



Le potenzialità sociali ed educative della *Citizen Science*

Corrado Petrucco – Monica Donanzan¹

Università di Padova

1. Introduzione: la scienza dei cittadini per i cittadini

La connessione tra scienza e società è oggi sempre più un fattore cruciale per lo sviluppo democratico: è importante che i cittadini comprendano e condividano il senso della ricerca scientifica soprattutto se applicata al contesto locale in cui vivono. Un modo innovativo per favorire questa integrazione è la partecipazione dei cittadini a vere e proprie attività di ricerca attraverso progetti di *Citizen Science*. La *Citizen Science* o “scienza fatta dai cittadini” consiste in una serie di attività svolte volontariamente dalle persone all’interno di uno specifico progetto scientifico. Tuttavia, le forme di *Citizen Science* che vediamo oggi sono molto diverse da quelle iniziali, infatti ora è un’attività che può essere svolta da tutti, mentre un tempo lo era solo per pochi (Silvertown, 2009): dall’iniziale ruolo di collaborazione nella raccolta dei dati si è arrivati infatti a partecipare anche alla formulazione delle domande di ricerca, alla creazione di metodi e all’analisi dei dati stessi (Cooper, Lewenstein, 2016) (Bonney et al. 2009). Le modalità di partecipazione ai progetti possono essere molte: alcuni mettono a disposizione una propria risorsa locale (come, ad esempio, il cortile di casa), altri condividono le risorse computazionali del proprio PC, altri ancora mettono a disposizione le proprie capacità cognitive nell’analisi di dati. La *Citizen Science* si è diffusa negli ultimi anni soprattutto grazie ai progressi della tecnologia, in particolare di Internet e dei dispositivi mobili poiché questi strumenti hanno reso facile per le persone contribuire utilizzando specifiche App e condividere le proprie osservazioni (Newman et al. 2012) generando dati che altrimenti sarebbero difficili o costosi da ottenere (Cohn, 2008; Rotman et al. 2014). Esistono anche le *Citizen Humanities* (Hedges, Dunn, 2018) per le discipline umanistiche come le lingue, letteratura, storia, filosofia e arte che si concentrano sulla comprensione e diffusione di testi e artefatti culturali (Terras, 2016) e che utilizzano il supporto di tecnologie digitali collaborative per il supporto ai progetti, come ad esempio il Wiki (Paci, 2021).

2. L’evoluzione della *Citizen Science* nel mondo ed il contesto italiano

La *Citizen Science* si è inizialmente diffusa negli Stati Uniti con la Citizen Science Association (CSA), mentre in Europa esiste l’European CSA (ECSA) che per prima ha proposto i dieci importanti principi su cui si fonda la *Citizen Science* (vedi tab.1) da seguire per promuoverne le buone pratiche di applicazione (European Citizen Science Association, 2015). Nel 2017 si è svolta la prima Conferenza Italiana di *Citizen Science*, mentre nel 2018 nell’ambito del progetto H2020 DITOs (DITOs consortium, 2019) sono stati organizzati degli incontri al fine di delineare le linee guida per lo sviluppo di una strategia di *Citizen Science* tutta italiana e nel 2021 si è tenuto un incontro in collaborazione con due progetti europei H2020: EU-Citizen.Science ed Action. che ha visto la partecipazione di più di 1500 partecipanti. Dal 2023 anche l’Italia ha finalmente la propria associazione nazionale CSI (Citizen Science Italia) che si propone il suo sviluppo in Italia, attraverso lo scambio di esperienze e di buone pratiche (CNR, 2023).

¹ Attribuzione: Sebbene l’articolo sia frutto di una stesura condivisa si possono attribuire a M. Donanzan i par. 1, 2, 3 e 6; mentre a C. Petrucco i par. 4, 5 e 7.



Tab.1 I dieci principi della Citizen Science. Rielaborato da “Ten Principles of Citizen Science” – ECSA (European Citizen Science Association), 2015.

1 Coinvolgimento attivo	I progetti di <i>Citizen Science</i> 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.
2 Risultati scientifici originali	I progetti di <i>Citizen Science</i> producono un risultato scientifico originale. Ad esempio, fornire una risposta a un quesito di ricerca o mettere in pratica azioni di conservazione, decisioni gestionali o politiche ambientali.
3 Benefici reciproci	Sia gli scienziati professionisti sia i cittadini coinvolti traggono vantaggio dal prendere parte a progetti di <i>Citizen Science</i> . 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 per, ad esempio: trovare risposte a questioni di rilevanza locale, nazionale e internazionale e, attraverso queste, avere l’opportunità di influire sulle politiche di settore.
4 Processi partecipativi	Le persone coinvolte in progetti di <i>Citizen Science</i> 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.
5 Garanzia di ascolto e <i>feedback</i>	Le persone coinvolte in progetti di <i>Citizen Science</i> ricevono <i>feedback</i> . Ad esempio, come i loro dati vengono utilizzati e quali sono i risultati nel campo della ricerca, politico e sociale.
6 Presenza del metodo scientifico	La <i>Citizen Science</i> 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 <i>Citizen Science</i> fornisce opportunità di un ampio coinvolgimento del pubblico e di democratizzazione della scienza.
7 <i>Open data</i> e <i>Open access</i>	Dati e metadati provenienti da progetti di <i>Citizen Science</i> sono resi pubblicamente disponibili e, ove possibile, i risultati sono pubblicati in un formato di libero accesso (<i>open access</i>). La condivisione dei dati può avvenire durante o dopo il progetto, a meno che esistano motivi di sicurezza o privacy che lo impediscano.
8 Riconoscimento del lavoro svolto	Il contributo delle persone coinvolte in progetti di <i>Citizen Science</i> viene riconosciuto ufficialmente nei risultati dei progetti e nelle pubblicazioni.
9 Monitoraggio e Valutazione	I programmi di <i>Citizen Science</i> vengono valutati per il loro risultato scientifico, per la qualità dei dati, l’esperienza dei partecipanti e l’ampiezza dell’impatto sociale e sulle politiche di settore.
10 Etica e Legalità	I responsabili di progetti di <i>Citizen Science</i> 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.

3. Motivazione e partecipazione: due elementi essenziali della *Citizen Science*

Molti *Citizen Scientists* sono studenti e/o appassionati (Cavalier, Kennedy, 2016) in cui la motivazione iniziale a partecipare è guidata soprattutto dall’interesse personale verso una specie animale o vegetale, un paesaggio, un ambiente o un processo o uno hobby, come ad es. la fotografia (Rotman et al. 2014). Altre motivazioni, come l’altruismo e il richiamo ai valori morali, sebbene non presenti nella fase iniziale di partecipazione a un progetto, emergono poi spesso nelle fasi successive. Anche le interazioni sociali che si sviluppano tra le persone coinvolte oltre a incidere positivamente sulla motivazione in generale, fanno da volano a tutti gli altri fattori motivazionali (Cappa et al. 2016). Un elemento importante è quello di vedere riconosciuti e apprezzati dagli scienziati i propri contributi (Cappa et al. 2018) attraverso i



feedback che vengono forniti in diverse forme: aggiornamenti sulla ricerca, oppure sapere come i dati raccolti sono stati utilizzati (Rotman et al. 2014; Lotfian et al. 2020).

Comprendere queste motivazioni è essenziale per gli organizzatori di un progetto di *Citizen Science* per creare un ambiente inclusivo e coinvolgente che alimenti il coinvolgimento a lungo termine. Un nuovo approccio in questo senso è la *gamification*, ed è utilizzata per rendere i compiti più attraenti per i partecipanti (Ponti et al. 2018) (Heinisch et al. 2021). Un esempio interessante di *Citizen Science* in ambito medico è il progetto Foldit: si tratta di un gioco *online multiplayer* che combina la potenza computazionale e l'abilità umana nel riconoscere schemi e trovare soluzioni nella combinazione delle proteine potenzialmente preziose per curare molte patologie (Curtis, 2015). Dal punto di vista didattico, recenti ricerche sembrano dimostrare che la partecipazione a progetti di scienza dei cittadini favorisca negli studenti uno stimolo biunivoco: l'aumento dell'interesse sugli argomenti trattati e della motivazione a studiare ed approfondirli nei contesti disciplinari (van der Bogaert et al. 2018).

4. Educazione e *Citizen Science*

La *Citizen Science* possiede quindi delle potenzialità notevoli anche per le pratiche educative perché può essere integrata a livello trasversale in diversi contesti di apprendimento sia formali, non-formali che informali (Kloetzer et al. 2021). La valenza della partecipazione a progetti di *Citizen Science* opera soprattutto su due dimensioni: quella partecipativa e quella scientifica.

La dimensione *partecipativa* offre l'opportunità di una didattica innovativa in grado di coinvolgere gli studenti in attività significative complesse nelle quali devono usare le proprie conoscenze e abilità per riuscire a gestire attività concrete e percepite come utili alla comunità (Batson et al. 2002). In molte esperienze educative simili, ad esempio nei progetti di scrittura collaborativa di voci su Wikipedia (Petrucco, Ferranti, 2020), gli studenti esprimono una elevata motivazione sia a portare a termine il compito assegnato, sia ad approfondire i contenuti trattati e gli attribuiscono un valore superiore a qualsiasi compito scolastico tradizionale (Roth et al. 2013). Questa percezione emerge soprattutto nel momento in cui gli studenti iniziano a considerarsi non solo fruitori, ma anche come produttori di conoscenza e di informazione di qualità. In particolare il fatto che i risultati vengano resi pubblici e utilizzati in pubblicazioni scientifiche ha sempre un effetto molto responsabilizzante (Rafaeli, Ariel, 2008). La partecipazione ai progetti di *Citizen Science* può rappresentare una efficace attività di cittadinanza attiva nell'ottica del *Service Learning*: il "Service" inteso come attività di volontariato per la comunità e il "Learning" ovvero l'acquisizione di competenze professionali, metodologiche (Speck, Hoppe, 2004, Mortari, 2017).

La dimensione *scientifica* permette di sviluppare processi cognitivi tipici vicini alle modalità di pensare e agire dei ricercatori (Perelló et al. 2017) e favorisce una didattica in grado di consentire agli studenti di contestualizzare nel mondo reale gli argomenti dei curricoli scientifici, affrontando veri e propri "compiti di realtà". Ciò permette di sviluppare competenze, abilità e conoscenze tipiche di un approccio di *Inquiry-Based Learning* (Kloetzer et al. 2021) che enfatizza l'impegno attivo, la collaborazione, il pensiero critico e la contestualizzazione che consente agli studenti di applicare le conoscenze disciplinari in situazioni concrete (Castoldi, 2011, Cairns, 2019). Va infine rilevato come la partecipazione ai progetti di scienza dei cittadini favorisca un atteggiamento proattivo nel *life-long learning* soprattutto nello sviluppo delle competenze digitali. Tali competenze sono essenziali per la realizzazione dei progetti di *Citizen Science*, poiché la maggior parte di essi richiede di inserire i dati raccolti nelle piattaforme o di utilizzare le tecnologie specifiche per compiti più complessi (Jennett et al. 2016) come fanno gli scienziati professionisti (Aristeidou, Herodotou, 2020).



La *Citizen Science* abbraccia molti campi di ricerca e possiede vari livelli di difficoltà e di coinvolgimento per cui non è facile progettare una attività didattica che ne sfrutti tutte le opportunità e che sappia bilanciare in modo ottimale i contenuti disciplinari e le finalità scientifiche. Gli insegnanti e gli educatori svolgono in questo senso un ruolo centrale, sia come co-partecipanti, che come motivatori (Weinstein, 2012) ma soprattutto come responsabili della mappatura delle conoscenze teoriche del curriculum scolastico con le pratiche contestuali presenti nelle attività. Anche se sono ancora poche le ricerche sull'efficacia nei risultati di apprendimento (Kelemen-Finan et al. 2018) sembra che i migliori risultati si possono ottenere quando si riesce a:

- individuare progetti di *Citizen Science* in linea con il curriculum scolastico: le materie scientifiche sono più facilmente gestibili ad esempio su progetti incentrati su ecologia, scienze ambientali o biologia (Green, Medina-Jerez, 2012);
- scegliere un progetto appropriato per l'età e il livello di abilità e competenza degli studenti. Ad esempio, gli studenti delle scuole primarie o secondarie di primo grado sono certamente più adatti a partecipare a progetti che comportano una semplice raccolta di dati, mentre gli studenti della secondaria di secondo grado come i Licei o gli Istituti Tecnici possono essere in grado di gestire anche le analisi dei dati stessi ed utilizzare procedure più complesse (Paige, Daniels, 2015);
- garantire che il progetto sia fattibile: gli insegnanti dovrebbero assicurarsi che il progetto sia realizzabile con le risorse disponibili, di tempo, attrezzature, finanziamenti e di tecnologie disponibili. Dovrebbero anche considerare gli eventuali aspetti logistici del progetto se prevede uscite outdoor (Echeverria et al. 2021) e disporre di un adeguato supporto istituzionale per gli insegnanti (Kloetzer et al. 2021).

5. Un nuovo approccio alla valutazione attraverso i progetti di *Citizen Science*

Un altro aspetto importante è quello della valutazione: non è infatti facile valutare la qualità del lavoro degli studenti e capire se stanno raggiungendo gli obiettivi educativi prefissati senza un approccio metodologico chiaro (Phillips et al. 2014). Andrebbero distinti i due piani, quello dei contenuti curricolari coerenti con il progetto e quello delle attività. Infatti mentre alcune piattaforme di *Citizen Science* forniscono metriche di base del coinvolgimento dei partecipanti, come il numero o la frequenza delle osservazioni inviate, le conoscenze sui contenuti e la capacità di interpretazione dei dati non sono esplicitamente considerate se non negli incontri in presenza o all'interno dei forum di discussione, dove gli studenti possono interagire con gli scienziati. Spesso quindi, in particolare quando le fasce di età degli studenti sono più basse, si rende necessario lo sviluppo di rubriche di valutazione adattate ai contenuti disciplinari del curriculum che saranno poi utili per verificare il valore aggiunto dell'esperienza svolta in termini di risultati di apprendimento.

Sono però anche possibili nuovi interessanti approcci alla valutazione che coinvolgono tutti gli attori in una sorta di ricerca-azione partecipativa in cui i risultati delle varie fasi del progetto sono discussi assieme attraverso una co-valutazione (Schaefer, 2021). Questa non si concentra solo sul raggiungimento degli obiettivi scientifici o sui risultati dell'apprendimento individuale, ma ha un focus più ampio e terrà conto anche gli effetti sulla comunità dei partecipanti. Ad esempio evidenziando se c'è stato un cambiamento in positivo negli atteggiamenti sui temi oggetto del progetto.



6. Esempi di applicazione della *Citizen Science* in contesti educativi

Ci sono molti progetti che hanno aperto la strada alla sperimentazione della *Citizen Science* a scuola in Italia, ne riportiamo alcuni fra i più partecipati.

Un esempio interessante è quello “Una rete di scuole per il Tevere: Piccoli Grandi Scienziati Crescono” organizzato dal Dipartimento di Scienze del Sistema Terra e Tecnologie per l’Ambiente del CNR. I *Citizen Scientists* si occupano di raccogliere dati da analizzare sull’acqua e sulle sponde del Tevere coinvolgendo i ragazzi in attività di scoperta, attraverso varie esperienze di apprendimento; verranno forniti strumenti e risorse che le scuole potranno utilizzare per sviluppare progetti educativi su temi collegati alla salvaguardia dell’ambiente (Consiglio Nazionale delle Ricerche, 2022).

Il progetto “School of Ants: a scuola con le formiche” è un progetto nato dalla collaborazione tra i ricercatori e scuole. Il laboratorio di mirmecologia dell’Università degli Studi di Parma e i ricercatori della North Carolina State University lo hanno progettato con l’obiettivo di avvicinare i bambini ed i cittadini interessati verso lo studio della biologia, dell’ecologia ed etologia delle formiche che sono presenti nei luoghi vicini alla propria casa o alla scuola. I partecipanti al progetto ricevono una scatola contenente materiale didattico e scientifico per raccogliere i dati che saranno analizzati dai ricercatori dell’Università di Parma per studiare gli effetti dell’urbanizzazione sulla biodiversità delle formiche (School of Ants, 2017).

Il progetto “XPolli:Nation” nasce per fronteggiare la problematica ambientale del declino degli impollinatori e la necessità di dati per monitorare i cambiamenti di questa popolazione e del suo habitat. Si tratta di un progetto finanziato da TEF (Tuscany Environment Foundation) rivolto alle scuole italiane e del Regno Unito. L’attività consiste nell’osservare dei gruppi di impollinatori (api, farfalle, mosche, coleotteri ecc.) da effettuare secondo protocolli stabiliti dal Pollinator Monitoring Scheme (PoMS) e contare il numero degli insetti che si posano su di un fiore. Il monitoraggio può avvenire nel cortile scolastico, in un campo, in un parco o in un qualsiasi luogo vi sia il fiore (Museo di Storia Naturale della Maremma, 2022).

Il progetto Cleanair@school è stato attivato nell’anno scolastico 2019-2020 con l’intento di coinvolgere le scuole nell’affrontare il tema ambientale della qualità dell’aria e della mobilità sostenibile. Il progetto è coordinato dall’ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale) e prevede attività di educazione ambientale e formazione attraverso il monitoraggio del biossido di azoto, uno degli inquinanti principali delle aree urbane. Le scuole sono il principale target del progetto si pone l’intento di coinvolgere oltre che gli insegnanti e gli studenti anche le loro famiglie (ISPRA, 2021).

6. Conclusioni

La scienza dei cittadini quindi è uno strumento didattico prezioso che permette agli studenti di diventare consapevoli di molti problemi attuali, di capire il valore della partecipazione ad una comunità per il bene comune (Shah, Martinez, 2016) ma soprattutto di incidere sul senso dei contenuti disciplinari, spesso appresi a scuola in modo de-contestualizzato. Inoltre i progetti di *Citizen Science* si fondano su un modello di insegnamento/apprendimento che offre ai partecipanti tutti gli strumenti, sia concettuali che materiali, necessari per poter interpretare la realtà che li circonda attraverso il metodo scientifico, che è per sua natura fortemente strutturato e basato sui dati e sulle evidenze. Ciò aiuta gli studenti a formare una competenza oggi fondamentale, applicabile poi a qualsiasi contesto di vita o di lavoro, che è quella del pensiero critico (Caruso et al. 2016).



Bibliografia

- Aristeidou, M., Herodotou, C. (2020). Online citizen science: A Systematic Review of Effects on Learning and Scientific Literacy, *Citizen science: Theory and Practice* 5(1): 11, <http://doi.org/10.5334/cstp.224>.
- Batson, C.D., Ahmad, N.Y., Tsang, J.A. (2002). Four Motives for Community Involvement. *J. Soc. Issues* 58(3): pp. 429-445.
- 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.
- Cairns, D. (2019). Investigating the relationship between instructional practices and science achievement in an inquiry-based learning environment. *International Journal of science education* 41(15): 2113-2135.
- 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, <http://dx.doi.org/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* 89: 246-257, <https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.08.017>.
- Caruso, J.P., Israel, N., Rowland, K., Lovelace, M.J., Saunders, M.J. (2016). Citizen science: The small world initiative improved lecture grades and California critical thinking skills test scores of nonscience major students at Florida Atlantic University. *Journal of microbiology, biology education* 17(1): 156-162.
- Castoldi, M. (2011). *Progettare per competenze. Percorsi e strumenti*, Carocci, Roma.
- Cavalier, D., Kennedy E.B. (2016). *The Rightful Place of Science: Citizen science*, pp. 51-62. AZ: Consortium for Science, Policy, Outcomes, Tempe.
- Cohn, J.P. (2008). Citizen science: Can Volunteers Do Real Research?, *BioScience* 58(3): 192–197. <https://doi.org/10.1641/B580303>.
- Cooper, C.B., Lewenstein, B.V. (2016). Two meanings of citizen science. in Cavalier, D., Kennedy E.B. (Eds.) *The Rightful Place of Science: Citizen science*, pp. 51-62, AZ: Consortium for Science, Policy, Outcomes, Tempe.
- Curtis, V. (2015). Motivation to Participate in an Online Citizen science Game: A Study of Foldit. *Science Communication* 37(6): 723-746, <https://doi.org/10.1177/1075547015609322>.
- DITOs consortium (2019). Verso una strategia nazionale condivisa: linee guida per lo sviluppo della citizen science in Italia, *DITOs policy brief* 6.
- Echeverria, A., Ariz, I., Moreno, J., Peralta, J., Gonzalez, E.M. (2021). Learning plant biodiversity in nature: The use of the citizen-science platform iNaturalist as a collaborative tool in secondary education. *Sustainability* 13(2): 735.



- European Citizen Science Association (2015). *Ten Principles of citizen science*. Berlin. <http://doi.org/10.17605/OSF.IO/XPR2N>.
- Green, C., Medina-Jerez, W. (2012). Project Citizen: Promoting Action-Oriented Citizen Science in the Classroom. *The Science Teacher* 79: 58-63.
- Hedges, M., Dunn, S. (2017). *Academic crowdsourcing in the humanities: Crowds, communities and co-production*. Chandos Publishing.
- Heinisch, B., Oswald, K., Weißpflug, M., Shuttleworth, S., Belknap, G. (2021). Citizen Humanities. In K. Vohland et al. (Eds), *The Science of Citizen science*. Springer, Cham, https://doi.org/10.1007/978-3-030-58278-4_6.
- Jennett, C., Kloetzer, L., Schneider, D., Iacovides, I., Cox, A., Gold, M., Fuchs, B., Eveleigh, A., Methieu, K., Ajani, Z., Talsi, Y. (2016). Motivations, learning and creativity in online citizen science. *Journal of Science Communication* 15, 3.
- Kelemen-Finan, J., Scheuch, M., Winter, S. (2018). Contributions from citizen science to science education: an examination of a biodiversity citizen science project with schools in Central Europe. *International Journal of Science Education* 40(17): 2078-2098, DOI: 10.1080/09500693.2018.1520405.
- Kloetzer, L., Lorke, J., Roche, J., Golumbic, Y., Winter, S., Jõgeva, A. (2021). Learning in citizen science. In K. Vohland et al. (Eds), *The science of citizen science*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-58278-4_15.
- Lotfian, M., Ingensand, J., Brovelli, M.A. (2020). A Framework for Classifying Participant Motivation that Considers the Typology of citizen science Projects. *ISPRS International Journal of Geo-Information* 9(12): 704. <https://doi.org/10.3390/ijgi9120704>.
- Mortari L. (2017) (a cura di). *Service learning. Per un apprendimento responsabile*. Franco Angeli, Milano.
- Newman, G., Wiggins, A., Crall, A., Graham, G., Newman, S., Crowston, K. (2012). The future of citizen science: Emerging technologies and shifting paradigms, *Front Ecol Environment* 6(10): 298-304. <https://doi.org/10.1890/110294>.
- Paci, D. (2021). Conoscere è partecipare: digital public history, wiki e citizen humanities. *Umanistica digitale* (10): 235-249.
- Paige, K., Hattam, R., Daniels, C.B. (2015). Two models for implementing citizen science projects in middle school. *The Journal of Educational Enquiry* 14(2).
- Perelló, J., Ferran-Ferrer, N., Ferré, S., Pou, T., Bonhoure, I. (2017). High motivation and relevant scientific competencies through the introduction of citizen science at secondary schools: An assessment using a rubric model. In Herodotou, C., Sharples, M., Scanlon, E. (Eds), *Citizen inquiry: synthesizing science and inquiry learning*. Routledge, Abingdon <https://doi.org/10.4324/9781315458618-9>.
- Petrucco, C., Ferranti, C. (2020). Wikipedia as OER: the ‘Learning with Wikipedia’ project, *Journal of E-Learning and Knowledge Society* 16(4): 38-45.



Phillips, T., Ferguson, M., Minarchek, M., Porticella, N. (2014). *User's guide for evaluating learning outcomes in citizen science*. NY: Cornell Lab of Ornithology, Ithaca.

Ponti, M., Hillman, T., Kullenberg, C., Kasperowski, D. (2018). Getting it Right or Being Top Rank: Games in citizen science. *Citizen science: Theory and Practice* 3(1): 1. <http://doi.org/10.5334/cstp.101>.

Rafaëli, S., Ariel, Y. (2008). Online motivational factors: Incentives for participation and contribution. *Wikipedia. Psychological aspects of cyberspace: Theory, research, applications* 243-267.

Roth, A., Davis, R., Carver, B. (2013). Assigning Wikipedia editing: Triangulation toward understanding university student engagement. *First Monday* 18(6).

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. In *iConference 2014 Proceedings*, pp. 110-124 doi:10.9776/14054.

Schaefer, T., Kieslinger, B., Brandt, M., van den Bogaert, V. (2021). Evaluation in Citizen Science: The Art of Tracing a Moving Target. In Vohland, K. et al. *The Science of Citizen Science*, Springer, Cham.

Shah, H.R., Martinez, L.R. (2016). Current Approaches in Implementing citizen science in the Classroom. *Journal of Microbiology, Biology Education* 17(1): 17- 22, <https://doi.org/10.1128/jmbe.v17i1.1032>.

Silvertown, J. (2009). A new dawn for citizen science. *Trends in Ecology, Evolution* 24(9): 467-471, <https://doi.org/10.1016/j.tree.2009.03.017>.

Speck, B.W., Hoppe, S.L. (Eds) (2004). *Service-learning*. History, theory, and issues.

Terras, M. (2016). Crowdsourcing in the Digital Humanities. In S. Schreibman, R. Siemens, J. Unsworth (Eds), *A New Companion to Digital Humanities*, pp. 420-39. Wiley-Blackwell, Hoboken.

van den Bogaert, E.T., Wirth, J. (2018). *Citizen science project as a teaching format – Does it work?*. Presented at the fourth Austrian Citizen Science Conference, 1–3 February 2018, Salzburg.

Weinstein, M. (2012). Schools/citizen science. A response to ‘The future of citizen science. *Democracy and Education* 20(1): 6, <https://democracyeducationjournal.org/home/vol20/iss1/6>.

Sitografia

Consiglio Nazionale delle Ricerche (2022). *Partito il progetto di citizen science "Una rete per il Tevere – Piccoli grandi scienziati (e cittadini) crescono"*. <https://www.cnr.it/it/news/11434/partito-il-progetto-di-citizen-science-una-rete-per-il-tevere-piccoli-grandi-scienziati-e-cittadini-crescono> (ultimo accesso: 24/06/2023).

CNR (2023). *Nasce l'associazione "Citizen Science Italia ETS"*. <https://www.cnr.it/it/news/10710/nasce-l-associazione-citizen-science-italia-ets> (ultimo accesso: 01/08/2023).



Museo di Storia Naturale della Maremma (2022). *X-Polli:nation*. <https://www.museonaturalemaremma.it/x-pollination/> (ultimo accesso: 24/06/2023).

School of Ants (2017). https://www.unipr.it/sites/default/files/allegatiparagrafo/31-10-2017/soa_brochure_formato_elettronico.pdf (ultimo accesso: 24/06/2023).

ISPRA (2021) <https://www.isprambiente.gov.it/it/archivio/notizie-e-novita-normative/notizie-ispra/2021/10/cleanair-school-e-bimbibici-insieme-per-migliorare-la-qualita-dell2019aria-il-10-ottobre-in-multi-comuni-italiani> (ultimo accesso: 08/07/2023).