science projects: an exploration of motivation, contribution and participation (Doctoral dissertation, The Open University).

- Del Vecchio, P., Mele, G., Ndou, V., & Secundo, G. (2018). Creating value from social big data: Implications for smart tourism destinations. *Information Processing & Management*, 54(5), 847-860.
- Dickinson, J. L., Shirk, J., Bonter, D., Bonney, R., Crain, R. L., Martin, J., ... & Purcell, K. (2012). The current state of citizen science as a tool for ecological research and public engagement. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 10(6), 291-297.
- Dickinson, J. L., Zuckerberg, B., & Bonter, D. N. (2010). Citizen science as an ecological research tool: challenges and benefits. *Annual review of ecology, evolution, and systematics*, 41, 149-172.
- Druschke, C. G., & Seltzer, C. E. (2012). Failures of engagement: Lessons learned from a citizen science pilot study. *Applied Environmental Education & Communication*, 11(3-4), 178-188.
- Eitzel, M., Cappadonna, J., Santos-Lang, C., Duerr, R., West, S. E., Virapongse, A., ... & Metcalfe, A. (2017). Citizen science terminology matters: Exploring key terms. *Citizen Science: Theory and Practice*, 1-20.
- Erevelles, S., Fukawa, N., & Swayne, L. (2016). Big Data consumer analytics and the transformation of marketing. *Journal of Business Research*, 69(2), 897-904.
- European Commission. (2018) Data on open collaboration da: https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/strategy/goals-research-and-innovation-policy/open-science/open-science-monitor/data-open-collaboration_en
- Eveleigh, A., Jennett, C., Lynn, S., & Cox, A. L. (2013, October). "I want to be a Captain! I want to be a Captain!": Gamification in the Old Weather Citizen Science Project. In *Proceedings of the first international conference on gameful design, research, and applications* (pp. 79-82). ACM.
- Follett, R., & Strezov, V. (2015). An analysis of citizen science based research: usage and publication patterns. *PloS one*, 10(11), e0143687.
- Franzoni, C., & Sauermann, H. (2014). Crowd science: The organization of scientific research in open collaborative projects. *Research policy*, 43(1), 1-20.
- Gandomi, A., & Haider, M. (2015). Beyond the hype: Big data concepts, methods, and analytics. *International Journal of Information Management*, 35(2), 137-144.

- Ganti, R. K., Ye, F., & Lei, H. (2011). Mobile crowdsensing: current state and future challenges. *IEEE Communications Magazine*, 49(11).
- George, G., Haas, M. R., & Pentland, A. (2014). Big data and management.
- Giustiniano, L., & Bolici, F. (2012). Organizational trust in a networked world: analysis of the interplay between social factors and Information and Communication Technology. *Journal of Information, Communication and Ethics in Society*, 10(3), 187-202.
- Goodchild, M. F. (2007). Citizens as sensors: the world of volunteered geography. *GeoJournal*, 69(4), 211-221.
- Graham, E. A., Henderson, S., & Schloss, A. (2011). Using mobile phones to engage citizen scientists in research. *Eos, Transactions American Geophysical Union*, 92(38), 313-315.
- Greenhill, A., Holmes, K., Lintott, C., Simmons, B., Masters, K., Cox, J., & Graham, G. (2014). Playing with science: Gamified aspects of gamification found on the online citizen science project-zooniverse. In *GAMEON'2014*. EUROSIS.
- Günther, W. A., Mehrizi, M. H. R., Huysman, M., & Feldberg, F. (2017). Debating big data: A literature review on realizing value from big data. *The Journal of Strategic Information Systems*, 26(3), 191-209.
- Guo, B., Yu, Z., Zhou, X., & Zhang, D. (2014, March). From participatory sensing to mobile crowd sensing. In *Pervasive Computing and Communications Workshops (PERCOM Workshops), 2014 IEEE International Conference on* (pp. 593-598). IEEE.
- Haklay, M. (2013). Citizen science and volunteered geographic information: Overview and typology of participation. In *Crowdsourcing geographic knowledge* (pp. 105-122). Springer, Dordrecht.
- Haklay, M. (2015). Citizen science and policy: a European perspective. *The Woodrow Wilson Center, Commons Lab*.
- Haklay, M. (2017). Information And Citizen Science. *Understanding Spatial Media*, 127.
- Hampton, S. E., Strasser, C. A., Tewksbury, J. J., Gram, W. K., Budden, A. E., Batcheller, A. L., ... & Porter, J. H. (2013). Big data and the future of ecology. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 11(3), 156-162.

- Han, Q., Liang, S., & Zhang, H. (2015). Mobile cloud sensing, big data, and 5G networks make an intelligent and smart world. *IEEE Network*, 29(2), 40-45.
- Hashem, I. A. T., Yaqoob, I., Anuar, N. B., Mokhtar, S., Gani, A., & Khan, S. U. (2015). The rise of “big data” on cloud computing: Review and open research issues. *Information systems*, 47, 98-115.
- Hazen, B. T., Boone, C. A., Ezell, J. D., & Jones-Farmer, L. A. (2014). Data quality for data science, predictive analytics, and big data in supply chain management: An introduction to the problem and suggestions for research and applications. *International Journal of Production Economics*, 154, 72-80.
- Hochachka, W. M., Fink, D., Hutchinson, R. A., Sheldon, D., Wong, W. K., & Kelling, S. (2012). Data-intensive science applied to broad-scale citizen science. *Trends in ecology & evolution*, 27(2), 130-137.
- Hunter, J., Alabri, A., & van Ingen, C. (2013). Assessing the quality and trustworthiness of citizen science data. *Concurrency and Computation: Practice and Experience*, 25(4), 454-466.
- Iacovides, I., Jennett, C., Cornish-Trestrail, C., & Cox, A. L. (2013, April). Do games attract or sustain engagement in citizen science?: a study of volunteer motivations. In *CHI'13 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1101-1106). ACM.
- Irwin, A., 1995. *Citizen Science: A study of people, expertise and sustainable development* (Vol. 136). London: Routledge.
- Jennett, C., Kloetzer, L., Schneider, D., Iacovides, I., Cox, A., Gold, M., ... & Talsi, Y. (2016). Motivations, learning and creativity in online citizen science. *Journal of Science Communication*, 15(3).
- Jin, X., Wah, B. W., Cheng, X., & Wang, Y. (2015). Significance and challenges of big data research. *Big Data Research*, 2(2), 59-64.
- Jordan, R. C., Ballard, H. L., & Phillips, T. B. (2012). Key issues and new approaches for evaluating citizen-science learning outcomes. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 10(6), 307-309.
- Kelling, S., Fink, D., La Sorte, F. A., Johnston, A., Bruns, N. E., & Hochachka, W. M. (2015). Taking a ‘Big Data’ approach to data quality in a citizen science project. *Ambio*, 44(4), 601-611.

- Kelling, S., Hochachka, W. M., Fink, D., Riedewald, M., Caruana, R., Ballard, G., & Hooker, G. (2009). Data-intensive science: a new paradigm for biodiversity studies. *BioScience*, 59(7), 613-620.
- Kim, S., Mankoff, J., & Paulos, E. (2013, February). Sensr: evaluating a flexible framework for authoring mobile data-collection tools for citizen science. In *Proceedings of the 2013 conference on Computer supported cooperative work* (pp. 1453-1462). ACM.
- Kiron, D., & Shockley, R. (2011). Creating business value with analytics. *MIT Sloan Management Review*, 53(1), 57.
- Kitchin, R. (2014). Big Data, new epistemologies and paradigm shifts. *Big Data & Society*, 1(1), 2053951714528481.
- Kitchin, R. (2014). The real-time city? Big data and smart urbanism. *GeoJournal*, 79(1), 1-14.
- Klandermans, B. (2003). Collective political action.
- Kullenberg, C., & Kasperowski, D. (2016). What is citizen science? A scientometric meta-analysis. *PloS one*, 11(1), e0147152.
- Land-Zandstra, A. M., Devilee, J. L., Snik, F., Buurmeijer, F., & van den Broek, J. M. (2016). Citizen science on a smartphone: Participants' motivations and learning. *Public Understanding of Science*, 25(1), 45-60.
- Laut, J., Cappa, F., Nov, O., & Porfiri, M. (2017). Increasing citizen science contribution using a virtual peer. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 68(3), 583-593.
- Lukyanenko, R., Parsons, J., & Wiersma, Y. F. (2016). Emerging problems of data quality in citizen science. *Conservation Biology*, 30(3), 447-449.
- McKinley, D. C., Miller-Rushing, A. J., Ballard, H. L., Bonney, R., Brown, H., Evans, D. M., ... & Shanley, L. A. (2015). Investing in citizen science can improve natural resource management and environmental protection. *Issues in Ecology*, 2015(19), 1-27.
- Merilhou-Goudard, J. (2016). Citizen Science in France. Situation analysis, good practices & recommendations. www.sciences-participatives.com/en

- Mueller, M., Tippins, D., & Bryan, L. (2012). The future of citizen science. *Democracy & Education*, 20(1).
- Müller, O., Fay, M., & vom Brocke, J. (2018). The effect of big data and analytics on firm performance: An econometric analysis considering industry characteristics. *Journal of Management Information Systems*, 35(2), 488-509.
- Newman, G., Graham, J., Crall, A., & Laituri, M. (2011). The art and science of multi-scale citizen science support. *Ecological Informatics*, 6(3-4), 217-227.
- Newman, G., Wiggins, A., Crall, A., Graham, E., Newman, S., & Crowston, K. (2012). The future of citizen science: emerging technologies and shifting paradigms. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 10(6), 298-304.
- Nielsen. (2012). The Social Media Report 2012. Recuperato da <https://www.nielsen.com/us/en/insights/reports/2012/state-of-the-media-the-social-media-report-2012.html>
- Nov, O., Arazy, O., & Anderson, D. (2014). Scientists@ Home: what drives the quantity and quality of online citizen science participation?. *PloS one*, 9(4), e90375.
- O'Grady, M. J., Muldoon, C., Carr, D., Wan, J., Kroon, B., & O'Hare, G. M. (2016). Intelligent sensing for citizen science. *Mobile Networks and Applications*, 21(2), 375-385.
- Pandya, R. E. (2012). A framework for engaging diverse communities in citizen science in the US. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 10(6), 314-317.
- Prestopnik, N. R., & Crowston, K. (2012, February). Citizen science system assemblages: understanding the technologies that support crowdsourced science. In *Proceedings of the 2012 iConference* (pp. 168-176). ACM
- Prestopnik, N. R., & Tang, J. (2015). Points, stories, worlds, and diegesis: Comparing player experiences in two citizen science games. *Computers in Human Behavior*, 52, 492-506.
- Provost, F., & Fawcett, T. (2013). Data science and its relationship to big data and data-driven decision making. *Big data*, 1(1), 51-59.

- Raddick, M. J., Bracey, G., Carney, K., Gyuk, G., Borne, K., Wallin, J., ... & Planetarium, A. (2009). Citizen science: status and research directions for the coming decade. *AGB Stars and Related Phenomena 2010: The Astronomy and Astrophysics Decadal Survey, 2010*, 46P.
- Raddick, M. J., Bracey, G., Gay, P. L., Lintott, C. J., Cardamone, C., Murray, P., ... & Vandenberg, J. (2013). Galaxy Zoo: Motivations of citizen scientists. *arXiv preprint arXiv:1303.6886*
- Resnik, D. B., Elliott, K. C., & Miller, A. K. (2015). A framework for addressing ethical issues in citizen science. *Environmental Science & Policy, 54*, 475-481.
- Riesch, H., & Potter, C. (2014). Citizen science as seen by scientists: Methodological, epistemological and ethical dimensions. *Public understanding of science, 23*(1), 107-120.
- Robson, K., Plangger, K., Kietzmann, J. H., McCarthy, I., & Pitt, L. (2015). Is it all a game? Understanding the principles of gamification. *Business Horizons, 58*(4), 411-420.
- Rotman, D., Hammock, J., Preece, J., Hansen, D., Boston, C., Bowser, A., & He, Y. (2014). Motivations affecting initial and long-term participation in citizen science projects in three countries. *iConference 2014 Proceedings*.
- Rotman, D., Preece, J., Hammock, J., Procita, K., Hansen, D., Parr, C., ... & Jacobs, D. (2012, February). Dynamic changes in motivation in collaborative citizen-science projects. In *Proceedings of the ACM 2012 conference on computer supported cooperative work* (pp. 217-226). ACM.
- Roy, H. E., Pocock, M. J., Preston, C. D., Roy, D. B., Savage, J., Tweddle, J. C., & Robinson, L. D. (2012). Understanding citizen science and environmental monitoring: final report on behalf of UK Environmental Observation Framework.
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American psychologist, 55*(1), 68.
- Science Europe. (2018). Science Europe Briefing Paper on Citizen Science. https://www.scienceurope.org/wp-content/uploads/2018/07/SE_BriefingPaper_CitizenScience.pdf
- Sforzi, A. (2015). Dieci principi di Citizen Science. *European Citizen Science Association*.

- Sheppard, S. A., & Terveen, L. (2011, October). Quality is a verb: the operationalization of data quality in a citizen science community. In *Proceedings of the 7th International Symposium on Wikis and Open Collaboration* (pp. 29-38). ACM.
- Silvertown, J. (2009). A new dawn for citizen science. *Trends in ecology & evolution*, 24(9), 467-471.
- Stilgoe, J., Lock, S. J., & Wilsdon, J. (2014). Why should we promote public engagement with science?. *Public Understanding of Science*, 23(1), 4-15.
- Sullivan, B. L., Aycrigg, J. L., Barry, J. H., Bonney, R. E., Bruns, N., Cooper, C. B., ... & Fink, D. (2014). The eBird enterprise: an integrated approach to development and application of citizen science. *Biological Conservation*, 169, 31-40.
- Tambe, P. (2014). Big data investment, skills, and firm value. *Management Science*, 60(6), 1452-1469.
- Tar, P. D., Bugiolacchi, R., Thacker, N. A., Gilmour, J. D., & Team, M. (2017). Estimating false positive contamination in crater annotations from citizen science data. *Earth, Moon, and Planets*, 119(2-3), 47-63.
- Team eBird. (2018). eBird 2018 - Year in review. Retrieved from <https://ebird.org/news/ebird-2018-year-in-review>
- Terry, B. D., Harder, A. M., & Pracht, D. W. (2011). Digital D: Options for volunteer involvement. *The volunteer management handbook: Leadership strategies for success*, D-1.
- Tiwari, S., Wee, H. M., & Daryanto, Y. (2018). Big data analytics in supply chain management between 2010 and 2016: Insights to industries. *Computers & Industrial Engineering*, 115, 319-330
- Wamba, S. F., Gunasekaran, A., Akter, S., Ren, S. J. F., Dubey, R., & Childe, S. J. (2017). Big data analytics and firm performance: Effects of dynamic capabilities. *Journal of Business Research*, 70, 356-365.
- Wiggins, A., & Crowston, K. (2011, January). From conservation to crowdsourcing: A typology of citizen science. In *System Sciences (HICSS), 2011 44th Hawaii international conference on*(pp. 1-10). IEEE.
- Wiggins, A., Newman, G., Stevenson, R. D., & Crowston, K. (2011, December). Mechanisms for data quality and validation in citizen science. In *e-Science Workshops (eScienceW), 2011 IEEE Seventh International Conference on* (pp. 14-19). IEEE.

Wilderman, C. C., McEver, C., Bonney, R., & Dickinson, J. (2007, June). Models of community science: design lessons from the field. In *Citizen Science Toolkit Conference*, C. McEver, R. Bonney, J. Dickinson, S. Kelling, K. Rosenberg, and JL Shirk, Eds., Cornell Laboratory of Ornithology, Ithaca, NY.

Riassunto dell'elaborato

Capitolo 1: Introduzione

L'affermazione dell'*Innovation and Communication Technology* (ICT), sulla spinta di una globalizzazione non più confinata al mondo produttivo ed economico ma sempre più socialmente includente, ha rivestito un ruolo determinante nell'imporre nuove modalità di comunicazione nelle quali la connessione e la condivisione *online* giocano un ruolo decisivo. L'imponente e rapido sconvolgimento del modo di comunicare degli ultimi decenni non poteva non interessare la comunità scientifica, da sempre sistematicamente e istituzionalmente vocata alla divulgazione, condivisione e confronto dei risultati della sua attività di studio e ricerca. In tale ottica è possibile inquadrare e comprendere facilmente l'evoluzione della *Citizen Science*: fenomeno dalle radici "antiche" risalenti ai primi anni del XIX secolo, ma che da qualche decennio, parallelamente all'avvento e all'affermazione della rete *Internet*, che ne ha esaltato ed ampliato le potenzialità, sta attirando un crescente interesse da parte del mondo della ricerca.

Una "scienza democratica" secondo la sintetica e rappresentativa definizione di Irwin (1995) che, pur nel diverso livello di coinvolgimento dei *citizens* (da semplici raccoglitori più o meno consapevoli di informazioni a ruoli di maggior peso e importanza che ne prevedono la partecipazione anche nelle fasi di analisi ed interpretazione dei dati), non può prescindere dalla loro partecipazione. La originaria vocazione naturalistica del "Christmas Bird-Census" antesignano del *Birdwatching*, che prevedeva il censimento di volatili ed altra selvaggina, dovuta all'ornitologo F.M. Chapman e risalente ai primi anni del '900 si è, quindi, profondamente trasformata, da un lato combinando l'attività di ricerca con l'educazione ("*learning by doing*") e la sensibilizzazione dei contributori e dall'altro assumendo la connotazione ed il rigore di una vera e propria attività di ricerca scientifica, che può essere indirizzata nei più svariati campi (biologia, climatologia, genetica, astronomia, zoologia, paleontologia, astronomia etc.). D'altronde, numerose sono le collaborazioni che si contano tra noti istituti di ricerca e piattaforme impegnate in progetti di *citizen science* (ad esempio il *Citizen Cyberscience Centre* collabora con il CERN; la *Open Air Laboratories* svolge la sua attività di ricerca sotto la supervisione dell'Imperial College di Londra e del Museo di Storia Naturale del Regno Unito etc.).

Il successo di molti progetti di *Citizen science* nella generazione e diffusione della conoscenza dimostra che questa innovativa tipologia di ricerca scientifica basata sul contributo di "non esperti" offre rilevanti applicazioni (non solo in ambito scientifico/naturalistico ma anche attinenti alla realtà economica, sociale e politica) e rappresenta il valido presupposto per una sua futura più intensa applicazione anche in questi campi. Nel presente elaborato, dopo aver brevemente richiamato le origini ed i principi della *Citizen science*, si procederà alla schematica rappresentazione dello stato dell'arte, elencando i principali modelli teorici utilizzati per classificare i progetti ed il metodo operativo seguito dai partecipanti (*citizens* e *scientists*) nelle varie fasi della ricerca, enfatizzando la trasformazione subita da quest'ultime con l'avvento dell'ICT. Successivamente, prendendo in considerazione la rilevanza dei *Big Data* nella società ed il loro impatto sulle *performance* aziendali e nei vari settori, verrà enfatizzato il duplice ruolo della *citizen science* come mezzo per raccogliere ed elaborare non solo dati di interesse scientifico, ma anche *insights* di altra natura (come i tratti

comportamentali dei *citizens*, l'età, il livello di istruzione) che permettono l'estrapolazione di informazioni di valore. Il quarto capitolo si focalizzerà sulle motivazioni che spingono i volontari a scegliere di prendere parte ai progetti di *citizen science*, evidenziando come la motivazione a partecipare possa essere incrementata attraverso la *gamification*, le interazioni con gli scienziati ed i meccanismi di *rewards*. Infine, nelle conclusioni verranno esplorate le potenzialità pratiche, applicative e manageriali della *citizen science*.

Il grande valore della *citizen science*, infatti, non è solo quello di portare avanti, attraverso il contributo della collettività, progetti di ricerca che necessitano della collezione e dell'analisi di numerosi dati: l'attività dei *citizens* può rivelarsi anche un valido strumento per collezionare *Big Data* che, se ben interpretati, possono essere la fonte di ulteriori *insights* per i ricercatori ed i *policy makers*.

Capitolo 2: La *Citizen science*: un fenomeno crescente

Lo scorso decennio è stato caratterizzato da una rapida evoluzione del modo in cui le persone esterne agli istituti di ricerca pubblici e privati possono partecipare alle ricerche scientifiche. Per comprendere la portata di questo cambiamento, basti pensare che dal 2007 al 2014 oltre un milione di persone hanno partecipato alla classificazione di immagini di galassie, alla trascrizione di alcuni diari risalenti alla prima Guerra Mondiale, all'identificazione di diverse specie animali, alla raccolta ed all'analisi di dati interessanti per i più disparati campi della ricerca scientifica, ecologica ed ambientale.

“*Citizen science*” è il termine comunemente utilizzato per denominare la crescente collaborazione orientata alla produzione di accurati dati scientifici in modo abbastanza rapido ed economico tra i membri del pubblico e la scienza (Hacklay,2015). La prima iniziativa di questo tipo risale al 1900, quando l'ornitologo Frank M. Chapman propose sulla sua rivista “*Bird-Lore*” di sostituire il tradizionale “*Christmas Side Hunt*” (un evento diffuso in Nord America in cui i partecipanti si sfidavano sul numero di uccelli ed animali selvatici che riuscivano ad uccidere durante il giorno di Natale) con il lancio di un nuovo evento, *il Christmas Bird-Census*, che si proponeva di contare gli animali anziché dargli la caccia (Allan & Redden,2017). Negli anni successivi il “*Christmas Bird-Census*” si diffuse rapidamente nel resto del Paese, sostenuto dalla “*National Audubon society*” e dal “*Bird-Lore magazine*” e ancora oggi questo evento ha una certa rilevanza: basti pensare che nel 2015-2016 il *Christmas Bird Count* ha permesso a 76669 osservatori appartenenti a 2505 circoli di conteggio di registrare quasi 59 milioni di uccelli di 2607 specie diverse (Allan & Redden,2017). In effetti, la *citizen science* è considerata un efficace strumento che permette ai ricercatori provenienti da diverse discipline di porre dei problemi e di risolverli attraverso il valido contributo della comunità. Spesso si tratta di progetti che si sviluppano su grandi aree geografiche e per lunghi intervalli di tempo, ma può riguardare anche il lavoro *online* svolto da milioni di persone che, ad esempio classificando ed etichettando le immagini, aiutano a gestire progetti caratterizzati da enormi quantità di dati (Bonney, Cooper & Ballard, 2016).

In particolare, il coinvolgimento dei volontari può riguardare tutti gli stadi della ricerca scientifica o essere limitato solo ad alcune fasi del progetto: mentre alcuni approcci prevedono che il contributo dei *citizens* sia relegato alla semplice raccolta delle osservazioni e catalogazione dei dati, altri coinvolgono i “*non esperti*”

anche nelle fasi di selezione, valutazione ed elaborazione dei dati reperiti, nonché nella selezione del problema scientifico da indagare (Wiggins & Crowston, 2011). Una più formale definizione degli impegni richiesti a coloro che prendono parte ai progetti di *citizen science* è rinvenibile nei “10 principi di *citizen science*” redatti dall’ECSA (“*European Citizen Science Association*”) (Sforzi, 2015) e di seguito sintetizzati (Eitzel et al., 2017):

1. Coinvolgere attivamente i cittadini, sebbene a diverso livello
2. Fornire un risultato originale
3. Consentire ai cittadini di trarre gli stessi vantaggi tradizionalmente conseguibili
4. Non precludere la partecipazione dei *citizens* a diverse fasi
5. Consentire ai contributori di conoscere i risultati dei dati da loro raccolti
6. Presentare, come tutte le altre metodologie di ricerca, limiti e margini di errore
7. Fornire dati e metadati pubblicamente disponibili
8. Riconoscere ufficialmente il contributo delle persone coinvolte nella ricerca
9. Essere valutati per la qualità dei dati, l’esperienza dei partecipanti e l’impatto sociale e di settore
10. Generare problematiche legate ad aspetti legali ed etici di proprietà intellettuale cui rispondono i responsabili dei progetti stessi.

Inoltre, per facilitare lo sviluppo e l’implementazione dei progetti di *citizen science*, un gruppo di esperti provenienti dal *Cornell Lab of Ornithology* ha elaborato un modello costituito da nove principali fasi:

- **Scegliere un problema scientifico:** l’argomento alla base della ricerca può derivare da un approccio *top-down* (o *scientist-driven*, cioè guidato dai ricercatori) oppure *bottom-up* (*community-driven*, cioè guidato dalla comunità). Le attuali tecnologie riescono a stimolare la creatività per entrambi gli approcci: da una parte i partecipanti, aiutati dalla visualizzazione dei dati, possono sviluppare nuovi problemi e dall’altra gli scienziati, approfittando del maggior numero di *citizen-sensor* e del dialogo in tempo reale garantito dall’utilizzo dei *social media*, possono riuscire a vincere anche le sfide più difficili (Newman et al., 2012);
- **Costituire un team di scienziati/ docenti/tecnologi/periti:** L’uso innovativo delle tecnologie esistenti può accelerare la creazione dei *team* (costituiti da individui provenienti da diverse discipline), migliorando la capacità degli organizzatori dei programmi di identificare i partecipanti, attribuire loro i ruoli più adatti all’interno del progetto e, soprattutto, fornendo le risorse necessarie (Newman et al., 2012);
- **Sviluppare, sperimentare e raffinare i protocolli, la struttura dei dati e i materiali di supporto educativo:** La qualità dei dati è un problema critico per i progetti di *citizen science* e per assicurarsi che i partecipanti siano in grado di raccogliere e presentare dati accurati è necessario fornire protocolli di raccolta dei dati chiari e supportare i volontari, aiutandoli a capire come seguire i protocolli e come presentare le informazioni raccolte;

- **Reclutare i partecipanti:** i materiali per il reclutamento devono essere progettati sulla base del segmento di partecipanti interessato (Bonney et al.,2009);
- **Formare i partecipanti:** quando i *task* richiesti ai *citizens* sono particolarmente complessi, per minimizzare le possibilità di errore risulta utile garantire un'adeguata formazione ai partecipanti (ad esempio spiegando come effettuare le osservazioni, registrare i dati etc.) (Riesch & Potter,2014);
- **Ricevere, riesaminare ed esporre i dati:** Tutte le informazioni devono essere ricevute, esaminate e rese disponibili per gli scienziati ed il resto del pubblico, in modo da incoraggiare i partecipanti a lavorare con i dati del progetto (Bonney et al., 2009);
- **Analizzare ed interpretare i dati:** per facilitare l'elaborazione dei grandi volumi di dati reperiti dai *citizens* si possono stabilire *standard* per interpretare i dati affetti da errori sistematici, creare un adeguato *data warehouse* (Kelling et al.,2009) ed utilizzare metodi di analisi statistica innovativi e rigorosi (Kelling et al.,2009);
- **Divulgare i risultati:** I risultati dei progetti di *citizen science* vengono diffusi attraverso riviste scientifiche, siti *web*, giornali, *newsletter* pubblicate da una grande varietà di organizzazioni. Le pubblicazioni sono importanti in quanto, nel mostrare al pubblico il contributo dei progetti di *citizen science* alla ricerca scientifica, riescono anche ad attirare nuovi individui (Bonney et al., 2009);
- **Valutare gli esiti:** Il successo di questi approcci dipende fortemente dai contributi delle parti interessate e dal mantenimento dell'integrità dei dati (Newman et al.,2012): se gli obiettivi scientifici e didattici sono stati raggiunti si elaborano dei modelli da seguire anche in futuro o, in caso di insuccesso, si riflette su come migliorare il progetto (Bonney et al., 2009).

Lo sviluppo dell'*Information and Communication Technology* (ICT) ha drasticamente modificato il modo in cui gli scienziati gestiscono i progetti, reclutano i partecipanti, raccolgono ed integrano i dati per la creazione e la propagazione di nuove conoscenze. Allo stesso tempo, la diffusione di *blog*, siti *web*, *social media* ha modificato il modo in cui i ricercatori comunicano tra loro e con gli individui esterni alla comunità scientifica, coinvolgendo nuovi potenziali partecipanti e, nei casi più estremi, rivoluzionando il modo in cui sono generate nuove conoscenze (Nielsen,2012). Alcuni siti *web*, come "*Citizen science Central*" e "*SciStarter*", ad esempio, forniscono *cyber*-infrastrutture, *tool* ed informazioni che possono favorire la diffusione di progetti basati sulla comunità che nascono da problemi o necessità locali (Science Europe,2018).

La TABELLA 2.2 sintetizza efficacemente come si sono evolute nel corso del tempo (passato, presente, futuro) le fasi che caratterizzano i progetti di *citizen science*.

	Passato	Presente	Futuro
Scegliere un problema scientifico [Fase 1]	Sviluppo di nuovi problemi attraverso un approccio top-down	Sviluppo di nuovi problemi prevalentemente con un approccio top-down, con la progressiva affermazione di procedimenti bottom-up	Sviluppo di nuovi problemi attraverso un approccio prevalentemente bottom-up, sfruttando la visualizzazione in tempo reale dei dati
Raccogliere risorse/ radunare team/ cercare un partner [Fasi 2-4-5]	Appassionati connessi da un comune interesse scientifico; si assiste a forme di collaborazione a livello locale	Gruppi di volontari locali che si aggregano partecipando a progetti su scala nazionale e globale	Marketing virale, reti di banche dati, infrastrutture virtuali guideranno lo sviluppo di community virtuali
Raccogliere e gestire i dati [Fasi 3-6]	Dati raccolti attraverso una procedura monitorata dagli scienziati, consegnati su fogli di carta e non disponibili in tempo reale	I dati partecipano al sistema di gestione dei dati online, con problemi per quanto riguarda l'integrazione e la qualità	Dati di elevata qualità integrati senza interruzioni all'interno di reti globali di banche dati
Analizzare ed interpretare i dati [Fase 7]	Dati analizzati ed interpretati dai ricercatori professionisti	Dati analizzati ed interpretati dai ricercatori professionisti, ma grazie all'ampia scala spaziale e temporale gli studi di macro ecologia diventano più fattibili	I datasets potranno affrontare nuovi problemi scientifici attraverso l'elaborazione dei dati ad alta prestazione
Divulgare i risultati [Fase 8]	Dati divulgati dagli scienziati attraverso le pubblicazioni	Dati divulgati dagli scienziati attraverso le pubblicazioni, ma anche disponibili online per tutti gli stakeholders	Maggiore condivisione di conoscenza tra le community virtuali, attraverso i social media e le valutazioni tra pari
Valutare gli esiti [Fase 9]	Minima valutazione dell'impatto dei progetti	Valutazione effettuata internamente con misure "project-specific", impossibilità di valutare le differenze tra i vari progetti	Misure di valutazione standardizzate per permettere confronti tra i progetti, standard comune per tracciare il comportamento degli individui

TABELLA 2.2: Evoluzione temporale delle fasi caratteristiche dei progetti di *citizen science*

Fonte: Ns elaborazione da Newman et al (2012)

I principali rischi legati all'utilizzo delle innovazioni tecnologiche all'interno dei progetti di *citizen science* (ad esempio escludere dai progetti coloro che non hanno accesso alla tecnologia o che non sono *technology-savy* (Roy et al., 2012), la necessità di tenere sotto controllo i costi finanziari e l'impegno richiesto ai volontari (Roy et al., 2012) e l'insufficiente integrazione delle conoscenze tra i vari progetti (Newman et al., 2012) possono essere facilmente mitigati scegliendo strumenti tecnologici appropriati per i partecipanti e prendendo in considerazione soluzioni interoperabili, realizzate su misura ed *open source* (Newman et al., 2012). La grande diffusione e varietà dei progetti di *citizen science*, ha richiesto la standardizzazione di modelli e procedure peculiari in relazione alla classificazione dei progetti basate su:

- a. **il modello di *governance*** (Bowser, Shilton, Preece & Warrick, 2017), distingue i progetti in *Contributory* (ad esempio il progetto *Galaxy Zoo*), *Collaborative* (ad esempio "Eyewire") e *Co-created* (ad esempio l'iniziativa del matematico Timohty Gowers) (Bendix, 2017).
- b. **il livello di coinvolgimento dei volontari** (Hacklay, 2015), si individuano progetti del tipo *Passive sensing* (ad esempio *Flight Radar 24*), *Volunteer computing* (come il progetto *Computing for Clean Water*), *Volunteer thinking* (come *Galaxy Zoo*), *Environmental and ecological observation* (ad esempio il *UK Big Garden Birdwatch*), *Participatory sensing* (ad esempio *EveryAware*), *Community/civic science* (come *SafeCast*) (Hacklay, 2015).

- c. **il tipo di attività svolto dai partecipanti** (Bonney, Phillips, Ballard & Enck ,2016), i partecipanti possono svolgere attività del tipo *Data collection*, *Data Processing*, *Curriculum-based projects*, *Community Science projects* (Bonney et al.,2016).
- d. **le finalità del progetto** (Wiggins & Crowston,2011); in base ai principali obiettivi del progetto e all'importanza dell'ambiente fisico per la partecipazione, si distinguono progetti *Action* (come *Sherman's Creek Conservation Association*), *Conservation* (ad esempio il *Northeast Phenology Monitoring Project*), *Investigation* (come *The Great Sunflower Project*), *Virtual* (come *Galaxy Zoo*), *Education* (come *Fossil Finders*) (Wiggins & Crowston,2011).
- e. **la mass participation ed il degree of investment** (Roy et al.,2012), si distinguono i quattro *cluster* di *Simple local projects*, *Thorough local projects*, *Simple mass participation projects* e *Thorough mass participation project* (Roy et al.,2012).

Tra tutti i modelli proposti, gli schemi più diffusi nella pratica sono la classificazione sulla base del modello di *governance* e quella in base all'approccio ed agli obiettivi del progetto, in quanto entrambi i modelli si basano su elementi facilmente rintracciabili e garantiscono una chiara distinzione tra diversi tipi di progetto. Più in dettaglio, è interessante notare che il modello “*contributory*” è stato il più produttivo in termini di pubblicazioni “*peer reviewed*”, mentre gli approcci “*collaborative*” e “*co-created*” essendo caratterizzati da obiettivi più pratici, potrebbero contribuire alla diffusione della *citizen science* (Science Europe,2018).

Capitolo 3: La Citizen science ed i Big Data

La diffusione del *Web 3.0*, l'avvento dell'*IoT*, lo sviluppo dell'Industria 4.0 e la proliferazione delle nuove tecnologie hanno fortemente contribuito alla generazione di enormi quantità di dati disponibili in tempo reale e relativi alle interazioni prodotto-cliente, alle esigenze del mercato, ai cicli di vita dei prodotti, alle opinioni, preferenze, attitudini dei consumatori e così via (Ardito, Scuotto, Del Giudice & Messeni, 2018). La crescita senza precedenti del volume, della varietà e della velocità con cui vengono generati e trasferiti i dati emersa nel corso dell'ultimo decennio ha determinato la nascita del concetto di "*Big Data*".

Jin, Wah, Cheng & Wang (2015) definiscono i *Big Data* come “*qualsiasi insieme di set di dati talmente grandi e complessi da renderne difficile l'elaborazione con gli strumenti tradizionali*” o, sposando l'interpretazione proposta da Hashem et al. (2015), i *Big data* sono considerati “*un insieme di tecniche e tecnologie che richiedono nuove forme di integrazione per scoprire grandi valori nascosti all'interno di set di dati diversi, complessi e di grandi dimensioni*”. In sintesi, rispetto ai dati tradizionali, i *Big Data* sono caratterizzati da volume enorme, velocità elevata, varietà elevata, bassa veridicità e alto valore (Jin et al.,2015) e quindi le tecniche tradizionali di analisi dei dati, progettate per estrarre informazioni da *set* di dati statici, scarsi e aderenti a rigorose ipotesi, sono state sostituite da nuove tecniche analitiche (ad esempio l'intelligenza artificiale) con l'obiettivo di ottimizzare i risultati (Kitchin,2014).

Per comprendere meglio le caratteristiche dei *Big Data*, risulta utile classificarli sulla base di cinque aspetti (fonti di dati, formato dei contenuti, archivi di dati, gestione temporanea dei dati ed elaborazione dei dati) come mostrato nella FIGURA 3.1 (Hashem et al.,2015).

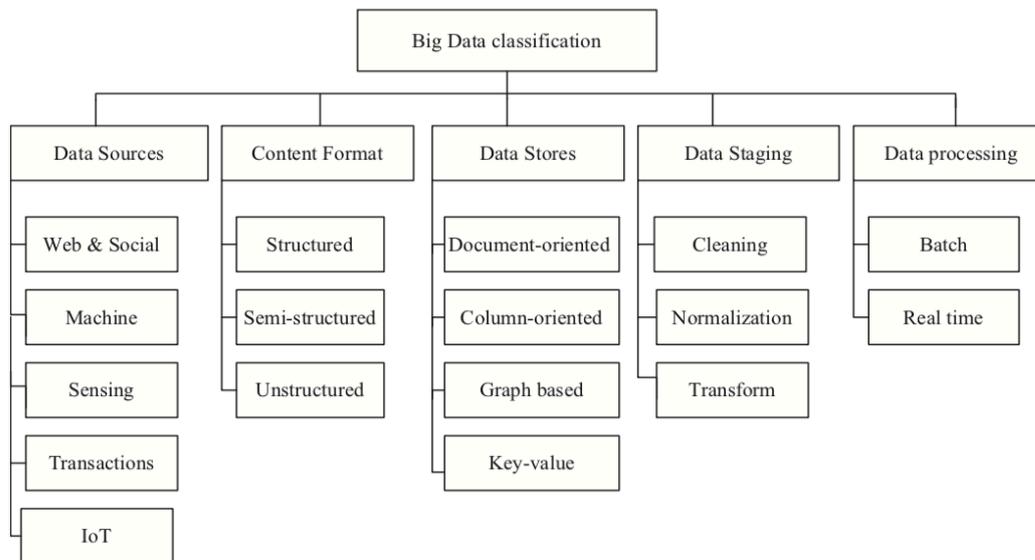


FIGURA 3.1: Schema rappresentativo delle possibili classificazioni dei Big Data
Fonte: Hashem et al. (2015)

Il flusso incessante di dati generati continuamente da *smartphone* ed altri *mobile device* sottopone le organizzazioni ad una dura prova: riuscire ad interpretare un'enorme quantità di dati non strutturati e provenienti da un'ampia varietà di fonti per sfruttare nuove opportunità emergenti. Le cinque attività chiave che costituiscono il modello della *Big Data Value Chain* (acquisizione, analisi, *curation*, deposito, utilizzo) (Curry,2016) hanno l'obiettivo di ottimizzare le grandi quantità di dati e di informazioni per estrapolare intuizioni e conoscenze di valore. Diversi studi (Curry,2016; Chen et al., 2014; Tiwari et al.,2018; Côte-Real et al., 2017; Kiron & Shockley ,2011; Müller et al.,2018) hanno dimostrato l'impatto positivo che l'utilizzo delle *Big Data Analytics* ha sulle organizzazioni, sulla *performance* aziendale e su diversi settori (finanza, assistenza sanitaria, ricerche scientifiche, società). In particolare, dall'indagine di Tiwari et al. (2018) emerge che i *Big Data* possono avere diverse applicazioni, anche in contesti diversi rispetto a quello strettamente aziendale. Ad esempio, l'implementazione delle *BDA* nel settore dell'assistenza sanitaria riduce i costi sanitari migliorandone la qualità e in ambito sociale la grande quantità di informazioni contenute nei *Big Data* risulta utile in svariati contesti (politica, economia) (Jin et al.,2015).

Data la crescente rilevanza dei *Big Data* e la grande diffusione dei progetti di *citizen science* su ampia scala geografica, risulta interessante indagare la possibilità di collezionare attraverso l'attività (volontaria o involontaria) dei *citizens* partecipanti non solo informazioni utili ai fini della ricerca scientifica, ma soprattutto dati aggiuntivi (ad esempio attinenti al sesso, al grado d'istruzione, all'età) dalla cui elaborazione poter estrapolare informazioni di valore anche per contesti lontani dalla scienza (ad esempio intuizioni sulla sicurezza pubblica, la pianificazione del traffico, il monitoraggio ambientale (O'Grady et al. ,2016)).

Tutto ciò è possibile in quanto le metodologie tradizionali basate sulla semplice trascrizione delle osservazioni (inevitabilmente legata ad alte possibilità di fare degli errori o di disperdere le informazioni reperite) sono state quasi del tutto accantonate in favore di approcci più innovativi per la raccolta dei dati (*mobile device*, *smartphone*, *tablet*) che, impiegando di volta in volta funzionalità differenti (fotocamera, microfono, sensori GPS) garantiscono una raccolta ed analisi delle informazioni più rapida e precisa (Prestopnik & Crowston, 2012). Inoltre, l'ampia disponibilità di *app* e di dispositivi mobili dotati di sensori offre nuove opportunità in quanto permette il rilevamento non solo dei *mobile data* (O'Grady et al., 2016) (cioè dei dati ottenuti attraverso la partecipazione consapevole dei *citizens*, per mezzo dei dispositivi mobili) ma anche dei flussi di informazioni generati inconsapevolmente dai partecipanti attraverso le interazioni sociali (*social network data*) (O'Grady et al., 2016). Fino ad oggi, i progetti che hanno riguardato l'analisi e l'elaborazione dei dati provenienti dai contesti di *citizen science* per scoprire *insights* sulla *user* o *social awareness* sono estremamente pochi, ma nuovi studi potrebbero fornire spunti interessanti per future ricerche orientate alla scoperta di eventuali relazioni di tipo sociale o comportamentale. Tra questi, si evidenziano gli studi di Raddick et al. (2014) e di Cappa et al. (2016) che, pur avendo come obiettivo primario l'analisi delle motivazioni che spingono i *citizens* ad avvicinarsi al mondo della *citizen science*, esplorando l'eventualità di un legame tra il genere e le motivazioni a partecipare (nel caso di *Galaxy Zoo*) e tra le motivazioni, l'età e le precedenti esperienze di ricerca (per *Brooklyn Atlantis*), hanno collezionato utili *insights* aggiuntivi. Un altro esempio di come sia possibile estrapolare *insights* di valore dai progetti di *citizen science* è il *case study* su "*enviroCar*", un'iniziativa nata con lo scopo primario di analizzare l'inquinamento ambientale che, usufruendo dei dati raccolti attraverso i sensori automobilistici (integrati nelle vetture) e trasferiti su una piattaforma (per mezzo degli *smartphone*), ha permesso di ottenere rilevanti informazioni aggiuntive sulla pianificazione del traffico e sulle abitudini comportamentali dei guidatori.

Certamente, prerequisito fondamentale affinché sia possibile estrapolare informazioni aggiuntive, ma anche perché il progetto di *citizen science* riesca a raggiungere risultati scientificamente validi, è avere a disposizione grandi volumi di dati. La partecipazione della collettività ai progetti di *citizen science* è una grande risorsa per gli *scientists*: in alcuni casi, la richiesta di tempo e lavoro è particolarmente forte e questo rende difficile, se non impossibile, portare a termine un progetto in tempi normali senza il supporto ed il contributo dei volontari. Tuttavia, come evidenziato da Hunter et al. (2013), l'utilizzo di metodi di raccolta dei dati mal progettati e non standardizzati, le scarse conoscenze e competenze dei contributori in ambito scientifico e l'assenza di un'adeguata formazione pre-progetto, possono destare dubbi e sospetti sull'affidabilità ed integrità dei dati, con potenziali ripercussioni anche sui tassi di ritenzione dei volontari (Hunter et al., 2013). Trattandosi di contributori "*non esperti*", infatti, il rischio che una o più delle dimensioni che definiscono la qualità dei dati (*Accessibility*, *Appropriate amount of information*, *Believability*, *Completeness*, *Concise representation*, *Consistent representation*, *Ease of manipulation*, *Free-of-error*, *Interpretability*, *Objectivity*, *Relevancy*, *Reputation*, *Security*, *Timeliness*, *Understandability*, *Value-added*) (Hunter et al., 2013) non siano rispettate è più elevato. Per questo motivo, Riesch & Potter (2014), Resnik et

al. (2015), Crall et al. (2011) e Wiggins et al. (2011) propongono il *training*, la verifica dei dati con la letteratura esistente, la standardizzazione dei protocolli di monitoraggio, l'utilizzo della tecnologia nella gestione della qualità dei dati e la semplificazione dei *task* richiesti ai *citizens* come possibili soluzioni da implementare prima, durante o dopo il termine del progetto per affrontare le inevitabili criticità legate alla qualità dei dati. Certamente, avere dati di qualità è preferibile anche quando si tratta di *Big Data* aggiuntivi, ma in questo specifico contesto (trattandosi di informazioni utili, spesso non legate al raggiungimento degli obiettivi scientifici del progetto) non è indispensabile. Al contrario, garantire la qualità dei dati nei progetti di *citizen science* è di cruciale importanza ed è stato dimostrato (Cappa et al., 2016; Tar et al., 2017) che al crescere della quantità di contributi aumenta anche la qualità delle informazioni rilevate.

Da quanto discusso emerge che è indispensabile avere a disposizione grandi quantità di dati, affinché la ricerca produca risultati scientificamente affidabili e significativi. La gestione di grandi volumi di dati può diventare un problema, se non viene adeguatamente supportata da un adeguato *data warehouse* che garantisca l'accessibilità delle informazioni (Kelling et al., 2009), da protocolli di raccolta dei dati chiari e standardizzati (McKinley et al., 2015) e da metodi di analisi statistica innovativi (Kelling et al., 2009). Alcune delle soluzioni proposte sono in comune con quelle adottate in "*eBird*", un progetto di *citizen science* che prevede la raccolta di informazioni sull'abbondanza e distribuzione degli uccelli, facendo leva su una rete globale di volontari (che trasmettono osservazioni di uccelli via *web* a un archivio centralizzato di dati) e supportando la comunicazione tra le parti coinvolte (partecipanti, ricercatori, agenzie ed i proprietari dei terreni) attraverso una caratteristica struttura integrata (Sullivan et al., 2014). In particolare, per il progetto *eBird*, le criticità relative all'enorme volume di dati sono state risolte migliorando l'efficienza delle tecnologie utilizzate, coinvolgendo i partecipanti, potenziando i protocolli per la raccolta dei dati e gestendo i dati in modo aggiornato (Sullivan et al., 2014). Il controllo della qualità durante l'immissione dei dati, la supervisione dei ricercatori ed i filtri per il controllo della qualità hanno invece permesso di assicurare l'affidabilità, la veridicità e l'integrità delle informazioni rinvenute dai *citizens* (Sullivan et al., 2014; Hochachka et al., 2012).

In conclusione, la massimizzazione delle informazioni ottenute dai progetti di *citizen science* su vasta scala dipende dal *trade-off* che si instaura tra qualità e quantità dei dati. Certamente, la quantità è importante perché un volume sufficientemente grande di dati di inferiore qualità può contenere più informazioni rispetto ad una quantità minima di dati di qualità superiore; tuttavia possedere dati di qualità è essenziale per la corretta implementazione della ricerca scientifica (Hochachka et al., 2012). Mentre per i dati raccolti ai fini del progetto di ricerca scientifica la qualità riveste un ruolo preponderante rispetto alla quantità delle informazioni, avere a disposizione una grande quantità dei contributi è condizione necessaria per poter ricavare informazioni aggiuntive (*insights*).

Capitolo 4: Motivare i citizens per ottenere maggiori dati

A seguito della crescente diffusione dei progetti di *citizen science*, diventa indispensabile comprendere quali sono le motivazioni che spingono i *citizens* ad offrire il proprio contributo nelle ricerche scientifiche, in modo da attivare delle iniziative che ne favoriscano la partecipazione attiva e che, mantenendo vivo l'interesse per tutta la durata del progetto, riescano a ridurre le distanze tra *citizens* e *scientists*. Per garantire la realizzazione degli obiettivi di ricerca e, più in generale, il successo a lungo termine delle iniziative di *citizen science*, è necessario innanzitutto capire come attrarre e coinvolgere i partecipanti, partendo dall'analisi delle motivazioni che li inducono a dedicare volontariamente il proprio tempo (può trattarsi di diverse ore al giorno, mesi o anni) ai progetti. Il *case study* “Galaxy Zoo” permette di cogliere la grande varietà di motivazioni che possono presentarsi in un progetto di *citizen science*: dallo studio di Raddick et al. (2014) effettuato su un campione di 10532 individui intervistati è emerso che per i *contributors* di questo progetto la principale motivazione è stata la volontà di Contribuire (39,8%), seguita dall'interesse verso l'Astronomia (12,4%) e dal desiderio di Scoprire (10,4%). È importante considerare che la motivazione più frequentemente scelta, indipendentemente dall'età, dal livello di istruzione e dal sesso degli intervistati è stata “Contribuire” (Raddick et al.,2014); distinguendo in base al genere emerge che, oltre a “Contribuire”, le motivazioni più scelte dagli uomini sono state “Astronomia” e “Scienza”, mentre per le donne è stata stimata una maggiore probabilità di scegliere “Bellezza”, “Immensità” e “Divertimento” (Raddick et al.,2014).

Da quanto discusso nel Capitolo 3 si noti che la tendenza a preferire alcune motivazioni piuttosto che altre in base al genere potrebbe costituire un utile *insight*. Numerosi sono i modelli che hanno spiegato le motivazioni che intervengono nel contesto della *citizen science* legandole al volontariato (Clary et al., 1998), al *community involvement* (Batson et al.,2002), ai movimenti sociali (Kladermans,2003) o, più semplicemente, distinguendo tra motivazioni intrinseche ed estrinseche (Ryan & Deci,2000). In realtà, piuttosto che associare di volta in volta le motivazioni ad uno solo dei modelli motivazionali evidenziati, risulta preferibile utilizzare un *framework* integrato, come quello proposto da Curtis (2015a) per il progetto di *citizen science* “Foldit” che prevede il coordinamento su diversi livelli (dal più dettagliato Livello 1 al Livello 4, più superficiale) delle teorie discusse, riuscendo a cogliere la grande varietà di sfaccettature motivazionali e la loro variabilità nel tempo (Curtis,2015a).

La varietà e la variabilità nel tempo delle motivazioni, influenzando il coinvolgimento e la partecipazione degli utenti, possono determinare il fallimento dei progetti di *citizen science* (Cappa et al.,2016). Per ridurre al minimo i casi di contribuzioni sporadiche, numerose sono le iniziative che agiscono direttamente sulle motivazioni con l'obiettivo di attrarre un maggior numero di *contributors* e di appassionare di più gli utenti che già sono coinvolti nel progetto. Tra tutte le iniziative volte all'incremento della partecipazione e del coinvolgimento dei *citizens* che agiscono direttamente sulle motivazioni, la presente trattazione si è concentrata sull'analisi del potenziale impatto della *gamification* (Iacovides et al.,2013) delle *social interactions* (Cappa et al.,2016) e dei *rewards* (Cappa et al.,2018).

Definita come "l'uso di elementi di game design in contesti non di gioco" (Iacovides et al.,2013), la *gamification* facendo leva sull'interesse, l'impegno e la motivazione dei partecipanti riesce a migliorare l'esperienza complessiva degli utenti, fornendo percorsi più efficienti per attrarre i *citizens* verso un'attività scientifica di interesse (Prestopnik & Tang, 2015) ma anche a raggiungere nuovi segmenti di utenti per i progetti di *citizen science*, ad esempio nuovi partecipanti che sono interessati al gioco più che alla scienza. In particolare, secondo Iacovides et al. (2013) e Eveleigh et al. (2013) l'utilizzo di squadre e di meccaniche di gioco elaborate, i *feedback*, i forum e le chat sono elementi progettuali utili a sostenere nel tempo il coinvolgimento nei giochi di *citizen science*. Dal lavoro di Cappa et al. (2018) emerge inoltre che le interazioni sociali con i ricercatori influiscono positivamente sulla motivazione generale a contribuire, ad esempio aumentando l'importanza attribuita all'obiettivo del progetto, migliorando la reputazione personale, favorendo l'acquisizione di nuove conoscenze e sviluppando un forte senso di appartenenza ad una comunità attiva. Più in dettaglio, l'impatto delle interazioni con i ricercatori è stato maggiore sugli individui più anziani, quindi l'età dei volontari può essere considerata una variabile moderatrice di rilevanza.

Al contrario, le precedenti esperienze di ricerca ed il genere non sembrerebbero avere un ruolo significativo sulla motivazione generale, probabilmente a causa delle piccole dimensioni del campione preso in analisi. Inoltre, il recente studio di Cappa et al. (2018) ha dimostrato che anche l'offerta di *rewards*, sia di tipo monetario che di tipo non monetario (come il riconoscimento pubblico *online*), influisce positivamente sulla quantità dei contributi, sul coinvolgimento, sul grado di appagamento e sulle *referral intention* dei *citizens*. Rotman et al. (2014) evidenziano un ulteriore aspetto rilevante: le motivazioni si evolvono nel tempo. Più in dettaglio, secondo gli autori, le motivazioni iniziali a partecipare ad un progetto di *citizen science* sono legate alla volontà di ampliare le proprie conoscenze o di stringere nuove amicizie (*Personal interest*), al desiderio di partecipare ad un'esperienza utile per il futuro (*self-promotion*), all'aspirazione di assumere il controllo del processo scientifico (*self-efficacy*) o all'intenzione di supportare le istituzioni locali (*social responsibility*). La partecipazione costante per un lungo arco temporale (o "*long term participation*"), invece, dipende fortemente dalle relazioni (Rotman et al.,2014):

- Interne, cioè che si instaurano tra i singoli volontari (o tra volontari e scienziati) all'interno dello stesso progetto. Le relazioni interne prese in considerazione e in grado di agire sulla *long term participation* sono: la fiducia tra *scientist* e *citizens*, l'orientamento verso obiettivi comuni, il riconoscimento dato ai *citizens* per i contributi che offrono al progetto, la *mentorship* (Rotman et al.,2014).
 - Esterne, cioè le relazioni che si creano tra i volontari ed i soggetti estranei ai progetti di *citizen science* (come membri della comunità, amici, familiari) (Rotman et al.,2014). In particolare, partecipando ai progetti, i volontari sono esposti agli effetti che la *citizen science* ha sul loro ambiente e questo può spingerli a comportarsi da mediatori tra le comunità locali e gli scienziati. È rilevante anche il ruolo dell'educazione, considerata uno strumento per potenziare le popolazioni locali (Rotman et al.,2014).
- Inoltre, nell'analisi delle motivazioni di lungo termine è utile considerare che se il tempo da dedicare al progetto risulta eccessivo rispetto all'interesse per l'argomento, al divertimento o al piacere della sfida che

hanno motivato la scelta di partecipare o se si verificano problemi legati alla mancanza di strutture tecnologiche o al mal funzionamento della tecnologia, potrebbero insorgere alcuni “fattori demotivanti”, responsabili della scelta di abbandonare i progetti (Rotman et al.,2014). In conclusione, l’analisi di Rotman et al. (2014) suggerisce la necessità di analizzare le motivazioni iniziali (*personal interest, self promotion, self-efficacy, social responsibility*) e di lungo termine (fiducia, stabilire obiettivi comuni, riconoscimento ed attribuzione, *mentorship* e relazioni esterne) per garantire il successo dei progetti di *citizen science* (Rotman et al.,2014).

Nell’analizzare i diversi livelli di coinvolgimento che caratterizzano la partecipazione dei *citizens* nelle *community*, Aristeidou et al. (2017) hanno associato i modelli comportamentali dei *citizens* all’interno dei progetti a cinque ben definiti “*engagement profile*”. Partendo dal presupposto che la *timeline* di un *citizen* in un qualunque progetto di *citizen science* (FIGURA 4.3) è in genere caratterizzata da giorni in cui l’individuo si impegna attivamente nel progetto contribuendo con dati, commenti, *like*, messaggi (“*Active day*”); giorni in cui il membro visita la *community* ma non è coinvolto in alcuna attività eccetto la navigazione (“*Lurking day*”) e giorni in cui l’individuo non visita la *community*, Aristeidou et al.(2017) definiscono i livelli di *engagement* dei *citizens* attraverso cinque principali metriche: *Activity ratio*¹², *Relative activity duration*¹³, *Variation in periodicity*¹⁴, *Lurking ratio*¹⁵.

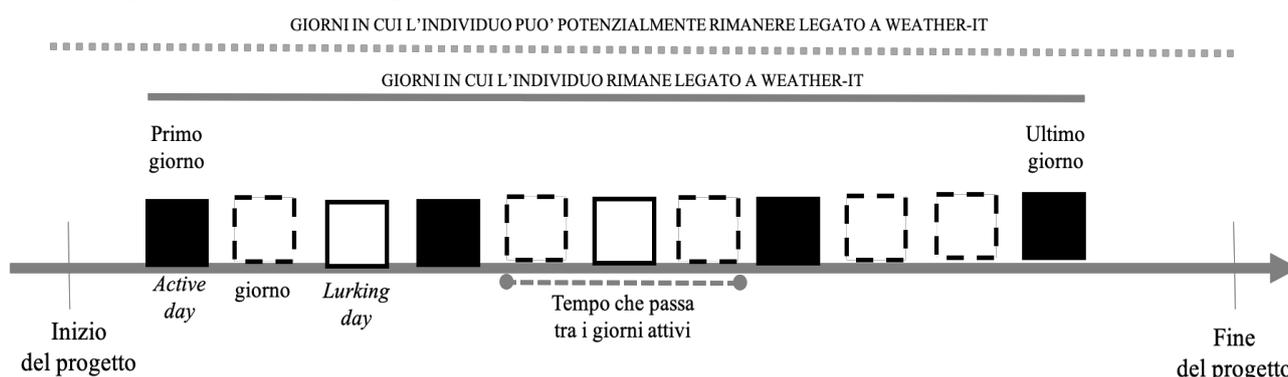


FIGURA 4.3: Possibile *timeline* dei contributi di un *citizens* in un progetto.

Fonte: ns elaborazione, da Aristeidou et al. (2017)

¹² *Activity ratio*: è il rapporto tra i giorni in cui il membro è stato attivo ed ha eseguito almeno un'attività in relazione ai giorni totali in cui è rimasto collegato al progetto. Più questo rapporto è vicino ad 1, più attivo è il volontario (Aristeidou et al.,2017).

¹³ *Relative activity duration*: consiste nel rapporto tra il numero di giorni in cui il membro è legato al progetto diviso il numero totale dei giorni da quando si unisce al progetto alla fine del progetto. Più è vicino a 1, più il volontario rimane legato (persistente) al progetto (Aristeidou et al.,2017).

¹⁴ *Variation in periodicity*: deviazione standard dell'insieme costituito dal numero di giorni che trascorrono tra ogni coppia di giorni attivi. Più è vicino a 0, più è rapido il tasso a cui il volontario torna a partecipare attivamente al progetto (Aristeidou et al.,2017).

¹⁵ *Lurking ratio*: proporzione di giorni in cui il volontario resta nascosto in relazione ai giorni totali in cui ha visitato il progetto. Più è vicino a 1 più il volontario rimane “nascosto” durante i giorni in cui è *online* (cioè si connette alla piattaforma, cerca contenuti ma non contribuisce) (Aristeidou et al.,2017).

In particolare, i profili di *engagement* definiti da Aristeidou et al. (2017) sono:

- **Loyal engagement:** i membri appartenenti a questa categoria rimangono a lungo legati al progetto (alta *relative activity duration*) con tassi di visita costanti (bassi *variation in periodicity* e *lurking ratio*) e sono attivi per quasi la metà dei giorni in cui partecipano (*activity ratio moderato*) (Aristeidou et al.,2017).
- **Hardworking engagement:** coloro caratterizzati da questo profilo visitano la piattaforma con intervalli di tempo regolari (bassi *variation in periodicity* e *lurking ratio*) e sono quasi sempre attivi durante la visita (alto *activity ratio*), ma non rimangono collegati al progetto per un lungo periodo (bassa *relative activity duration*, nessun membro rimane fino alla fine del progetto) (Aristeidou et al.,2017).
- **Persistent engagement:** i membri persistenti rimangono a lungo collegati al progetto (alte *relative activity duration* e *variation in periodicity*), non visitano la piattaforma ad un ritmo costante (basso *activity ratio*) e sono attivamente coinvolti solo per un ridotto numero di giorni (*lurking ratio* basso) (Aristeidou et al.,2017).
- **Lurking engagement:** questi soggetti rimangono legati al progetto per un lungo periodo di tempo (alta *relative activity ratio* e bassa *variation in periodicity*) e visitano spesso la piattaforma, ma sono attivi solo per pochi giorni durante la loro permanenza nel progetto (basso *activity ratio* ed alto *lurking ratio*) (Aristeidou et al.,2017).
- **Visitors:** i membri di questo profilo contribuiscono al progetto solo per uno o due giorni in modo particolarmente attivo (la loro *Variation in periodicity* non può essere comparata) e non restano a lungo legati al progetto (basso *relative activity ratio*) (Aristeidou et al.,2017).

Dai risultati di quest'indagine emerge la necessità di adottare approcci progettuali diversi a seconda del tipo di *engagement* che caratterizza i *citizens*.

Capitolo 5: Conclusioni

La provata possibilità della *Citizen science* di acquisire, analizzare ed elaborare dati per la creazione e la diffusione di nuove conoscenze non solo limitatamente ai fenomeni scientifico/naturalistici originari ma anche in riferimento ad altri ambiti quali quelli economico, sociale, politico, matematico, energetico, educativo rappresenta il valido presupposto ad una futura più intensa diffusione di questa innovativa tipologia di indagine anche in questi campi. In effetti, la *citizen science* è attualmente utilizzata in modo marginale per l'analisi di aspetti economici, sociali e politici; al contrario trova ampia applicazione nell'ambito delle "Life sciences" (in particolare sui temi dell'ecologia, ambiente, natura, biologia ed animali) (Science Europe,2018).

Tutto quanto sin qui argomentato ha permesso di conoscere ed approfondire i diversi aspetti peculiari della *citizen science*, una innovativa tipologia di ricerca basata sulla partecipazione della collettività che ha una propria valenza scientifica e pratica. In particolare, la rilevanza scientifica della *citizen science* è dimostrata dai numerosi benefici derivanti dalla sua adozione nel campo della ricerca : il coinvolgimento dei volontari

implica, infatti, osservazioni condotte su scala mondiale o in tempi molto brevi che, assieme all'analisi rapida e accurata di grandi *set* di dati, consentono agli scienziati di completare anche i progetti di ricerca che necessitano di un'osservazione continua o di una vasta copertura geografica (Raddick et al.,2009). Inoltre, la *citizen science* permette di individuare specie animali, piante, oggetti spaziali rari che possono essere identificati solo attraverso l'ispezione visiva, offrendo agli scienziati la possibilità di esplorare opportunità nuove ed inaspettate (Raddick et al.,2009).

Per quanto concerne la rilevanza accademico-scientifica dei progetti di ricerca di *citizen science*, è ormai universalmente riconosciuta la loro validazione in ambiti profondamente diversi da quelli originari. Indubbiamente, rispetto alle più tradizionali attività di ricerca (bibliografica, sperimentale, individuale o di gruppo etc.), la *citizen science* richiede una diversa metrica valutativa che tenga conto di aspetti quali ad esempio quelli afferenti all'analisi e alla validazione dei *Big Data* (da elaborare nell'ambito dell'indagine), assolutamente innovativi e quasi del tutto sconosciuti dal mondo accademico e dalla comunità scientifica in generale. Sulla base di quanto descritto è, anzi, possibile affermare che uno degli aspetti vincenti nella definitiva accettazione e validazione scientifica della *citizen science* si identifica nel progressivo incremento negli anni del numero di progetti e/o partecipanti di volta in volta coinvolti, che ha parallelamente stimolato la sperimentazione di schemi e procedure, lo sviluppo di sistemi informatici e l'evoluzione delle piattaforme virtuali sempre più articolate e sinergicamente orientate al raggiungimento e consolidamento di una certa attendibilità e rigore scientifico.

Dal punto di vista pratico, detta evoluzione ha rappresentato e rappresenta un enorme vantaggio: le varie classificazioni, teorie, protocolli e standardizzazioni proposte dai numerosi autori succedutisi nello studio della *citizen science* e trattate nel presente elaborato offrono, infatti, una vasta gamma di sperimentate possibilità applicative e schemi di ricerca facilmente adattabili alle più disparate tipologie di indagine, nei più diversi contesti (geografici, sociali, politici economici etc.) nonché in riferimento a precisi periodi temporali di maggiore o minore durata. Inoltre, attraverso la *citizen science* è possibile promuovere l'alfabetizzazione scientifica, in quanto i progetti di questo tipo offrono ai *contributors* la possibilità di partecipare ad una autentica ricerca scientifica, garantendo allo stesso tempo una più approfondita comprensione dei metodi e dei processi scientifici, con risultati positivi per i *citizens* anche in termini di maggiori conoscenze e competenze: i cittadini hanno la possibilità di raccogliere i dati, di analizzarli, di elaborare conclusioni basate sulle evidenze etc. (Raddick et al., 2009).

In conclusione quindi, è possibile prevedere che, anche grazie al suo dinamismo evolutivo e alle innumerevoli diverse fattispecie e profilazioni partecipative che la caratterizzano, la *citizen science* è e sarà sempre più in grado di affrontare, con un approccio che di fatto non conosce confini geografici né temporali, lo studio di aspetti e problematiche locali e/o globali mutando i rapporti tra *citizens* e comunità scientifica e avvicinando gli uni all'altra nello sforzo sinergico di comprendere e risolvere le grandi questioni della realtà che ci circonda.

