

# Citizen Science e Big Data: opportunità e sfide del coinvolgimento dei cittadini nei progetti di ricerca

FRANCESCO CAPPA\* STEFANO FRANCO\* FERNANDO BORELLI<sup>▲</sup>

**Obiettivi.** *La Citizen Science è un fenomeno che risale ai primi anni del XIX secolo, ma che negli ultimi anni si sta diffondendo sempre più grazie agli avanzamenti delle information technologies (IT), attirando una crescente attenzione da parte del mondo della ricerca (Land-Zandstra et al., 2015; Pocock et al., 2017; Wildschut, 2017). Del resto la Citizen Science è una delle forme di Crowd Science, i.e. del coinvolgimento di crowd esterne ai confini organizzativi, che si sta diffondendo grazie alla facilità con la quale gli individui esterni alle organizzazioni possono essere coinvolti oggi, nella generazione di nuove conoscenze (Franzoni and Sauermann, 2014). La Citizen Science, letteralmente “la scienza dei cittadini”, è rivolta al coinvolgimento di cittadini – senza alcun particolare background - nella raccolta ed analisi di dati per progetti di ricerca. Difatti, enti di ricerca ed organizzazioni pubbliche sono alla ricerca di metodi per collezionare ed analizzare ingenti quantità di dati, e la Citizen Science rappresenta un framework efficace per raggiungere questo obiettivo (Cappa et al., 2016; Dickinson et al., 2012; Garcia Martinez and Walton, 2014; Riesch et al., 2013). Grazie agli avanzamenti delle IT., individui da tutte le parti del globo possono partecipare ai progetti di Citizen Science superando barriere geografiche, sociali e motorie (Cappa et al., 2016; Franzoni and Sauermann, 2014; Laut et al., 2015). I benefici portati dai progetti di Citizen Science sono numerosi sia per i ricercatori che per i partecipanti: i primi hanno a disposizione un maggior numero di persone che collezionano e analizzano dati, e riducono i costi per i progetti scientifici (Haklay, 2013; Nov et al., 2014); i cittadini partecipanti, invece, aumentano le loro conoscenze scientifiche, partecipano ad attività di utilità sociale e che possono essere appaganti per loro, ed inoltre trovano un punto d'incontro con il mondo scientifico che solitamente risulta lontano e distaccato dalle loro problematiche (Paul et al., 2014; Raddick et al., 2013). In aggiunta, aumentare le conoscenze scientifiche della popolazione e favorire il successo dei progetti di ricerca risulta essere rilevante anche per i policymakers. Nonostante i diversi aspetti positivi per tutte le parti coinvolte, avere partecipanti motivati è un aspetto cruciale per la Citizen Science, dato che molto spesso i progetti di Citizen Science falliscono a causa della scarsa partecipazione (Cappa et al., 2016), e dato che più sono i dati raccolti ed analizzati migliori saranno i risultati scientifici del progetto (Cappa et al., 2016, 2018; Nov et al., 2014). Quindi capire come motivare i cittadini a partecipare rappresenta un aspetto cruciale. D'altronde, la Citizen Science offre numerose opportunità non solo in ambito scientifico ma anche attinenti alla realtà economica, sociale e politica. Difatti, oggi la società si trova a dover affrontare numerosi Grand Challenge, i.e. pressanti problemi ambientali e sociali (Foray et al., 2012; Kuhlmann, 2014), che impattano le decisioni politiche, la vita economica delle aziende e degli individui, e il benessere dell'intera società. Il coinvolgimento delle crowd permette di rispondere a tali necessità e di riservare particolare attenzione ai temi cruciali della sostenibilità, risultando essere un trend rilevante per studiosi, manager, imprenditori e policymakers. Dato il crescente interesse verso la Citizen Science ed i numerosi benefici che ne possono derivare, con questo studio si intende definire nel dettaglio il fenomeno, evidenziandone gli aspetti cruciali e gli sviluppi futuri per favorire una sua maggiore comprensione ed utilizzo.*

**Metodologia.** *Con questo articolo di review della letteratura si intende definire nel dettaglio il fenomeno della Citizen Science, evidenziandone gli aspetti cruciali, lo stato dell'arte e gli sviluppi futuri per favorire una maggiore comprensione ed utilizzo per i progetti di ricerca. 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 scientists) nelle varie fasi della ricerca. Inoltre, viene proposto il nuovo stato dell'arte circa il condurre progetti di Citizen Science di successo dovuto agli avanzamenti delle IT. 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 (e.g. i tratti comportamentali dei citizens, l'età, il livello di istruzione) che permettono l'estrapolazione di informazioni di valore.*

\* Ricercatore a tempo determinato di tipo B – Campus Bio-medico University  
e-mail: francesco.cappa@unicampus.it

• Lecturer di Economia e Gestione delle Imprese - LUISS Guido Carli University  
e-mail: sfranco@luiss.it

▲ Teaching assistant di Economia e Gestione delle Imprese - LUISS Guido Carli University  
e-mail: fborelli@luiss.it

**Risultati.** 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. D'altronde, visti gli ottimi risultati scientifici raggiungibili, numerose sono le collaborazioni che si contano tra noti istituti di ricerca ed i cittadini (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.). La crescente attenzione verso i progetti di Citizen Science è stata anche evidenziata dal Crowdsourcing and Citizen Science Act, introdotto in USA nel 2015 per favorire l'uso della Citizen Science nei programmi scientifici federali (Coons, 2015). 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. Per facilitare lo sviluppo e l'implementazione dei progetti di Citizen Science, un gruppo di esperti provenienti dal Cornell Lab of Ornithology (Bonney et al., 2009; Killion et al., 2018; Newman et al., 2012; Riesch et al., 2013) ha elencato le nove principali fasi che i ricercatori devono seguire per sviluppare progetti di Citizen Science di successo:

Tab. 1: Evoluzione temporale delle fasi dei progetti di Citizen Science

	<b>Passato</b>	<b>Presente</b>	<b>Futuro</b>
<b>Fase 1: Scegliere un problema scientifico</b>	Sviluppo nuovi problemi (approccio top-down)	Sviluppo nuovi problemi (approccio top-down con lenta affermazione di processi bottom-up)	Sviluppo nuovi problemi (approccio prevalentemente bottom-up sfruttando la visualizzazione dei dati in tempo reale)
<b>Fasi 2-4-5: Raccogliere risorse/Radunare team/Cercare partner</b>	Appassionati commessi 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
<b>Fasi 3-6: Raccogliere e gestire dati</b>	Dati raccolti attraverso una procedura monitorata dagli scienziati, consegnati su fogli di carta e non disponibili in tempo reale	I cittadini partecipano alla gestione dei dati online, con problemi di integrazione e qualità	Dati di elevata qualità, grazie anche ai numerosi contributi, integrati senza interruzioni all'interno di reti globali di banche dati
<b>Fase 7: Analizzare e interpretare dati</b>	Dati analizzati ed interpretati da ricercatori professionisti	Dati analizzati ed interpretati dai ricercatori professionisti, grazie all'ampia scala spaziale e temporale gli studi diventano più fattibili	I datasets potranno affrontare nuovi problemi scientifici attraverso l'elaborazione dei dati ad alta prestazione
<b>Fase 8: Divulgare i risultati</b>	Dati divulgati dagli scienziati attraverso pubblicazioni	Dati divulgati dagli scienziati attraverso pubblicazioni, ma disponibili online per gli stakeholders	Maggiore condivisione di conoscenza tra le community virtuali, attraverso i social media e le valutazioni tra pari
<b>Fase 9: Valutare gli esiti</b>	Minima valutazione di impatto del progetto	Valutazione interna 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

Grazie agli avanzamenti delle IT., le fasi sopra menzionate si sono evolute nel tempo. Lo sviluppo delle IT ha, infatti, un grande impatto sulla generazione e condivisione di nuove conoscenze in quanto influenza i modi ed i tempi con i quali i cittadini possono essere coinvolti (Presenza et al., 2017).

Alla luce di queste considerazioni, il presente studio evidenzia come la Citizen Science possa adattarsi ai nuovi sviluppi tecnologici, come riportato in Tabella 1, al fine di massimizzare il numero di contributi collezionati e quindi il successo dei progetti. In particolare, per quanto riguarda la prima fase, mentre in passato i cittadini erano coinvolti unicamente in maniera passiva, oggi possono loro stessi proporre nuove domande di ricerca da analizzare in un approccio bottom-up invece che solamente top-down. Per quanto riguarda la seconda fase, grazie ad un coinvolgimento attivo dei cittadini si possono creare delle vere e proprie reti globali per attrarre un maggior numero di cittadini attivi per i progetti di Citizen Science, eventualmente ricorrendo anche a marketing virale e social media. Inoltre, grazie alla quantità dei dati collezionati e dei partecipanti si possono garantire livelli più elevati di qualità dei

risultati. L'approccio bottom-up può essere poi anche implementato nella gestione stessa della totalità o di parte del progetto di Citizen Science da parte dei cittadini, che possono così direzionare il progetto verso tematiche per loro cruciali e che magari potrebbero non esserlo per i ricercatori. Infine, l'ultima parte delle fasi della gestione dei progetti di Citizen Science da noi rielaborata prevede una maggiore apertura e condivisione dei risultati ottenuti, per condividerli con la più larga porzione di pubblico possibile ed anche per far emergere ulteriori insights inaspettati. Bisogna rimarcare il fatto che esiste uno stretto legame tra quantità dei dati raccolti e la qualità degli insights scientifici che possono scaturire dalla Citizen Science (Cappa et al., 2016), così come avviene anche per il crowdsourcing (Boudreau et al., 2011; Cappa et al., 2019).

Dato il focus verso la raccolta di numerosi dati scientifici, tramite la Citizen Science si possono collezionare in queste occasioni anche numerose altre informazioni riguardanti i cittadini che possono risultare utili per azioni mirate e per scoprire bisogni inespresi e trend futuri. In tal senso, la Citizen Science offre una sottostimata possibilità di collezionare Big Data che possono essere cruciali per i policymakers e per manager di organizzazioni pubbliche. Infatti, nel contesto for-profit la proliferazione delle nuove tecnologie ha 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 et al., 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". Hashem et al. (Hashem et al., 2015) definiscono i Big data come "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 alti valori di volume, velocità, varietà, veridicità e valore (Jin et al., 2015). Diversi studi (Corte-Real et al., 2017; Müller et al., 2018) hanno evidenziato l'impatto positivo che l'utilizzo dei Big Data ha sulle organizzazioni, sulla performance aziendale e su diversi settori (finanza, assistenza sanitaria, ricerche scientifiche, società). In particolare, dall'indagine di Tiwari et al. (Tiwari et al., 2018) emerge che i Big Data possono avere numerose applicazioni, anche in contesti diversi rispetto a quello strettamente aziendale. Ad esempio, l'analisi dei Big Data nel settore dell'assistenza sanitaria può ridurre i costi sanitari migliorandone la qualità, mentre in ambito sociale la grande quantità di informazioni contenute nei Big Data risulta utile in svariati contesti politici ed economici (Jin et al., 2015). In questo studio, sottolineiamo come i Big Data possano caratterizzare anche il framework della Citizen Science, rappresentando un ulteriore beneficio, in quanto dal coinvolgimento di numerosi cittadini si possono ricavare insights di valore. Risulta infatti 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 diversi da quello iniziale del progetto. Tutto ciò è possibile in quanto le metodologie più innovativi per la raccolta dei dati (mobile device, smartphone, tablet etc.) che, impiegando di volta in volta funzionalità differenti (fotocamera, microfono, sensori GPS) garantiscono una raccolta delle informazioni più rapida e precisa. Allo stesso tempo la disponibilità di nuove tecnologie offre nuove opportunità in quanto permette il rilevamento non solo di dati ottenuti attraverso la partecipazione consapevole dei citizens, come ad esempio l'uso della fotocamera e del GPS per immortalare gli uccelli visti in una determinata zona per il progetto e-bird (Sullivan et al., 2014) ma anche dei flussi di informazioni generati inconsapevolmente dai partecipanti, come gli spostamenti fatti, la tipologia di mezzo di trasporto utilizzato mentre si svolgeva l'attività, il sesso e il genere ecc. 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. Infatti, per garantire la qualità dei dati nei progetti di Citizen Science è cruciale collezionare enormi quantità di dati (Cappa et al., 2016, 2018; Nov et al., 2014), ed anche per ottenere insights di valore dai Big Data è necessario avere un numero elevato di partecipanti. Risulta quindi essere rilevante aumentare le motivazioni dei cittadini a contribuire al progetto di Citizen Science. Una volta analizzati i numerosi benefici che possono scaturire dai progetti di Citizen Science, diventa indispensabile comprendere quali sono le motivazioni che spingono i citizens ad offrire il proprio contributo nelle ricerche scientifiche, e come aumentarle. Oggigiorno siamo sottoposti a diversi input per partecipare ad attività di vario tipo attraverso internet e le mobile technologies, ed è quindi importante studiare come mantenere vivo l'interesse dei cittadini verso i progetti di Citizen Science (Nov et al., 2014; Tinati et al., 2017).

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 partecipanti e di appassionare di più gli utenti che già sono coinvolti nel progetto. Le motivazioni degli individui coinvolti in progetti crowd come la Citizen Science possono essere suddivise in due macrogruppi: intrinseche e estrinseche (Antikainen et al., 2010; Deci & Ryan, 2000). La prima tipologia di motivazioni è basata sulla partecipazione volontaria collegata alla self-determination ovvero alla realizzazione di sé stessi nel contribuire all'obiettivo dei progetti di Citizen Science, tipicamente di natura ambientale o sociale, e la soddisfazione che se ne trae (Fiorillo, 2011; Pedrotti & Nistor, 2016; Ryan & Deci, 2000). La seconda tipologia di motivazioni è invece collegata alla fairness expectation (Franke et al., 2013), basata sull'ottenimento di premi a seguito della partecipazione (Cappa et al., 2018) per far sì che i benefici siano distribuiti tra tutti i partecipanti al progetto di Citizen Science. Dato che gli obiettivi della Citizen Science sono principalmente sociali, e dato che l'obiettivo è quello di ottenere numerosi dati per fini pubblici, l'uso delle ricompense è molto limitato e i cittadini partecipano principalmente per motivazioni intrinseche. Infatti, le più recenti metodologie analizzate per agire

positivamente sulle motivazioni si sono concentrate sull'aumento della soddisfazione dei soggetti coinvolti. In particolare, sempre maggiore attenzione viene rivolta al divertimento dei citizens nello svolgere le attività, i.e. motivazioni intrinseche, in quanto in grado di aumentare il senso di coinvolgimento nei progetti di Citizen Science (Cappa et al., 2016, 2018). È stato difatti recentemente mostrato come la gamification del progetto di Citizen Science, sia in grado di aumentare le motivazioni dei partecipanti (Laut et al., 2017; Prestopnik and Tang, 2015; Tinati et al., 2017). Inoltre, è stato evidenziato come una interazione faccia-a-faccia con i ricercatori durante la gestione della parte tecnologica di un progetto di Citizen Science sia in grado di aumentare le motivazioni dei citizen scientists (Cappa et al., 2016). Tuttavia, anche la sfera delle motivazioni estrinseche, con le dovute attenzioni, può essere utilizzata per motivare maggiormente i cittadini ad esempio attraverso l'uso di piccole somme di ricompense monetarie (Cappa et al., 2018). In aggiunta, è stato anche dimostrato (Cappa et al., 2018) che l'offerta di rewards, sia di tipo monetario che di tipo non monetario, come il ringraziamento pubblico online per i contributi forniti al progetto, influisce positivamente sulle motivazioni dei citizens. Mentre il contributo non monetario fa di nuovo leva sull'aspetto intrinseco delle motivazioni aumentando la soddisfazione mediante un ringraziamento pubblico per i contributi forniti dai cittadini (Deci and Ryan, 2000), in questo studio si mostra come anche l'uso di ricompense monetarie, con i dovuti accorgimenti, possa impattare positivamente le motivazioni dei citizen scientists. Infatti, nei contesti di partecipazione volontaria, come lo è anche la Citizen Science, l'uso di somme di denaro per incentivare la partecipazione era stata evidenziato come negativo per le motivazioni, come nel caso delle donazioni di sangue, in quanto diminuiva l'autonomia delle persone e veniva percepito come un meccanismo di controllo da parte delle organizzazioni pubbliche e dei policymakers (Pedrotti and Nistor, 2016; Titmuss, 1998). Con questo studio si è invece evidenziato come contributi di bassa entità e con la possibilità da parte degli individui di rinunciare non minino l'autonomia decisionale delle persone a partecipare ed anzi esaltino l'importanza del progetto al quale contribuiscono (Cameron et al., 2001). Inoltre, così facendo è possibile anche evidenziare come la suddivisione dei benefici derivanti dai contributi dei citizen scientists comprenda tutti gli stakeholders coinvolti sulla base della teoria della fairness expectation (Franke et al., 2013).

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 del numero di pubblicazioni scientifiche ad esso collegate. La provata possibilità della Citizen Science di acquisire, analizzare ed elaborare dati per la creazione e la diffusione di nuove conoscenze attraverso la partecipazione attiva dei cittadini in progetti scientifici rappresenta una valida opportunità per tutti i soggetti coinvolti. Difatti i benefici dovuti a questo coinvolgimento dei cittadini sono sia per i ricercatori, che possono condurre ricerche più velocemente e a minor costo, che per i cittadini, che hanno la possibilità di apprendere e di essere una parte attiva per l'avanzamento scientifico, che anche per i policymakers, che possono adottare questo strumento come mezzo per l'alfabetizzazione scientifica della popolazione ed anche favorire collaborazioni tra mondo civile e scientifico, cruciali per risolvere i Grand Challenge che ci troviamo ad affrontare oggi. Alla luce di queste considerazioni è possibile affermare che la Citizen Science ha già dimostrato di essere uno strumento efficace per favorire le ricerche scientifiche.

**Limiti della ricerca.** Questo studio non è esente da limitazioni che lasciano spazio a diverse altre promettenti direzioni di ricerca. In particolare la descrizione degli step da seguire per gestire oggi al meglio i progetti di Citizen Science ed i benefici ulteriori che possono scaturire dalla collezione di Big Data tramite i progetti di Citizen Science sono stati analizzati solo in maniera concettuale in questo articolo, futuri studi dovranno essere indirizzati a fornire supporto empirico a questi ragionamenti per favorire ulteriormente la diffusione della Citizen Science.

**Implicazioni pratiche.** Tramite la concettualizzazione degli step da seguire, l'intento è quello di fornire punti di riferimento per i ricercatori che vogliono far partire nuovi progetti di Citizen Science. Inoltre, si è evidenziato come i dati raccolti dai cittadini possano anche costituire Big Data da cui trarre ulteriori insight e sono state evidenziate le più avanzate tecniche su come motivare i citizen scientists a contribuire. Con questo studio sono stati messi in risalto gli innumerevoli benefici per tutti gli attori coinvolti, dovuti alla raccolta ed analisi dati attraverso il contributo dei cittadini, e le ulteriori possibilità che possono scaturire dalla collezione di Big Data, rendendo la Citizen Science una risorsa rilevante per i ricercatori ed i policymakers. Inoltre, fornendo spunti per nuove future ricerche in questo campo l'intenzione è anche quella di stimolare l'attenzione dei ricercatori a condurre ricerche sulle motivazioni dei citizen scientists data la loro rilevanza accademica e manageriale.

**Originalità del lavoro.** Questo studio è tra i primi ad analizzare il ruolo della Citizen Science nel coinvolgimento di crowd per la generazione di nuove conoscenze. In particolare, è possibile favorire le ricerche scientifiche grazie all'inclusione dei cittadini per la collezione e/o analisi di enormi quantità di dati.

**Parole chiave:** Citizen Science; Big Data, Crowd Science

## Bibliografia

- ANTIKAINEN M., MÄKIPÄÄ M., AHONEN M. (2010), "Motivating and supporting collaboration in open innovation", *European Journal of Innovation Management*, vol. 13, n. 1, pp. 100-119.
- 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*, vol. 57, n. 8, pp. 1993-2009, décembre.

- 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*, vol. 59, n. 11, pp. 977-984.
- BOUDREAU K.J., LACETERA N., LAKHANI K.R. (2011), "Incentives and Problem Uncertainty in Innovation Contests: An Empirical Analysis", *Management Science*, vol. 57, n. 5, pp. 843-863.
- CAMERON J., BANKO K.M., PIERCE W.D. (2001), "Pervasive negative effects of rewards on intrinsic motivation: The myth continues" *The Behavior analyst*, vol. 24, n. 1, pp. 1-44.
- 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*, vol. 182. doi:10.1016/j.jenvman.2016.07.092
- CAPPA F., LAUT J., PORFIRI M., GIUSTINIANO L. (2018), "Bring them aboard: rewarding participation in technology-mediated citizen science projects", *Computers in Human Behavior*, vol. 89, pp. 246-257.
- CAPPA F., ROSSO F., HAYES D., CAPPA F., ROSSO F., HAYES D. (2019), "Monetary and Social Rewards for Crowdsourcing", *Sustainability 2019*, vol. 11, Page 2834, vol. 11, n. 10, pp. 2834, mai.
- COONS C. (2015). Crowdsourcing and Citizen Science Act of 2015 - S.2113 - 114th Congress (2015-2016).
- CORTE-REAL N., OLIVEIRA T., RUIVO P. (2017), "Assessing business value of Big Data Analytics in European firms", *Journal of Business Research*, vol. 70, pp. 379-390.
- DECI E L., RYAN R M. (2000), "The «What» and «Why» of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior", *Psychological Inquiry*, vol. 11, n. 4, pp. 227-268.
- 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*, vol. 10, n. 6, pp. 291-297.
- FIORILLO D. (2011), "Do Monetary Rewards Crowd Out the Intrinsic Motivation of Volunteers? Some Empirical Evidence for Italian Volunteers", *Annals of Public and Cooperative Economics*, vol. 82, n. 2, pp. 139-165.
- FORAY D., MOWERY D., NELSON R. (2012), "Public R&D and social challenges: What lessons from mission R&D programs?", *Research policy*, vol. 41, n. 10, pp. 1697-1792.
- FRANKE N., KEINZ P., KLAUSBERGER K. (2013), "Does This Sound Like a Fair Deal?": Antecedents and Consequences of Fairness Expectations in the Individual's Decision to Participate in Firm Innovation", *Organization Science*, vol. 24, n. 5, pp. 1495-1516.
- FRANZONI C., SAUERMAN H. (2014), "Crowd science: The organization of scientific research in open collaborative projects", *Research Policy*, vol. 43, n. 1, pp. 1-20.
- GARCIA MARTINEZ M., WALTON B. (2014), "The wisdom of crowds: The potential of online communities as a tool for data analysis", *Technovation*, vol. 34, n. 4, pp. 203-214.
- HAKLAY M. (2013), "Citizen Science and Volunteered Geographic Information: Overview and Typology of Participation", In *Crowdsourcing Geographic Knowledge* (p. 105-122). Springer.
- HASHEM I.A.T., YAQOUB I., ANUAR N.B., MOKHTAR S., GANI A., ULLAH KHAN S. (2015), "The rise of «big data» on cloud computing: Review and open research issues", *Information Systems*. doi:10.1016/j.is.2014.07.006
- JIN X., WAH B.W., CHENG X., WANG Y. (2015) "Significance and Challenges of Big Data Research", *Big Data Research*, vol. 2, n. 2, pp. 59-64.
- KILLION A.K., ROLOFF G.J., MAYHEW S., CAMPA H., WINTERSTEIN S. (2018), "Implementing and evaluating a citizen-science program to support wildlife management: MI-MAST", *Wildlife Society Bulletin*, vol. 42, n. 3, pp. 518-527.
- KUHLMANN S. (2014), "The challenge of addressing Grand Challenges". *European Union Framework Programme Horizon 2020*. Bruxelles.
- LAND-ZANDSTRA A.M., DEVILEE J.L.A., SNIK F., BUURMEIJER F., VAN DEN BROEK J.M. (2015), "Citizen science on a smartphone: Participants' motivations and learning", *Public understanding of science (Bristol, England)*, vol. 25, n. 1, pp. 45-60, janvier.
- LAUT J., CAPPA F., NOV O., PORFIRI M. (2015), "Increasing patient engagement in rehabilitation exercises using computer-based citizen science", *PLoS one*, vol. 10, n. 3, pp. e0117013.
- 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*, vol. 68, n. 3.
- 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*, vol. 35, n. 2, pp. 488-509.
- 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*, vol. 10, n. 6, pp. 298-304.
- NOV O., ARAZY O., ANDERSON D. (2014), "Scientists@ Home: what drives the quantity and quality of online citizen science participation", *PLoS ONE*, vol. 9, n. 4, pp. e90375.
- PAUL K., QUINN M S., HUIJSER M.P., GRAHAM J., BROBERG L. (2014), "An evaluation of a citizen science data collection program for recording wildlife observations along a highway", *Journal of Environmental Management*, vol. 139, pp. 180-187.
- PEDROTTI M., NISTOR N. (2016), "User motivation and technology acceptance in online learning environments", In *Lecture Notes in Computer Science* (vol. 9891 LNCS., pp. 472-477).
- POCOCK M.J.O., TWEDDLE J.C., SAVAGE J., ROBINSON L D., ROY H. E. (2017), "The diversity and evolution of ecological and environmental citizen science", *PLoS ONE*, vol. 12, n. 4, pp. e0172579.
- PRESENZA A., YUCELEN M., GURSON S., CAMILLO A. (2017), "Creating competitive advantage through knowledge sharing in the digital economy", *Sinergie*, vol. 103, n. May-Aug. doi:10.7433/S103.2017.07
- PRESTOPNIK N R., TANG J. (2015), "Points, stories, worlds, and diegesis: Comparing player experiences in two citizen science games", *Computers in Human Behavior*. doi:10.1016/j.chb.2015.05.051
- RADDICK M J., BRACEY G., GAY P L., LINTOTT C.J., CARDAMONE C., MURRAY P., ... VANDENBERG J. (2013), "Galaxy zoo: Motivations of citizen scientists", *Astronomy Education Review*, vol. 12, n. 1. doi:10.3847/AER2011021
- RIESCH H, POTTER C., DAVIES L. (2013), "Combining citizen science and public engagement: the Open AirLaboratories Programme", *Journal of Science Communication*, vol. 12, n. 3, pp. 1-19.

- RYAN R.M., DECI E.L. (2000), "Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development and well-being", *American Psychologist*, vol. 55, n. 1, pp. 68-78.
- SULLIVAN B.L., AYCRIGG J.L., BARRY J.H., BONNEY R.E., BRUNS N., COOPER C.B., KELLING S. (2014), "The eBird enterprise: An integrated approach to development and application of citizen science", *Biological Conservation*, vol. 169, pp. 31-40.
- TINATI R., LUCZAK-ROESCH M., SIMPERL E., HALL W. (2017), "An investigation of player motivations in Eyewire, a gamified citizen science project", *Computers in Human Behavior*, vol. 73, pp. 527-540.
- TITMUSS R. (1998), "The gift of blood", *Society*, vol. 35, n. 2, pp. 88-97.
- TIWARI S., WEE H.M., DARYANTO Y. (2018), "Big data analytics in supply chain management between 2010 and 2016: Insights to industries", *Computers and Industrial Engineering*. doi:10.1016/j.cie.2017.11.017
- WILDSCHUT D. (2017) "The need for citizen science in the transition to a sustainable peer-to-peer-society", *Futures*, vol. 91, pp. 46-52